Kakvo će vreme biti sutra?

Po izboru građe i načinu kazivanja, knjižica autora Jakova Lovrića "Vreme sutra", napisana pre više od tri decenije (1981), podjednako je zanimljiva i aktuelna i danas, kako za profesionalce – one koji izučavaju meteorologiju, tako i za svakog pojedinca – amatera. Osim što na popularan i stručan način odgovara na uvek aktuelno pitanje o vremenu, feljton koji je pred nama otkriva i najvažnije podatke, praktična uputstva i pouke koje će nam pomoći da na najbolji način koristimo sve informacije o vremenu koje se svakodnevno objavljuju u medijima. Štaviše, jedno poglavlje feljtona daje opis lokalnih predznaka vremena, tako da nam omogućava da vrlo lako počnemo i sami da se amaterski bavimo prognozom vremena. Naravno, u rejonu gde boravimo.



Ljudi su se još u najstarijem dobu interesovali za vremenske pojave. Jer, biljni i životinjski život na Zemlji u velikoj meri zavisi od vremenskih uticaja. To se jasno ocrtava u geografskom rasprostranjenju ljudi, biljaka i životinja. Počeci izučavanja vremenskih pojava javljaju se u ono doba kada su se pojavili i prvi znaci civilizacije.

Još su stari Grci obraćali pažnju na ponašanje životinja, biljaka, boju neba, vetrove i druge pojave koje su dovodili u vezu sa početkom i svršetkom kišnih sezona. To su bile i prve najprimitivnije prognoze vremena. U četvrtom veku pre naše ere grčki filozof Aristotel napisao je prvu raspravu o vremenu, u kojoj je izneo svoje gledište o uzrocima vremenskih pojava. Njegov učenik Teofrast u svojoj raspravi pod naslovom "Knjiga znakova" sažeo je 80 obeležja za kišu, 12 za vetar, 50 za oluju i 24 za lepo vreme.

Od Aristotela pa sve do 17. veka, na upoznavanju nauke o vremenu – meteorologije nije ništa naročito postignuto. Predviđanjem vremena bavili su se i astrolozi koji su bili pod snažnim uticajem crkve.

Do kraja 19. veka veliki napredak učinjen je u mornaričkoj meteorološkoj službi. Razvoj civilnog vazdušnog saobraćaja i ratnih vazduhoplovstava između

dva rata, a naročito posle Drugog svetskog rata, uslovio je gotovo buran razvoj civilnih i vojnih meteoroloških službi, naročito velikih sila.

Stvaranjem Svetske meteorološke organizacije, u okrilju Ujedinjenih nacija, dolazi do intenzivne međunarodne saradnje na planu globalnih osmatranja meteoroloških elemenata i pojava i razmene meteoroloških podataka. Meteorološka služba većine zemalja raspolaže modernom opremom za meteorološka osmatranja, razmenu meteoroloških podataka, njihovu analizu i prognozu vremena. A u okviru međunarodne saradnje koriste meteorološke podatke dobijene putem osmatranja sa satelita. Pa, ipak i pored brojnih podataka i informacija o vremenu, mnogima se verovatno desilo da su morali hitno intervenisati zbog pojave iznenadne oluje ili neke druge slične pojave. Ovakve intervencije nisu retke na aerodromima pred oluju ili za vreme oluje kada treba hitno smestiti avione ili jedrilice u hangare, ili kada se posade hitno pozivaju na sletanje.

Mogli bismo postaviti pitanje da li je do tih intervencija, koje najčešće karakteriše užurbanost i brzopletost, moralo da dođe iznenadno ili se sve to moglo na vreme predvideti? Razume se, za najavu nailaska opasnih i naglih vremenskih pojava postoje stručnjaci, postoji služba koja se time profesionalno bavi. No, i pored toga u funkcionisanju službe upozoravanja na nagle i opasne vremenske pojave može nešto da zataji. U najbanalnijem slučaju, obaveštenje može da ne stigne do svih ili da stigne prekasno.

Iz tih razloga postoji potreba da se svaki građanin na popularan način upozna sa tajnovitim, ali zanimljivim mehanizmima vremenskih procesa. A koji su to procesi u atmosferi koje je poželjno da upozna svaki vazduhoplovac, pomorac, pešak, pa i svaki obrazovani građanin? To su oni procesi u atmosferi čijim ovladavanjem možemo kvalifikovanije koristiti sve informacije o vremenu koje su nam dostupne preko štampe, radija i televizije. Štaviše, time ćemo postati u tolikoj meri familijarni sa vremenom da postanemo i sami prognozeri vremena, bar u lokalnim uslovima.

Upoznavanje nekih mehanizama vremena izgleda složen posao. Ali, ako ih izučavamo onoliko koliko je to zaista potrebno, taj rad može da bude jednostavan: bez formula, bez mnogo detalja. U svakom slučaju, izvestan uloženi trud neće biti uzaludan. Upoznajmo najpre ambijent gde se svi vremenski procesi zbivaju – vazdušni omotač, odnosno atmosferu (nastavak u sledećem članku).

Vazdušni omotač – atmosfera

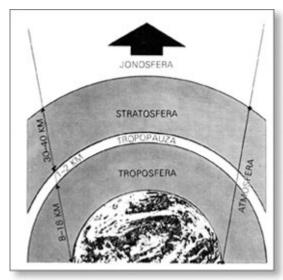
Vazdušni omotač u poređenju sa prečnikom Zemlje je veoma tanak sloj koji okružuje Zemlju. Njegova debljina iznosi oko 600 kilometara, mada prema najnovijim istraživanjima putem satelita, prelazni sloj atmosfere u međuplanetarni "prazan" prostor dostiže visinu čak oko 8.000 km. Koliko je at-

mosfera relativno tanak sloj najbolje ilustruje primer poređenja jabuke sa Zemljom, gde atmosfera proporcionalno nije deblja od kore jabuke.

Tri četvrtine atmosferske mase nalazi se samo do visine Maunt Everesta (8.840 m). Avion koji leti na visini od oko 30.000 metara ostavlja za sobom čak 99 odsto atmosferske mase.

TROPOSFERA, STRATOSFERA i JONOSFERA

Zemljina atmosfera sastoji se od mešavine gasova, od kojih azot i kiseonik čine 99 odsto. Argona ima samo 0,9, a svega 0,1 odsto čine drugi, uglavnom plemeniti gasovi. Sastav atmosfere, njena fizička svojstva, naročito temperatura, neprekidno se menjaju, zavisno od visine. I na osnovi tih promena, atmosferu možemo da podelimo u tri glavna sloja: troposferu, stratosferu i jonosferu (slika ispod).



slojevi atmosfere

Troposfera je najniži i najgušći sloj atmosfere. Iznad polova dostiže visinu od oko osam kilometara, na srednjim širinama oko 13, a iznad Ekvatora čak 16 do 18 km. Jedna od najznačajnijih osobina troposfere je opadanje temperature sa visinom i to za približno 6°C za svaki kilometar povećanja visine. Na gornjoj granici troposfere temperatura iznosi između -50 i -60°C.

Pored temperaturnih promena u troposferi, postoje neprekidna kretanja vazduha, kako u horizontalnom, tako i u vertikalnom pravcu, a nisu retka ni vrtložna kretanja velikih razmera. U troposferi je sadržana gotovo celokupna vodena para, te je, s pravom, nazivamo "kuhinjom" svih vremenskih procesa i pojava, kao što su kiša, sneg, magla, grmljavina itd.

Troposferu od stratosfere deli relativno tanak sloj od 1 do 2 km koji nazivamo tropopauza. To je prelazni sloj vazduha između dve bitno različite sredine: donje troposfere i gornje stratosfere.

Stratosfera se prostire iznad tropopauze oko 50 km. Njene osnovne karakteristike su: male promene temperature sa visinom, znatno slabija kretanja vazduha, naročito u vertikalnom pravcu i veoma malo vodene pare. U stratosferi je zato uvek vedro. Stratosfera se odlikuje velikim količinama ozona koji apsorbuje ultravioletne zrake i tako štiti sve žive organizme na Zemlji od njihovog štetnog dejstva.

Jonosfera je najviši sloj atmosfere. Doseže visinu od oko 800 kilometara. Ovaj sloj se odlikuje velikim razlikama u temperaturi (od -100 do nekoliko hiljada stepeni C) i jakim vetrovima koji mogu da duvaju i brzinom do 360 kilometara na sat. Od nekoliko relativno tankih podslojeva u jonosferi reflektuju se kratki, a i drugi talasi, pa je zahvaljujući njima moguće ostvarivati radio-prenose na velike udaljenosti.

SUNCE - IZVOR POGONSKE ENERGIJE

Sunce, usijana masa gasova udaljena oko 150 miliona kilometara od Zemlje, neprekidno zrači ogromne količine toplotne energije. Samo dvomilijarditi deo ove energije dospeva do Zemljine površine. Kada bismo mogli da posmatramo šta se događa sa tom energijom, videli bismo da oko 15 odsto upijaju molekuli vazduha dok ova energija prolazi kroz atmosferu, 42 odsto se reflektuje od atmosfere, oblaka i Zemljine površine, a naročito onog dela pokrivenog snegom i ledom i vraća natrag u svemir. Nešto manje od polovine toplotne energije dopire do Zemljine površine gde je upijaju molekuli jedinjenja i elemenata kopna i vode i na taj način se kopno i voda zagrevaju.

Dok je Sunce prividno iznad horizonta od izlaska do zalaska, Zemljina površina se zagreva i njena temperatura raste. Toplotom od zagrejane Zemljine površine zagreva se i vazduh iznad nje. U toku noći Zemljina površina se hladi izračivanjem toplote u atmosferu i svemir. Istovremeno, hladi se i vazduh iznad Zemlje.

Osnovni fizički činioci vremena

Svakodnevno viđamo mnoge promene u atmosferi. Na primer, oblake, kišu, grad, sneg, električna pražnjenja i neke optičke pojave. Slušamo fijuk vetra i grmljavinu, a ponekad i pravo urlanje žestokih oluja. Osećaj za toplotu skreće nam pažnju na promene temperature vazduha. Preko kože reagujemo i na

promene vlažnosti vazduha. Na pritisak vazduha ne reagujemo određeno, ali njegove promene, sa određenim stanjima temperature i vlage, mogu da izazovu ne samo fizičke, nego i psihičke tegobe.

Temperaturu, pritisak, vlagu i vetar ubrajamo u *METEOROLOŠKE ELEMENTE*, a kišu, sneg, grad, maglu u *METEOROLOŠKE POJAVE*. Otuda *VREME* predstavlja stvarno stanje meteoroloških elemenata i pojava u datom trenutku. Ono je, dakle, skup izvesnih vrednosti koje, u nekom momentu i na nekom mestu, daju određeni karakter atmosferskom stanju.

Vreme je nešto sa čime moramo da živimo. Ali ako ga bolje upoznamo, možemo svesno uticati na smanjenje njegovih negativnih uticaja, a mnogo efikasnije koristiti njegova pozitivna svojstva. U poslednje vreme čine se veliki napori na području direktnog uticaja na vreme, dakle na području veštačkog uticaja na vreme i klimu.

Ljudi su vekovima koristili pojmove: lepo vreme, ružno vreme, tmurno vreme, vlažno vreme, vetrovito, kišovito, itd. Danas ljudske aktivnosti zahtevaju preciznije definisanje određenih stanja atmosfere – vremena, uglavnom putem mernih veličina i određenih opisa.

TEMPERATURA VAZDUHA

Temperatura vazduha predstavlja meru njegovog toplotnog stanja ili, kako bi to fizičari rekli, brzinu oscilovanja njegovih molekula. Što je intenzivnije oscilovanje-kretanje molekula unutar nekog tela, utoliko je i njegova temperatura veća. Temperaturu vazduha merimo živinim termometrom, a pri vrlo niskim temperaturama, nižim od -39°C, termometrom čiji je rezervoar napunjen alkoholom (živa se na -39°C mrzne).

Temperatura vazduha meri se u specijalnim belo ofarbanim kućicamatermometarskim zaklonima, da bi se otklonio direktan uticaj Sunčevih zraka i vetra na termometar. Ona se, dakle, meri u hladu, i to pod jednakim uslovima u celom svetu. Za potrebe službe prognoze vremena temperatura vazduha se meri na svaka tri časa, a za obezbeđenje vazdušnog saobraćaja na svaki sat.

PROMENA TEMPERATURE

Svi iz iskustva znamo da se temperatura stalno menja, kako u toku dana, tako i u toku godine. U ranim jutarnjim časovima i u predvečerje, zbog malih upadnih uglova pod kojim Sunčevi zraci padaju na Zemljinu površinu, njihova toplotna energija se rasprostire na veoma veliku površinu i veoma malo zagreva. Sredinom dana, naročito u podne, kada je Sunce visoko, njegovi zraci određenog poprečnog preseka osvetljavaju malu površinu na Zemlji i jako je zagrevaju. Pošto se vazduh ne zagreva direktno od Sunčevog toplotnog

zračenja, već posredno, prenosom toplote od zagrejanog tla, to će i temperatura vazduha ujutru i uveče redovno biti manja, a sredinom dana znatno viša. Ovo je izrazito u toploj polovini godine i u umerenim geografskim širinama, gde u svom dnevnom hodu temperatura vazduha obično počinje da raste od izlaska Sunca, dostiže najveću vrednost oko 14 časova, a zatim postepeno opada do ponovnog izlaska Sunca. Najniža temperatura u toku dana, koju stručnjaci nazivaju minimalnom, javlja se oko izlaska Sunca.

Najveće dnevne promene temperature dešavaju se u toku vedrih dana tople polovine godine, a najmanje u toku zime i kad je oblačno. Oblačni pokrivač vrši ulogu staklene bašte: reflektuje natrag veći deo toplotne energije koju Zemljina površina zrači prema atmosferi i svemiru, i time sprečava naglije hlađenje prizemnog sloja vazduha.

U toku zime Sunčevi zraci padaju na severni umereni pojas pod malim uglovima, jer se Sunce u toku dana pod malim uglom od oko 30 stepeni nalazi nisko nad horizontom. Sunčevi zraci se tada prostiru na veliku površinu, a prolaze i kroz deblji sloj atmosfere, pa je otuda i njeno zagrevanje malo. Na južni umereni pojas tada Sunčevi zraci padaju pod većim uglovima i prodiru kroz tanji sloj atmosfere. Zato, dok je u severnom umerenom pojasu zima, u južnom umerenom pojasu vlada leto.

Tokom proleća i jeseni i severni i južni umereni pojas bivaju izloženi Sunčevim zracima pod jednakim uglovima, pa otuda u to vreme imaju i slične vremenske prilike. Područje do 23 stepena severno i južno od Ekvatora ima ujednačeno tople i svetle dane, jer se najveći ugao pod kojim se Sunce u toku dana i cele godine vidi malo menja. Ovaj pojas zato i zovemo žarki pojas.

Cela oblast severnog ledenog pojasa 22. decembra je ceo dan u mraku, dok je odgovarajuća oblast na južnoj polulopti ceo dan osvetljena. A 21. juna je obrnuto.

Smene godišnjih doba služe kao prirodna mera vremena i u znatnoj meri određuju naš način života i rada, a značajno utiču i na aktivnost u vazduhu i na moru.

PROMENOM VISINE TEMPERATURA VAZDUHA SE MENJA

Laik obično pravilno razmišlja kada očekuje da bi temperatura vazduha trebalo da raste sa visinom. Jednostavno zato što penjući se uvis kao da idemo bliže izvoru toplote – Suncu. Međutim, vazduh se, kako već rekosmo, zagreva posredno toplotom koju zrači Zemljina površina. Usled toga se najniži sloj vazduha, koji se graniči sa Zemljinom površinom, najviše zagreje. Svaki naredni viši sloj vazduha zagreva se manje od neposredno nižeg. Rezultat je opadanje temperature vazduha sa visinom i to za oko 6°C za jedan kilometar

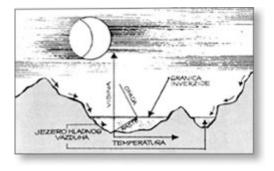
visine. Praktičan smisao te veličine opadanja temperature je u tome što možemo uvek približno proceniti temperaturu vazduha pri penjanju na planinu. Tako, na primer, na vrhu neke planine, visoke 2.000 metara, temperatura je za oko 12°C niža od temperature u podnožju, ako je nadmorska visina podnožja mala.

INVERZIJE TEMPERATURE

Relativno često temperatura vazduha u nekom sloju ne opada sa visinom, već raste. Tu pojavu nazivamo *INVERZIJA TEMPERATURE*. To je suprotna pojava od one koju smatramo normalnom. Porast temperature sa visinom obično se dešava u ponekom tankom sloju vazduha debljine od nekoliko desetina do nekoliko stotina metara. Ako se takav sloj nalazi neposredno iznad Zemljine površine, govorimo o *PRIZEMNOJ INVERZIJI*. Svaki takav sloj na visini nazivamo *VISINSKA INVERZIJA*.

Prizemne inverzije temperature nastaju noću, pri tihom vremenu. Tada se najniži slojevi vazduha ohlade, a gornji – viši, ostaju topliji. Kotline i doline su veoma pogodne za stvaranje inverzija temperature. To je redovna pojava noću, u jutarnjim, a često i ranim prepodnevnim časovima. Najjače prizemne inverzije javljaju se u dubokim kotlinama, kada je noću vedro i kada zemljinu površinu pokriva dubok snežni pokrivač. Na primer, u sarajevskoj kotlini zabeležene su temperature i ispod -20°, a istovremeno na Trebeviću 0° ili čak 1 do 2° iznad nule.

U takvim slučajevima novinari najčešće govore o jednoj pojavi, maltene natprirodnog karaktera. A u suštini, to je sasvim logična i za objašnjenje nimalo komplikovana pojava. Noćnim hlađenjem vazduh u kotlini i na padinama planina skuplja se i postaje teži, te pod dejstvom sile teže lagano otiče ka dnu kotline gde se nagomilava i stvara jedno nevidljivo jezero hladnog vazduha (videti sliku).



Da su borci istorijskog Igmanskog marša, koji je izvršila glavnina Prve proleterske brigade u januaru 1942. godine, poznavali ovaj fenomen verovatno bi odlučili da za kretanje izaberu neku drugu maršrutu i tako izbegnu velike gubitke.

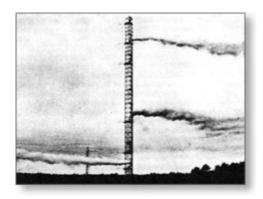
Zato je korisno zapamtiti: kad god je to moguće, zimi, za vreme vedrih i tihih noći i dubokog snega, treba izbegavati zadržavanje i kretanje dolinama, a naročito kotlinama.

INVERZIJE I ZAGAĐIVANJE

Danas je problem zagađivanja životne sredine aktuelan. S tim u vezi treba znati da se zagađivanje vazduha za vreme inverzija temperature u prizemlju višestruko, čak desetostruko povećava. Glavni predstavnici zagađivača su sumpor-dioksid, ugljen-monoksid i dim. U januaru 1981. godine u Ljubljani je za vreme više uzastopnih dana sa tihim vremenom i inverzijama temperature, zagađivanje dostizalo kritično vrednosti, pa su se, čak, morale donositi i mere ograničavanja saobraćaja. Slične nevolje industrijalizacija donosi i drugim urbanim sredinama.

Kada duvaju umereni ili jači vetrovi, koncentracija otrovnih materija i dimova po kubnom metru vazduha opada. Vrtložna kretanja vazduha brzo raznose dimne i druge materije, ne samo u pravcu duvanja vetra, nego i u vertikalnom pravcu. Slabiji vetrovi i male promene temperature sa visinom u prizemnom sloju vazduha, utiču na to da se dimne i druge materije iz izvorišta, manje ili više, prenose u horizontalnom pravcu niz vetar, bez znatnijih promena u visini.

U odsustvu vetra i pri inverziji temperature, čestice dimnih i drugih materija teže laganom padanju i sakupljanju u najnižem prizemnom sloju vazduha. A koliko ponekad mogu istovremeno da egzistiraju veoma raznoliki uslovi za rasprostiranje produkata sagorevanja, i to u relativno plitkom sloju vazduha, lepo ilustruje slika dole. U sloju debljine oko 150 metara u isto vreme duvaju tri različita vetra. Pravac vetra u visini srednjeg i gornjeg dela eksperimentalnog tornja razlikuje se za oko 60°.



Veći značaj prizemne inverzije imaju u proceni efikasnosti upotrebe bojnih otrova i dimnih materija. Naime, u tim uslovima ostvarljive su najveće koncentracije bojnih otrova, u vidu gasova ili aerosola, po kubnom metru vazduha.

Potrebno je kazati i to da su inverzije temperature po pravilu vezane za uslove ograničene vidljivosti, naročito kose vidljivosti. To je logična posledica zadržavanja svih stranih primesa suspendovanih u prizemni vazdušni sloj. Magle i sumaglice javljaju se upravo za vreme inverzija temperature, i tada je vidljivost u granicama od nekoliko desetina metara do 2-3 kilometra.

O OSEĆAJU HLADNOĆE

Kada kažemo, na primer: napolju je temperatura vazduha -10°, to ne znači da smo time dovoljno tačno odredili i osećaj hladnoće kojoj bismo bili izloženi napolju. Jer, čak i na 10°C iznad nule, pri vlažnom i vetrovitom vremenu, osećaj hladnoće može da bude veći nego pri minus 10°C kada je tiho vreme i mala vlažnost vazduha. Osećaj hladnoće nije, dakle, jednoznačno određen samo vrednošću temperature vazduha, već uzajamnim dejstvom temperature vazduha, vlažnosti i vetra. Vetar ima veliki udeo. Zato je kretanje kroz šumu pri vetrovitom i hladnom vremenu uvek snošljivije nego na otvorenom prostoru, a naročito za vreme prizemnih snežnih mećava.

Vazdušni pritisak

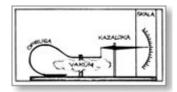
Merenje vazdušnog pritiska omogućilo je izradu prvih vremenskih karata, a time i razvoj nauke o prognozi vremena. Zasluga za to pripada italijanskom fizičaru Toričeliju, koji je otkrio princip rada instrumenta za merenje vazdušnog pritiska – BAROMETRA.

Princip merenja vazdušnog pritiska Toričeli je otkrio posmatrajući ponašanje žive u staklenoj cevi dužine jedan metar, napunjene živom i uronjene u sud sa živom. Nakon uranjanja živa se u cevi spustila na oko 760 milimetara i tu ostala. Po tadašnjim znanjima iz hidrostatike, živa je trebalo da se spusti sve dotle dok se nivoi žive u cevi i sudu ne izjednače. Razlog zašto se živa spustila samo do 760 milimetara leži u činjenici da je težini žive u cevi ravnotežu održavao vazduh svojom težinom – pritiskom na živu u sudu. Zato pri opadanju vazdušnog pritiska nivo žive u sudu raste a u cevi opada, a pri porastu vazdušnog pritiska obratno. Na osnovu ovoga lako se zaključuje da se vazdušni pritisak meri visinom živinog stuba u staklenoj cevi. Zato su i prve jedinice za merenje vazdušnog pritiska bili milimetri, a kasnije je uvedena nova jedinica za merenje vazdušnog pritiska – *MILIBAR*. Pritisku od 760 milimetara odgovara 1.013 milibara.

Vazdušni pritisak opada sa visinom i to približno jedan milibar za svakih 10 metara povećanja visine. Razlog opadanju vazdušnog pritiska sa visinom jednostavan je. Prvo, penjanjem na veću visinu skraćuje sa vazdušni stub, pa

onaj deo vazdušnog stuba koji ostaje ispod ne vrši pritisak na nas. Drugo, sa visinom vazduh postaje sve ređi, a time i lakši. Korisno je znati da već na 5.000 metara pritisak vazduha iznosi oko polovinu vrednosti pritiska na morskom nivou. Na 16.000 metara pritisak je već deset puta manji nego na morskom nivou, a na 30.000 – 100 puta manji.

Zbog opadanja vazdušnog pritiska sa visinom meteorološke stanice, na različitim nadmorskim visinama, imaće u istom trenutku različite vrednosti pritiska. Radi toga vazdušni pritisak se određuje za morski nivo što omogučava upoređivanje podataka o vazdušnom pritisku ucrtanih na vremenskim kartama.



Vazdušni pritisak može da se meri, sem živinim, i metalnim barometrom – *BAROMETAR ANEROID*. On se sastoji iz valjkastog kućišta u koje je smeštena jedna metalna kutijica tankih zidova. Iz kutijice je isisan vazduh, a između njenog gornjeg i donjeg zida postavljena je jedna elastična opruga (vidi sliku gore). Pri porastu vazdušnog pritiska dolazi do ulubljivanja, a pri opadanju do širenja metalne kutijice. I baš ovo ulubljivanje i širenje srazmerno je promenama vazdušnog pritiska i putem određenog mehanizma prenosi se na kazaljku instrumenta (vidi sliku dole). Siva kazaljka pokazuje trenutnu vrednost vazdušnog pritiska, a crna služi za praćenje promena vazdušnog pritiska u toku dana. Metalni barometri mogu da se kupe i za privatnu upotrebu. Obično su to ukrasni sobni barometri.



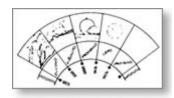
KORIŠĆENJE SOBNOG BAROMETRA

Već 1670. godine barometar koji je konstruisao Huk imao je, pored skale za pritisak, i ispisane oznake za pojedina vremenska stanja. Tako su, na primer, bile ispisane sledeće oznake: kod visine živinog stuba 999 mb "promenljivo", kod visine 982 mb "kiša", kod 965 mb "mnogo kiše", kod 948 mb "oluja", zatim

kod 1015 mb "lepo vreme", kod 1032 mb "stalno lepo vreme", a kod 1049 mb "vrlo suvo".

Na ovaj način vremenske pojave dovedene su u vezu sa promenama vazdušnog pritiska. Ubrzo se, međutim, pokazalo da barometar nije dovoljno precizan u određivanju stanja vremena. Odnosno, dešava se da pri istom nivou vazdušnog pritiska vladaju sasvim drukčija vremenska stanja.

Metalni barometar koji i danas možete kupiti za ličnu upotrebu, po vremenskim oznakama, ne razlikuje se bitno od Hukovog barometra (vidi sliku dole). Ako se odlučite da kupite ovakav barometar, ne očekujte od njega da pruža ono što ne može da pruži, a to je da se pri stvarnim vrednostima vazdušnog pritiska u datim intervalima javljaju baš naznačena vremenska stanja. U većini slučajeva, ipak, barometar može da opravda vaše poverenje, naročito ako koristite sledeća pravila:



- 1. Kada vazdušni pritisak neprekidno pada za 1-3 ili više milibara u vremenu od 6 do 9 časova, to je već dovoljno pouzdan znak da će ubrzo doći do pogoršanja vremena naoblačenja sa kišom ili snegom.
- 2. Sličan porast vazdušnog pritiska sigurnije ukazuje da će ubrzo doći do poboljšanja vremena prestanka padavina i postepenog razvedravanja.
- 3. Vazdušni pritisak veći od 1.015 mb, a naročito veći od 1.020 milibara, u toploj polovini godine, praćen je lepim vremenom. Zimi, pak, čak i pri vazdušnom pritisku od 1.030 mb ili više, može i nekoliko uzastopnih dana vladati oblačno i tmurno vreme, ponekad i sa slabim snegom.
- 4. Niski vazdušni pritisci, po pravilu manji od 1.010 mb, a naročito manji od 1.000 mb, praćeni su ružnim vremenom. Pojava relativno lepog vremena i pri tako niskim vazdušnim pritiscima kratkog je daha u najvećem broju slučajeva kraće od 24 časa.

Da biste ova pravila koristili, morate svaka tri časa pročitati vrednost vazdušnog pritiska, zapisati i određivati razlike u pritisku između dva uzastopna zapisa. Oni koji raspolažu *BAROGRAFOM*, nemaju potrebe da vrše nikakva zapisivanja (barograf registruje vazdušni pritisak tokom cele nedelje.) Njegov rad se zasniva na istom principu kao i rad metalnog barometra. Razlika je samo u tome što barograf ima veći broj metalnih kutijica. Metalni bubanj je, u stvari, satni mehanizam koji napravi pun krug za sedam dana. Na njega se

pričvršćuje specijalna papirna traka sa ucrtanom skalom za vazdušni pritisak i danima u nedelji.

NORMALNI VAZDUŠNI PRITISAK

Često se pojedinci žale na neke tegobe koje obično dovode u vezu sa promenama vazdušnog pritiska ili, bolje rečeno, sa promenama vremena. To su najčešće hronične reumatske tegobe na osnovu kojih pojedinci tvrde da su u stanju "sigurno" da prognoziraju promene vremena.

Kada se vazdušni pritisak danima održava oko normalne vrednosti, tegobe, po pravilu, izostaju. A šta je to, zapravo, normalni pritisak?

Pod normalnim pritiskom obično se podrazumeva pritisak od 1.013 milibara na morskom nivou. Prema tome, ako živite u mestu na nadmorskoj visini od 100 metara, za vas će normalni vazdušni pritisak biti za 10 mb manji, to jest 1.003 mb. Za mesta sa nadmorskom visinom od 300 m, normalni vazdušni pritisak iznosi 983 mb.

Strogo naučno, pod normalnim vazdušnim pritiskom podrazumeva se srednja godišnja vrednost pritiska nekog mesta ili regiona, određena na osnovu dugogodišnjeg osmatranja – najmanje 30 do 50 godina.

U toku dana radio-stanice u više termina obaveštavaju građane o meteorološkim uslovima. Na primer, spiker kaže: "Sada je temperatura vazduha -2 °C, vlažnost 50 odsto, a pritisak vazduha 1.009 milibara". Prema stvarnim vrednostima vazdušnog pritiska, spiker naglasi da li je pritisak iznad ili ispod normale, što, u stvari, znači veći ili manji od normalnog pritiska za mesto čija radio-stanica emituje program.

Vlažnost vazduha

Gasovi u vazduhu ostaju u nepromenjenom odnosu. Izuzetak je samo jedan – vodena para. Kaže se još i vlažnost vazduha ili, jednostavno, vlaga. Količina vodene pare neprekidno se menja. Najviše je ima u vazduhu iznad toplih tropskih mora, a najmanje iznad ledenih i pustinjskih površina.

Vodena para u atmosferu dolazi isparavanjem, a ono je utoliko veće ukoliko je viša temperatura vazduha i jači vetar. Svi iz iskustva znamo da se oprano rublje vrlo brzo suši po toplom i vetrovitom vremenu.

Vlažnost vazduha izražavamo najčešće na dva načina: kao apsolutnu i relativnu vlagu. Pod *APSOLUTNOM VLAŽNOŠĆU* podrazumevamo količinu vodene pare u jednom kubnom metru vazduha merenu u gramima. *RELATIVNA VLAŽ-NOST* nam pokazuje stepen zasićenosti vazduha vlagom i izražava se u procentima.

Vanredno važna osobina vazduha je u tome da za datu temperaturu može da sadrži samo određenu količinu vodene pare i to utoliko veću ukoliko je temperatura vazduha viša (pogledati tabelu dole). Tako, na primer, pri temperaturi vazduha od 30°C, vazduh može sadržati maksimalno 30 grama vodene pare po kubnom metru. Kada je ta količina vodene pare zaista prisutna u vazduhu pri toj temperaturi, kažemo da je vazduh *ZASIĆEN* vodenom parom. Pri temperaturi od 20°C vazduh zasićuje 17 grama vodene pare po kubnom metru, a pri 0°C svega 5 grama.

TEMPERATURA	KOLIČINA VODENE PARE U GRAMIMA U JEDNOM KUBNOM METRU			
-	30	17	9	5
30.	100%	57%	31%	16%
20°	-	100%	54%	28%
10°	-	-	100%	52%
0*	-	-	-	100%

Podaci u tabeli omogućavaju procenu stepena zasićenosti vazduha vodenom parom, a time i procenu mogućnosti obrazovanja magle i oblaka, kao i drugih pojava. Ako, na primer, pustinjski vazduh pri 30°C sadrži svega 5 grama vodene pare po kubnom metru vazduha, onda relativna vlaga, odnosno stepen zasićenosti vazduha vlagom, iznosi samo 16 odsto. Pri ovakvoj temperaturi i niskoj vlažnosti vazduha i najmanja čovekova aktivnost izaziva znojenje i veću potrošnju vode.

Kada je vazduh pri visokim temperaturama blizu zasićenja vodenom parom, tj. kada se relativna vlaga kreće od 80 do 100 odsto, isparavanje putem kože je veoma ograničeno, pa je moguć toplotni udar. Najbolji način za rashlađivanje tela u takvim uslovima je voda. Pri temperaturama vazduha između 20 i 30°C

dovoljna je relativna vlažnost od oko 80 odsto pa da se oseća jaka sparina. U našim krajevima sparina se javlja u kasno proleće, u leto, a ređe u ranu jesen.

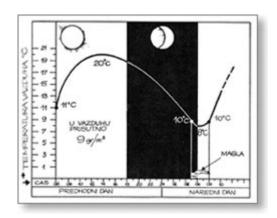
ZAŠTO SE ZIDOVI ČAŠE ZAMAGLJUJU?

Kada ulivamo hladnu vodu u čašu primećujemo kako se spoljni zidovi čaše primetno zamagle – postaju neprozirni. Ako pri tome prevučemo suvim prstom po spoljnom zidu, prst se ovlaži.

Kako objasniti tu pojavu? Pre ulivanja vode, zidovi čaše imaju obično sobnu temperaturu, recimo 20°C. Pri ovakvoj sobnoj temperaturi vazduh najčešće sadrži oko 10 grama vodene pare po kubnom metru. Pretpostavimo da u trenutku ulivanja hladne vode u čašu vazduh sadrži baš 9 grama vodene pare po kubnom metru. Pri sobnoj temperaturi od 20°C i toj sadržini vodene pare, relativna vlažnost vazduha iznosi 54 odsto. Ulivanjem hladne vode u čašu njeni zidovi se naglo hlade, a time i tanak sloj vazduha koji obavija čašu spolja. Onog trenutka kada se u ovom sloju vazduha temperatura spusti na 10°C, on postaje zasićen vodenom parom. Svako dalje hlađenje ovog sloja vazduha izaziva trenutno pretvaranje vodene pare kao gasa u tečno stanje u obliku brojnih vanredno sićušnih kapljica vode, čiji se prečnici kreću oko 5 mikrona (5 milionitih delova metra). Proces pretvaranja vodene pare iz gasovitog u tečno stanje nazivamo *KONDENZACIJOM VODENE PARE*.

KAKO NASTAJE MAGLA?

Prethodni ogled pomaže nam da lako shvatimo proces nastajanja magle i oblaka. Iz iskustva znamo da se magla najčešće javlja u jutarnjim časovima. Zašto? Upravo zato što u toku noći dolazi do hlađenja vazduha iznad zemljine površine do tačke zasićenosti vodenom parom. Evo tipičnog primera (vidi sliku dole).



Ako sredinom jednog prolećnog dana temperatura vazduha iznosi 20°C, a sadržina vlage u jednom kubnom metru 9 grama, relativna vlaga iznosiće 54 odsto. Kad noćnim hlađenjem do 5 časova ujutru temperatura vazduha opadne na 10°C, a do izlaska Sunca do 8°C, onda će vazduh već u 5 časova postići

zasićenje vodenom parom. Dalji pad temperature do 6 časova izazvaće kondenzaciju vodene pare, tj. njen neposredan prelaz iz gasovitog u tečno stanje u vidu ogromnog broja vanredno sitnih kapljica vode, toliko sitnih da lebde u vazduhu, jer pod dejstvom sile Zemljine teže ne mogu da savladaju otpor vazduha. Na ovim kapljicama Sunčevi zraci se raspršuju, što nam daje vizuelan utisak sivobeličaste boje, odnosno magle. Po izlasku Sunca, temperatura vazduha počinje da raste i kada pređe 10°C vazduh neće biti zasićen vodenom parom, a kapljice vode koje sačinjavaju maglu počeće da isparavaju. Na taj način magla se postepeno rasplinjava. U tome i jeste razlog zašto magle, po pravilu, iščezavaju u ranim prepodnevnim časovima.

U hladno doba godine do zasićenja vazduha dolazi često kada temperatura opadne na neku vrednost ispod nule. U tim slučajevima obrazuju se *LEDENE MAGLE*. One se sastoje iz sićušnih kristalića leda koji lebde u vazduhu. Krećući se kroz ledenu maglu, ledeni kristali se hvataju na obrve i brkove. Uzgred, da kažemo i to da neposredan prelaz vodene pare iz gasovitog stanja u čvrsto – led nazivamo *SUBLIMACIJOM VODENE PARE*.

Sada smo u stanju da sami zaključimo zašto se magle javljaju u kotlinama i dolinama i upravo za vreme inverzija temperature – zato što je u kotlinama i dolinama najintenzivnije hlađenje vazduha u toku noći, a naročito u jutarnjim časovima.

Nastanak oluje i kako je predvideti

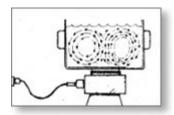
Preovlađuje utisak da se oluje pojavljuju iznenada. Taj utisak je rezultat, pre svega, okolnosti da se često nalazimo u zatvorenim prostorijama ili smo zaokupljeni nekom aktivnošću. Oluje se, međutim, ne javljaju toliko iznenadno da bi nas prinudile na brzopleta reagovanja, pogotovo ne one koje su lokalnog karaktera. A one mogu da budu ponekad tako snažne da za izvesno vreme parališu život i rad. Više rariteta radi, nego potrebe, da kažemo i to da se za vreme jedne oluje oslobodi više stotina puta veća energija od one koju oslobađa konvencionalna atomska bomba bačena na Hirošimu i Nagasaki.

KONVEKTIVNA KRETANJA U ATMOSFERI

Sunčeva toplotna energija koja pada na Zemljinu površinu ne može da prodire u dublje slojeve, već je upija samo tanki površinski sloj kopna. Zbog male specifične toplote kopno se brzo zagreva danju u toploj polovini godine, ali isto tako brzo hladi noću. Okeani i mora, međutim, sporo se zagrevaju ali se isto tako sporo i hlade. Pored toga, Sunčevi zraci prodiru i u dublje slojeve vode.

Oni koji su se kupali noću u moru znaju da se temperatura mora gotovo i ne razlikuje od one u toku dana. Ta razlika jedva da iznosi 1-2°C. Ležanje na plaži na kamenu ili betonu usred dana nije nimalo prijatno zbog visokih temperatura. Ujutro, pak, ležanje na njima bilo bi rizično zbog prehlade. Razlika u temperaturi betona izloženog Suncu u 14 časova i ujutru može da dostigne i 50°C. Čelik se u toku dana još više zagreje nego beton.

Zbog nehomogenosti Zemljine površine, odnosno raznolikosti sastava Zemljinog tla i rastinja na njemu: stene, pesak, livade, šume, močvare, reke, jezera i urbane sredine – dolazi do nejednolikog zagrevanja tla, čak i na malim rastojanjima. Tako dolazi i do razlika u zagrejanosti vazduha neposredno iznad zemljine površine. Pre nego što ukažemo do kakvih to posledica dovodi, posmatrajmo, načas, jedan prost ogled.



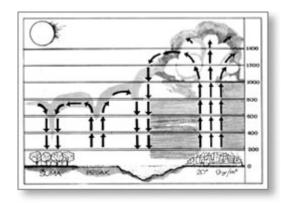
Sud od vatrostalnog stakla, u koji smo usuli vodu i nešto praška u boji, postavimo na električni grejač čija je površina znatno manja od površine dna suda (slika gore). Nakon uključivanja grejača, posle izvesnog vremena, u stanju smo da posmatramo nastala kretanja tečnosti u sudu: iznad središnjeg dela razvijaju se uzlazna, a na perifernim delovima suda silazna kretanja tečnosti. Ovakav tip kretanja materije u nekom fluidu, dakle, u tečnosti ili gasu, nazivamo *KONVEKTIVNO KRETANJE*.

Zbog razlika u zagrevanju nehomogene površine Zemlje razvijaju se slična uzlazna i silazna kretanja vazduha. Ovu pojavu nazivamo *KONVEKCIJOM*. Iznad onih delova Zemljine površine koji se najviše zagrevaju u odnosu na susedne delove, konvekcija se razvija do najveće visine. Često je to upravo iznad urbanih sredina zbog prisustva velike količine betona, asfalta i čelika. Utvrđeno je da se u uzlaznom kretanju vazduh za svakih 100 metara hladi za 1°C. Pri spuštanju, dolazi do isto tolikog porasta temperature. O ovim procesima dizanja i spuštanja vazduha i pri tome hlađenja ili zagrevanja, iz škole se sećamo kao o adijabatskim procesima.

RAZVOJ GOMILASTIH OBLAKA

Pri uzdizanju vazduh se hladi i, ako je uzdizanje dovoljno visoko, dolazi do zasićenja vazduha vodenom parom. Ovo se može jednostavno pokazati ako se opet poslužimo istim primerom kao i pri objašnjenju kako nastaje magla. Neka je jednog letnjeg dana ujutru temperatura vazduha 20°C, a sadržina vodene pare u njemu 9 grama po kubnom metru. Sa porastom ugla pod kojim se

Sunce vidi, u toku prepodneva temperatura vazduha raste. Najviše će porasti iznad urbane sredine, nešto manje iznad peskovitog tla, a najmanje iznad jezera (slika dole). Time će se i vazduh uzdizati do najveće visine iznad urbane sredine, nešto manje iznad peskovitog tla, a iznad relativno hladnih susednih površina jezera i šume razviće se silazna kretanja vazduha. Hladeći se za svakih 100 metara za 1°C, u uzdižućem vazduhu doći će do zasićenja na visini od 1.000 metara. Naime, temperatura vazduha u uzdižućem vazduhu na toj visini iznosiće 10°C, a pri toj temperaturi, kako smo videli, vazduh može da sadrži samo 9 grama vodene pare na jedan kubni metar. Svako dalje dizanje vazduha dovodi do daljeg opadanja temperature, a time i do pojave kondenzacije vodene pare, tj. do stvaranja karakterističnih oblaka gomilaste forme koji liče na karfiol, stručnjaci ih zovu oblaci *VERTIKALNOG RAZVITKA* ili *KUMU-LUSI*.



Na kojoj visini će početi da se razvijaju gomilasti oblaci zavisi od početnih uslova – temperature i sadržine vodene pare u vazduhu. Pri visokim temperaturama i maloj vlažnosti vazduha obrazovanje ovih oblaka izostaje. Pri tim uslovima bilo bi potrebno da se vazduh diže nekoliko hiljada metara uvis da bi došlo do njegovog zasićenja. U tome i leži glavni uzrok zašto leti može danima da vlada vedro vreme, mada zbog jakog dnevnog zagrevanja konvektivna kretanja postoje.

OD GOMILASTOG OBLAKA LEPOG VREMENA DO OLUJNOG OBLAKA

U početnoj fazi gomilasti oblaci su nešto više razvijeni po horizontali nego po vertikali. Takve oblake nazivamo *KUMULUSI lepog vremena* (slika ispod – gornja). Ovi oblaci pojavljaju se uglavnom leti kada je sadržina vodene pare u vazduhu mala. Kada je vazduh dovoljno vlažan, a dnevno zagrevanje veliko, tada od kumulusa lepog vremena, koji se obično pojavljuju oko 9 do 10 časova pre podne, mogu da se razviju "snažni" oblaci vertikalnog razvitka, odnosno *JAKO RAZVIJENI KUMULUSI* (slika ispod – donja). Pojedini od ovih oblaka mogu da se razviju u oblake koji liče na ogromne planine – u olujne oblake, ili kako ih stručnjaci nazivaju *KUMULONIMBUSE*. Vrh olujnog oblaka često ima karakterističan oblik nakovnja.





U gomilastim oblacima lepog vremena i jakim kumulusima razvijena su samo dosta jaka uzlazna kretanja vazduha. Ovi oblaci sastavljeni su samo od sićušnih vodenih kapljica. Kod olujnog oblaka, u njegovom prednjem delu, razvijena su snažna uzlazna kretanja toplog vazduha. U zadnjem delu oblaka preovlađuju silazna kretanja hladnog vazduha sa pljuskovima kiše ili grada (slika dole). Vrh olujnog oblaka može da dostigne visinu od 7.000 do 18.000 metara, a u našim krajevima od 9.000 do 13.000 metara. Zbog veoma niskih temperatura koje vladaju na tim visinama, gornji deo oblaka (nakovanj) sastavljen je od kristalića leda i zato vrhovi ovih oblaka imaju snežnobelu boju.



U zoni pljuska kiše ili grada dolazi do znatnog hlađenja vazduha, tada on postaje teži, te se u toj zoni i razvijaju jaka silazna kretanja vazduha. Nailazeći na zemljinu površinu, hladan vazduh se širi na sve strane, a naročito u onom

pravcu u kojem se oluja kreće. Kao posledica toga, na nekoliko kilometara ispred olujnog oblaka javlja se karakterističan *UDAR VETRA* koji nosi prašinu i lakše, a ponekad i teže predmete. Tek nakon nekoliko minuta posle ovog udara počinje pljusak ili grad, često praćen sevanjem munja i udarima gromova.

Od jako razvijenog kumulusa može se u roku od 5 do 15 minuta razviti olujni oblak. Izgled neba, kada od jakog kumulusa treba očekivati razvoj oluje pokazuje (slika dole). Tipičan izgled olujnih oblaka jedan do drugoga u liniji može se često videti sa jadranske obale ili ostrva ako gledate u pravcu kontinentalnog zaleđa.



DA NAS OLUJA NE IZNENADI

Da nas oluja ne iznenadi pridržavajmo se nekoliko sledećih pravila:

Prvo, budimo uvek obavešteni o stvarnom stanju meteoroloških uslova i prognozi vremena. Izvori obaveštenja su mediji, ali i punktovi kao što su aerodromi, neke pomorske luke i meteorološke ustanove.

Drugo, dok smo angažovani bilo kakvom aktivnošću ili se odmaramo na slobodnom prostoru, povremeno bacimo pogled na nebo. Jer, postoje samo dve mogućnosti: jedna je da se olujni oblak postepeno razvije u lokalnu oluju u rejonu koji pogledom možemo da kontrolišemo, a druga, da oluja naiđe iz nekog pravca i zahvati našu stajnu tačku. U prvom slučaju potrebno je bar 10 do 15 minuta da se iz nekog jačeg kumulusa razvije olujni oblak. U drugom slučaju, pre isto toliko vremena nebo se u nekom pravcu "zatamni" i dobije nekakav "preteći" izgled. U svakom slučaju, 10 do 15 minuta uvek nam je na raspolaganju da preduzmemo odgovarajuće mere pre naleta jakog vetra.

Treće, u kojem pravcu će se kretati olujni oblak koji se razvije u rejonu, ili oluja koja se pojavi u daljini, zavisi od pravca vetra na visini. Pred oluju, uvek se na nebu nalaze pojedinačni oblaci ili grupe gomilastih i nekih drugih oblaka. Određivanjem pravca njihovog kretanja dobićemo odgovor na pitanje da li će olujni oblak zahvatiti mesto gde se nalazimo ili neće. Tako, na primer, ako se oblaci kreću sa jugozapada ka severoistoku, onda svaki olujni oblak koji osmotrimo u pravcu severozapada, severa, severoistoka, istoka i jugoistoka neće zahvatiti našu stajnu tačku.

Četvrto, imajmo u vidu da na našem prostoru najveći broj oluja nailazi sa zapadnog kvadranta, tj. od jugozapada do severozapada. Pored toga, najveći broj oluja javlja se između 15 i 18 časova.

Peto, noćne oluje su ređa pojava i ne nastaju kao rezultat nejednakog zagrevanja površine tla. I o ovim olujama biće reči. I one su, po pravilu, praćene snažnim udarima vetra, pljuskovima kiše ili grada. Ako nas ove oluje uhvate na spavanju, kada kampujemo, posledice mogu da budu vrlo neugodne. Najbolji način odbrane od ovakvih iznenađenja jeste preduzimanje mera, kako u pogledu izbora mesta zadržavanja, tako i u pogledu preduzimanja preventivnih mera koje, u prvom redu, povećavaju izdržljivost šatora ili prikolica.

Mesto kampovanja treba da se nalazi iza prirodnih ili veštačkih zaklona koji zatvaraju pravce prema jugozapadu, zapadu i severozapadu. U šumi vetar toliko može da oslabi da ne predstavlja nikakvu opasnost za šatore i prikolice. Na brisanom prostoru, prikolice, pa i vozila, mogu da budu izloženi tako jakom vetru koji može da ih ispretura.

Vetar

Definicija vetra je jednostavna: to je horizontalno kretanje vazduha. Upravo zato vetar ne možemo potpuno izraziti samo jednim podatkom – brojem, kao što to možemo, na primer, za temperaturu, pritisak, vlagu i neke druge fizičke veličine. Dovoljno je da kažemo da je sobna temperatura 20° i da imamo dosta određen uvid u toplotno stanje u sobi. Međutim, ako kažemo: vetar duva 10 m/sec nismo sve rekli o vetru. Interesuje nas još i pravac i smer duvanja vetra. Vetar je, dakle, vektor, a svaki vektor karakteriše pravac, smer i intenzitet.

Vazduh je providan, ili, kako se to kaže, transparentan i za nas nevidljiv. Prisustvo vazduha, međutim, osećamo udisanjem, osećajem za toplotu ili hladnoću, a naročito kada smo izloženi šibanju vetra, koje može da bude tako jako da nam onemogućava kretanje ili stajanje u uspravnom položaju.

Definicija vetra je jednostavna: to je horizontalno kretanje vazduha. Upravo zato vetar ne možemo potpuno izraziti samo jednim podatkom – brojem, kao što to možemo, na primer, za temperaturu, pritisak, vlagu i neke druge fizičke veličine. Dovoljno je da kažemo da je sobna temperatura 20° i da imamo dosta određen uvid u toplotno stanje u sobi. Međutim, ako kažemo: vetar duva 10 m/sec nismo sve rekli o vetru. Interesuje nas još i pravac i smer duvanja vetra. Vetar je, dakle, vektor, a svaki vektor karakteriše pravac, smer i intenzitet.

Pravac i smer vetra određuju se jednim podatkom pomoću *RUŽE VETROVA* od 16 pravaca ili u stepenima od 0° do 360°. U meteorologiji za pravac vetra uzima

se onaj pravac *ODAKLE VETAR DUVA*. Zato, kada se kaže da je vetar severni, to znači da se vazduh kreće od severa prema jugu, ili sa severa.

Po ruži od 16 pravaca postoje četiri glavna pravca: severni, istočni, južni i zapadni. Ovi pravci se najčešće označavaju početnim velikim slovom reči za odgovarajući pravac, na engleskom jeziku. Tako "N" znači sever, "E" istok, "S" jug i "W" zapad.

Pored glavnih, postoje i četri međupravca i to: severoistok (NE), jugozapad (SW), severozapad (NW) i jugoistok (SE). Za još preciznije određivanje pravca vetra po ruži vetrova ustanovljeno je još osam među-pravaca. Na primer, severseveroistok (NNE), istok severoistok (ENE) itd. Brzina vetra određuje se u metrima u sekundi ili kilometrima na čas.

Pravac vetra meri se vetruljom, a brzina sa tri krstasto postavljene šuplje polulopte. Brzina kružnog kretanja polulopti srazmerna je brzini vetra. Brzina vetra se meri najčešće uređajem – *ANEMOGRAFOM* koji ima prijemni i deo za registraciju. Ovaj uređaj meri vetar u toku celog dana i to trenutnu brzinu, srednju brzinu i pravac vetra.

Iz svakodnevnog života znamo da vetar duva neujednačenom brzinom. Brzina vetra uvek se koleba u manjim ili većim granicama. Kod toplih vetrova, kao što je jugo u Primorju, to kolebanje je malo. Kod hladnih vetrova, kao što su bura u Primorju ili košava u Podunavlju, kolebanje brzine je znatno. Za ove vetrove zato kažemo da duvaju na *UDARE* ili na *MAHOVE*. Brzina tih vetrova znatno varira oko neke srednje vrednosti, čas dostižući maksimum, čas minimum.

KAKO PROCENITI BRZINU VETRA?

U vojsci tokom vežbi, pre upotrebe bojnih otrova i sredstava za zadimljavanje, određeni osmatrači – izviđači izmere pravac i brzinu vetra pomoću poljskog vetrokaza i ručnog instrumenta za merenje brzine vetra. Postavlja se pitanje: kako odrediti brzinu vetra kada, iz bilo kojih razloga, ne raspolažemo opremom i sredstvima za merenje brzine vetra?

Brzinu vetra u tim slučajevima možemo odrediti koristeći se *BOFOROVOM SKALOM*. Admiral engleske mornarice još je 1805. godine ustanovio jednu skalu za procenu brzine vetra, polazeći od efekata vetra na tadašnje plovne objekte. Ova skala kasnije je modifikovana i za upotrebu na kopnu, a na osnovu ponašanja predmeta izloženih vetru.

Ovde nismo postavili pitanje kako odrediti pravac vetra kada ne raspolažemo poljskim ili bilo kakvim drugim uređajem za merenje pravca vetra. Nismo to učinili iz prostog razloga što je određivanje pravca vetra jednostavnije od određivanja njegove brzine. Pravac vetra možemo odrediti po pravcu kretanja

dima, po položaju zastave izložene na slobodnom prostoru, po strani na koju se naginju grane drveća. Osnovni uslov za to, razume se, jeste prethodno određivanje strana sveta.

KAKO NASTAJE VETAR?

Objašnjenje nalazimo u prirodnom zakonu koji važi za sve gasove, pa i vazduh kao smesu gasova. Po tom zakonu, nastanak razlike u pritisku unutar nekog gasa izaziva kretanje molekula gasa iz oblasti sa povišenim pritiskom u oblast sa sniženim pritiskom. Ovo kretanje se održava dok god postoje ma i najmanje razlike u pritisku.

Za ilustraciju tog zakona mogli bismo navesti niz primera. Najočigledniji su isticanje vazduha iz probušene automobilske gume ili probušenog naduvanog dečjeg balona. Isticanje vazduha iz automobilske gume praćeno je jakim "šištanjem", što je znak da vazduh iz gume ističe velikom brzinom, a razlog za to je dva do dva i po puta veći vazdušni pritisak u unutrašnjosti gume od spoljnog vazdušnog pritiska.

Mehanizam nastajanja vetra najlakše je objasniti na primeru razvoja lokalnih vetrova, na primer, vetra koji duva sa mora na kopno u toku letnjih meseci u Primorju. Ovaj vetar je poznat pod imenom *MAESTRAL*. U jednom tipičnom letnjem danu ovaj vetar počinje da duva između 9 i 10 časova pre podne, a prestaje oko 18 ili 19 časova popodne. Da bismo objasnili pojavu ovog vetra posmatrajmo vertikalni presek priobalnog mora i bliže unutrašnjosti kopna (slika dole). Šta se dešava duž ovog preseka u jednom tipičnom letnjem vedrom danu?



Do oko 9 časova pre podne obalsko zaleđe, a time i vazduh iznad njega, primetno se zagreje. Površina priobalnog mora i vazduha iznad nje, u istom periodu, zagreje se znatno manje. Zagrejani vazduh iznad kopna počeće zato da se diže uvis, a iznad mora da se spušta. To će imati za posledicu da pritisak iznad kopna nešto opadne, a iznad mora poraste. Uspostavljanje razlike u pritisku na relaciji kopno – more izazvaće kretanje vazduha u prizemlju sa mora na kopno, tj. počeće da duva maestral. Na visini od više stotina metara uspostavlja se suprotno kretanje i tako nastaje tipična cirkulacija vazduha.

Vetar sa mora poznat je u literaturi kao dnevni vetar i može u nekim primorskim mestima da dostigne brzinu i preko 10 m/sec. Noću se uspostavlja obrnuta cirkulacija vazduha: na obali duva sveži severac, dakle vetar sa kopna,

a na visini vetar sa mora (slika dole). Vetar sa kopna u toku noći jedva prelazi nekoliko metara u sekundi.



Poznavanje karakteristika maestrala korisno je ne samo za pomorce, već i za sve one koji duže ili kraće vreme borave na jadranskoj obali ili ostrvima. Pravilna organizacija sportskih aktivnosti, kao što su jedrenje, skijanje na vodi, veslanje i plivanje, u mnogome zavisi od stepena poznavanja uslova pod kojima se javlja vetar sa mora.

U principu, sasvim slična cirkulacija vazduha nastaje i nad ogromnim prostranstvima na području srednje i unutrašnje Indije. Deo te cirkulacije su *MONSUNSKI* vetrovi u prizemlju.

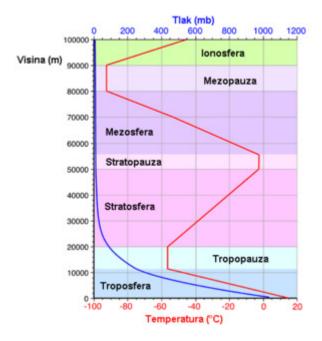
Monsuni duvaju leti sa mora na kopno, dakle kad je Indijski okean hladniji od azijskog kontinentalnog zaleđa. Letnji monsun donosi obilne kiše, ponekad i katastrofalne poplave. Zimi, kada je azijsko kopno ohlađeno, a Indijski okean topao, duvaju hladni suvi severoistočni vetrovi, poznati kao zimski monsuni. Za ove monsune često su vezane dugotrajne suše nad ogromnim indokineskim prostranstvom.

Standardna atmosfera

U atmosferi se vrši stalna neperiodična smena toplog i hladnog vremena, a kao rezultat toga – temperatura, vlažnost i pritisak vazduha menjaju se u širokim granicama.

U umerenim širinama temperatura vazduha u prizemlju menja se u granicama od oko -40°C do +40°C, pritisak vazduha od oko 940 do oko 1.050 milibara, vlažnost vazduha od oko 20 do 100 odsto i vetar od tišine do gotovo orkanske jačine.

Atmosferu koju karakterišu srednje vrednosti meteoroloških elemenata nazivamo *STANDARDNA ATMOSFERA* ili *MEĐUNARODNA STANDARDNA ATMOSFERA*. Ovu atmosferu reprezentuju srednje vrednosti pritiska, temperature i gustine vazduha za svaki nivo, počev od površine mora da 30.000 metara.



Uslovi standarne atmosfere na morskom nivou su: pritisak 1.013 milibara, temperatura vazduha 15°C, gustina vazduha 1,225 kilograma po kubnom metru i tiho. Sa visinom vrednosti standardne atmosfere se menjaju po određenim zakonima, temperatura vazduha linearno, a pritisak i gustina vazduha eksponencijalno.

Međunarodna standardna atmosfera služi da se, na osnovu merenja stvarne raspodele temperature, pritiska i gustine vazduha sa visinom, svakodnevno određuju odstupanja njihovih veličina od standardnih uslova. Ova odstupanja se redovno koriste za određivanje stvarnih performansi vazduhoplova, balističkih raketa, artiljerijskih zrna i drugog.

Oblaci i padavine

Ako bismo hteli da se potanko upoznamo sa međunarodnom klasifikacijom oblaka i njihovim karakteristikama, to bi značilo govoriti o 50 vrsta oblaka i sresti se sa isto toliko njihovih imena na latinskom. Poznavanje tolikog broja oblaka, ipak, ostavimo stručnjacima. Za nas će biti dovoljno da upoznamo jednu uprošćenu klasifikaciju oblaka. Po visini na kojoj se javljaju, oblake delimo na VISOKE, SREDNJE i NISKE, a prema izgledu i načinu njihovog postanka na:

- GOMILASTE OBLAKE ili KUMULUSE,
- SLOJASTE OBLAKE ili STRATUSE,
- SLOJASTO-GOMILASTE ili STRATOKUMULUSE.

Visoki oblaci javljaju se na visinama iznad 6.000 metara, srednji u sloju između 2.000 i 6.000, a najčešće na oko 3.000 metara. Niski oblaci javljaju se

u sloju od zemljine površine do 2.000 metara. Oblaci vertikalnog razvitka, o kojima smo već govorili, predstavljaju posebnu porodicu oblaka i to zbog toga što njihova donja osnova najčešće leži na oko 1.000 metara, a vrhovi mogu dopirati čak do stratosfere.

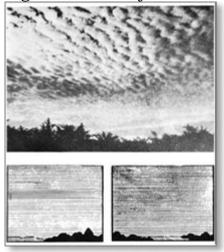
Visoki oblaci bitno se razlikuju od svih ostalih oblaka, jer u prisustvu ovih oblaka senke predmeta na suncu ne gube potpuno svoju oštrinu. Visoki oblaci su sastavljeni od ledenih kristalića, pa su zbog refleksije Sunčevih zraka na njima bele boje i lako se prepoznaju. Po izgledu su vlaknasti ili perjasti. Kada visoki oblaci prekrivaju celo nebo ili veći deo nebeskog svoda, oko Sunca i Meseca često se javlja karakteristična optička pojava koju nazivamo *KRUG* ili *OREOL*.

Krug oko Sunca ili Meseca uvek je bele boje, a oreol je sastavljen od duginih boja. Tipičan izgled perjasto-slojastog *CIRUSA* i slojastog *CIROSTRATUSA* sa krugom oko Sunca pokazuje (slika dole).



Srednji oblaci javljaju se kao slojasto-gomilasti i slojasti. Prve stručnjaci nazivaju *ALTOKUMULUSI*, a druge *ALTOSTRATUSI*. Slojasto-gomilasti se javljaju u vidu relativno malih gomila, grumena ili brazda, a ponekad imaju veoma izrazitu talasnu strukturu. Srednji slojasti oblaci liče na ogromno tamno-sivo ćebe, prostrto po većem delu neba ili preko celog nebeskog svoda. Kada su srednji slojasti oblaci tanki, kroz njih se Sunce vidi kao mrlja. Tipičan

izgled srednjih slojasto-gomilastih i slojastih oblaka prikazan je na slici



Niski oblaci javljaju se kao slojasto-gomilasti i slojasti. Prve stručnjaci nazivaju *STRATOKUMULUSI*, a druge *STRATUSI*. Posebna vrsta niskih oblaka su slojasto-kišni oblaci ili *NIMBOSTRATUSI*. Stratokumulusi su tamnosive boje i obično ne pokrivaju celo nebo. Iz ovih oblaka samo u izuzetnim slučajevima može da pada slaba kiša ili slab sneg. Stratusi su veoma niski i za njih se često kaže "podignuta magla". Prisustvo ovih oblaka asocira na "tmurno vreme" bez kiše ili snega.

Stratusi ponekad leže toliko nisko da se vrhovi visokih građevina ne vide. Iz ovih oblaka može da pada izmaglica, vrsta kiše čije su kapljice toliko malene da pri padanju jedva savlađuju otpor vazduha. Kada se posmatraju prema noćnom svetlu čini se kao da lebde u vazduhu.

Slojasto-kišni nimbostratusi su tamnosivi oblaci koji, kao što im ime kazuje, redovno daju kišu ili sneg. Gledajući odozdo konture ovih oblaka, jedva se zapažaju. Ovi oblaci nose kišu ili sneg koji smanjuju vertikalnu vidljivost. Po pravilu, ovi oblaci redovno daju dugotrajne padavine umerenog intenziteta, često sa kraćim prekidima. Tipičan izgled niskih oblaka prikazan je na slici dole.



Sve oblake, sortirane po visini na kojima se stvaraju, izvanredno lepo ilustruje vizija jednog umetnika (slika dole).



OSMATRANJE OBLAKA

Osmatranjem oblaka utvrđuje se njihova *KOLIČINA*, *VRSTA* i *VISINA DONJE GRANICE* – *BAZA OBLAKA*. Količina oblaka ocenjuje se odokativno. To se radi

na taj način što ceo nebeski svod zamislimo kao celinu od 8/8. Kada oblaci prekriju polovinu neba kaže se da je količina oblaka 4/8. Četvrtina neba pokrivena oblacima biće ocenjena kao 2/8. Kada nema oblaka 0/8. Kada se kaže da je količina oblaka 4/8, to nikako ne znači da su se oblaci na nebu tako "postrojili" da je jedna polovina neba oblačna, a druga vedra. Razbacane oblake ili grupe oblaka osmatrač u mislima spaja u celinu i procenjuje njihovu količinu.

Pri osmatranju oblaka uzima se u obzir *UKUPNA* količina, dakle računajući prisustvo visokih, srednjih i niskih oblaka. Za potrebe vazduhoplovstva posebno se procenjuje količina niskih oblaka. Kada, na primer, nebo prekrivaju samo visoki oblaci, to će biti ocenjeno kao 8/8, mada prisustvo ovih oblaka ne asocira na oblačno vreme. Neprofesionalnog osmatrača oblačno vreme asocira na prisustvo niskih ili srednjih oblaka koji pokrivaju celo nebo.

Visina donje granice određuje se samo za nisku oblačnost. I ovo se može vršiti odokativno, ali pri tome mogu da se učine i grublje greške, naročito u ravnicama. U planinskim predelima referentni nivoi su poznate visine okolnih brda i planinskih vrhova i prevoja, te su greške u oceni visine donje granice niskih oblaka male. Na aerodromima, visina niskih oblaka meri se elektronskim uređajima. U poslednje vreme sve češće su u upotrebi laserski merači. Princip merenja je isti kao i radarom: meri se vreme koje protekne od momenta odaslatog impulsa do prijema reflektovanog signala od osnove oblaka. To vreme se deli sa dva i tako dobija visina oblaka. Na odgovarajućoj traci vrši se neprekidan zapis visine oblaka.

NEŠTO O PADAVINAMA

Mnoge aktivnosti moguće je izvoditi u uslovima padavina, ali to znači u ambijentu otežanih uslova. Otuda treba reći nešto i o padavinama. Korisno je znati da se sve padavine mogu podeliti u dve grupe: padavine koje se stvaraju na zemlji i one koje padaju iz oblaka.

U prvu grupu spadaju: rosa, slana, poledica i inje i stručnjaci ih nazivaju *LITOMETEORIMA*.

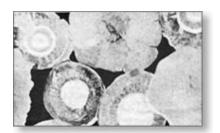
U drugu grupu spadaju: kiša, izmaglica, sneg, susnežica i grad, a stručni naziv je *HIDROMETEORI*.

Rosa i slana se javljaju u jutarnjim časovima iz istih onih razloga iz kojih se javlja i magla: kondenzacijom vodene pare na ohlađenim predmetima zemljine površine (rosa), odnosno sublimacijom vodene pare kada površina Zemlje i predmeti na njoj dostignu temperaturu ispod nula stepeni (slana).

Da bismo objasnili nastanak poledice, podsetimo na činjenicu da vodene kapljice u oblacima i kapljice kiše mogu da se održe u tečnom stanju i pri temperaturama znatno ispod nule. Eksperimentima je dokazano da se najsitnije kapljice vode, prečnika nekoliko mikrona, mogu da održe u tečnom stanju i pri temperaturi od -35°C. Relativno velike kapi, kao što su kišne, mogu da ostanu u tečnom stanju pri temperaturama nekoliko stepeni ispod nule. Oblačne kapljice i kapljice kiše čija je temperatura ispod nule, nazivamo *PREHLAĐENIM KAPLJICAMA*. Osobina ovih kapljica je da se pri dodiru sa bilo kojim predmetom trenutno mrznu. I najčešći način nastajanja poledice je upravo taj: kapljice prehlađene kiše, udarajući u zemljinu površinu i predmete na njoj, trenutno se mrznu stvarajući ledenu koru. Poledica ovog tipa može da bude veoma opasna pojava. Mostar je, na primer, 1960. godine bio tri dana odsečen od sveta zbog nezapamćeno intenzivne poledice, zapravo ledene kiše koja je za kratko vreme nataložila više od 10 cm leda.

Poledica može da nastane i mržnjenjem mokre zemlje i predmeta na njoj ako temperatura opadne ispod nule.

Kiša je u većini slučajeva rezultat spajanja sitnih kapljica. Uzastopnim spajanjem nastaju kišne kapljice, težine dovoljne da savladaju otpor vazduha i uzlazne struje u oblacima. Na sličan način, spajanjem kristalića leda u oblacima čija je temperatura ispod nule, nastaje sneg. U olujnim oblacima kišne kapljice mogu jakim uzlaznim strujama da budu podignute do nivoa mržnjenja. Jednom zamrznute kišne kapljice mogu i po nekoliko puta da budu podignute do nivoa mržnjenja. Tada se svaki put oko njih stvara led, te grumuljice narastaju slojevito, slično glavici luka, dok ne postanu tako teške da savladaju uspone struje i padaju kao grad (slika dole).



Na slici mogu da se vide zrna grada u prirodnoj veličini. Neka od njih su rasečena, pa se lepo vidi slojevitost njihove građe. Broj slojeva govori o tome koliko je puta grumuljica leda padala kroz oblak i bivala ponovo podignuta na velike visine.

Put do vremenske karte

Vremenske karte dostupne su danas većini građana. Razni televizijski studiji, kako domaći, tako i strani, daju na kraju svojih informativnih emisija prognozu vremena za sledeći dan i izglede vremena za narednih nekoliko dana. Pri tome se stručnjaci ili specijalni komentatori služe uprošćenim šemama za prikazivanje stvarnog stanja meteoroloških uslova i njegovog daljeg razvoja. Poneki televizijski studiji svoje komentare o vremenu proprate i originalnim vremenskim kartama.

Na aerodromima, pomorskim lukama, većim brodovima, a u poslednje vreme i u većim turističkim centrima na odgovarajućim mestima izlažu se vremenske karte koje stručnjaci nazivaju sinoptičke karte.

Vremenska karta predstavlja deo Zemljine površine na kojoj su ucrtani meteorološki podaci za termin za koji se karta crta. Meteorološki podaci ucrtavaju se oko kružića koji predstavljaju položaje meteoroloških stanica, a za to se koriste specijalni znaci. Na vremenskoj karti često je obuhvaćeno veliko područje kao što je, na primer, Evropa sa delom Atlantskog okeana.

U velikim svetskim meteorološkim centrima, kao što su Moskva i Vašington, izrađuju se svakodnevno sinoptičke karte koje obuhvataju prostor cele Severne ili Južne hemisfere. Za potrebe letenja, pomorstva i druge izrađuju se sinoptičke karte koje obuhvataju samo nacionalnu teritoriju.

Za izradu sinoptičkih karata potreban je veliki broj meteoroloških podataka. Zato svaka država organizuje nacionalnu mrežu meteoroloških stanica. Na teritoriji bivše SFRJ, na primer, takvih stanica je bilo oko stotinu, od kojih 30 imaju međunarodni karakter, tj. na njima se vrše meteorološka osmatranja ne samo za nacionalne, nego i za međunarodne potrebe.

Na tim stanicama meteorološki osmatrači vrše osmatranja na svaka tri časa. Na aerodromskim stanicama meteorološka osmatranja se vrše čak na svakih pola časa. Svi podaci u jednom terminu šifruju se određenim međunarodnim kodovima i putem radija ili telefona dostavljaju nacionalnim meteorološkim centrima. Prikupljene podatke od svake pojedine meteorološke stanice nacionalni centri dostavljaju svim korisnicima u zemlji i inostranstvu. Ovi centri, isto tako, vrše i prijem meteoroloških podataka od svetskih i regionalnih meteoroloških centara (London, Pariz, Ofenbah, Rim i drugi). Treba imati u vidu da je za potrebe prognoze vremena samo za naredni dan potrebno svakodnevno raspolagati meteorološkim podacima iz čitave Evrope i to najmanje na svakih šest sati dnevno.

U našoj zemlji sinoptičke karte raznih razmera izrađuju se u Hidrometeorološkom zavodu i aerodromskim meteorološkim centrima. U tim ustanovama prijem meteoroloških podataka vrše organi veze, ucrtavanje na sinoptičke karte meteorološki tehničari, a analizu sinoptičkih karata vrše sinoptičari, odnosno prognostičari, dakle stručnjaci koji se bave prognozom vremena.

Vreme u jednoj meteorološkoj stanici predstavlja se na taj način što se ucrtavaju znaci ili brojke za: *UKUPNU KOLIČINU OBLAČNOSTI, VRSTU OBLAKA, KOLIČINU I VISINU NISKIH OBLAKA, TEMPERATURU, PRITISAK, HORIZONTALNU VIDLJIVOST* i *METEOROLOŠKE POJAVE*.

Na sinoptičkim kartama položaj meteorološke stanice označen je malim praznim kružićem. Unutrašnjost kružića služi za ucrtavanje podataka o ukupnoj oblačnosti, a po određenoj međunarodno usvojenoj šemi svi ostali podaci ucrtavaju se oko kružića stanice. Gde god je to bilo moguće težilo se da znak svojim izgledom podseća na prirodni meteorološki element ili pojavu. Dovoljno je poznavati dvadesetak najvažnijih znakova da bi se uspešno čitala sinoptička karta. Uzgred, za opisivanje niza detalja broj znakova je gotovo sedam puta veći. Evo tih neophodnih dvadesetak znakova koje je poželjno memorisati:



Karakter, odnosno intenzitet padavina, kiše, snega i druga, predstavlja se sa dva, tri ili četiri odgovarajuća znaka za pojavu:



Za vetar se koristi znak koji podseća na zastavicu. Štap zastavice predstavlja pravac odakle vetar duva, a broj i veličina poprečnih crtica njegovu brzinu.

Dakle, svaka duža crtica predstavlja brzinu vetra od 5 m/sec, upola kraća 2,5 m/sec, a ispunjen trougao 25 m/sec. Mala ukoso postavljena crtica koristi se za označavanje vrlo slabih vetrova.

Za slojasto-kišne oblake koristi se isti znak kao i za guste srednje oblake, ali sa naznakom visine donje granice oblaka. Često se ispod slojastih kišnih oblaka nalaze iskidani tamni oblaci ili oblaci ružnog vremena, kako ih obično nazivamo.

Ucrtavanje znakova i brojeva oko kružića stanice vrši se po međunarodno usvojenom modelu (slika dole). Potpuna šema obuhvata i neke detalje kao što su ekstremne temperature, veličina i karakter promene pritiska, stanje zemljišta, količina padavina u poslednjih 12 časova, vreme u prošla tri i u prethodnom času.

Iznad i desno od kružića stanice, podatak o vazdušnom pritisku ucrtava se sa tačnošću do jednog desetog dela milibara, ali tako što se uzimaju samo tri poslednje cifre. Na primer, za pritisak od 1.017,2 mb, pored kružića se ucrta broj 172, ili za 1.004,7 mb ucrta se broj 047. Potrebno je, dakle, broju ucrtanom pored kružića dodati 10 i čitati pritisak. Ako, međutim, trocifreni broj počinje brojem 8 ili 9, ispred trocifrenog broja se stavlja 9, a ne 10. Ako bi se upisalo 10, dobio bi se nemoguć pritisak. Tako, na primer, ako bi se ispred 957 stavilo 10, dobili bismo 1095,7 mb. A vazdušni pritisak izuzetno prelazi veličinu od 1.050 mb.



Iskoristimo sada znanje o znakovima i šemi po kojoj se oni ucrtavaju na sinoptičke karte oko kružića stanice i pokažimo na nekoliko primera kako se na dosta jednostavan, pa čak i duhovit način, predstavlja vreme u jednoj meteorološkoj stanici.



Sada smo već u stanju da na osnovu ucrtanih meteoroloških podataka na sinoptičku kartu naše zemlje, izvršimo i analizu stanja vremena, odnosno da steknemo precizan uvid u prostorni raspored meteoroloških uslova na našoj teritoriji u bilo kojem trenutku.

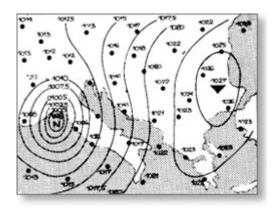
Uz malo vežbe dovoljan je letimičan pogled na kartu da bismo zaključili da je u zapadnoj polovini zemlje oblačno sa kišom, a u istočnoj polovini malo do umereno oblačno i suvo. Vetrovi i temperature vazduha oštro se razlikuju: u severozapadnim predelima duvaju severni i severozapadni vetrovi brzinom 5 do 15 m/sec, a temperature se kreću između 7 i 10°C; u istočnim predelima duvaju jugoistočni i južni vetrovi brzinom 5 do 10 m/sec, a temperature se kreću između 17 i 25°C. Uzimajući u obzir oštre razlike u vetrovima i temperaturi, lako zaključujemo da je zapadnu polovinu zemlje zahvatio talas hladnog vazduha.

Analiza vremena

Brojne podatke koji se, kako smo videli, ucrtavaju na sinoptičke karte, potrebno je temeljito analizirati da bi se što preciznije ustanovio trenutni karakter vremena i time pripremio teren za solidnu prognozu vremena. Analiza vremena uglavnom se sastoji u tome da se ustanove područja niskog i visokog pritiska, položaj i karakter vazdušnih masa i granica među njima.

UZAJAMNA VEZA IZMEĐU PRITISKA I VETRA

Da bi se ustanovili položaji niskog i visokog pritiska potrebno je analizirati ucrtane podatke o vazdušnom pritisku svedenom na morski nivo. To se vrši čitanjem linija koje spajaju sva mesta sa istim pritiskom, a koje nazivamo *IZOBARE* (crtež ispod).



Izobare se crtaju na sinoptičke karte krupne razmere, kao što su sinoptičke karte bivše SFRJ, na svakih 2 ili 2,5 mb, a na sinoptičke karte sitne razmere, kao što su sinoptičke karte Evrope, one se crtaju na svakih 4 ili 5 mb. Iz gornje slike vidimo da bi bilo otežano precizno ustanovljavanje raspodele pritiska na određenoj teritoriji samo na osnovu posmatranja i upoređivanja podataka o vazdušnom pritisku od stanice do stanice. Nakon ucrtavanja izobara, međutim, uvid u raspodelu pritiska dobijamo gotovo trenutno – jednim pogledom. Tako, u našem primeru, vidimo da je nizak vazdušni pritisak lociran u Đenovskom zalivu, a visok iznad Bugarske. Ucrtane izobare, pored toga, jasno pokazuju u kojem pravcu vazdušni pritisak najbrže opada. U našem slučaju pritisak u našoj zemlji najbrže opada od istoka prema zapadu.

Na osnovu onoga što smo govorili o postanku vetra, trebalo bi očekivati da vetrovi duvaju u onom pravcu gde pritisak najbrže opada, tj. u pravcu normalnom na izobare. Isto tako trebalo bi očekivati da jači vetrovi duvaju tamo gde su izobare gušće. Jači stoga što ista razlika u pritisku, između izobara, a na manjem normalnom rastojanju između njih, izaziva jači vetar. Na dva puta manjem rastojanju između izobara duvaju dva puta jači vetrovi, a na četiri puta manjem rastojanju četiri puta jači vetrovi.

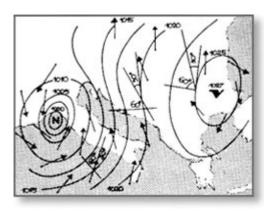
Na kretanje vazdušnih čestica, odnosno vetar, ne utiče samo sila koja nastaje zbog razlika u vazdušnom pritisku. Na njih deluju i neke druge sile, kao što su *SILA DEVIJACIJE* i *SILA TRENJA*. Otuda vetrovi ne duvaju u pravcu najbržeg pada pritiska, dakle najkraćim putem od višeg ka nižem vazdušnom pritisku.

Sila devijacije deluje na sva tela u kretanju na Zemljinoj površini ili iznad nje, u atmosferi, pa tako i na vazdušne čestice, tj. vetar. Delovanje sile devijacije lako je razumeti ako se uzme u obzir činjenica da se naša planeta Zemlja okreće oko svoje ose prilično velikim perifernim brzinama. Pri tome, zemaljski geografski polovi u toku 24 časa ne prave nikakav kružni put, a najveći kružni put prave mesta na ekvatoru. Periferna brzina mesta na polovima je nula, a na ekvatoru približno 1.660 km/h. Smanjivanjem geografske širine mesta, periferne brzine rastu.

U svom kretanju sa juga ka severu čestice vazduha, na osnovu zakona inercije, teže da zadrže veće periferne brzine i zato skreću ka severoistoku i istoku, tj. udesno u pravcu njihovog kretanja. Obrnuto, pri njihovom kretanju od severa ka jugu, one teže da zadrže manje periferne brzine i tako "zaostaju", što se opet manifestuje skretanjem udesno. Sila devijacije, dakle, deluje na vetar tako što ga postepeno skreće udesno na severnoj polulopti, odnosno ulevo na južnoj.

Važno je ovde ukazati i na to da pri kretanju vazdušnih čestica u prizemlju dolazi do njihovog sudaranja sa prirodnim i veštačkim predmetima na Zemljinoj površini, čime se deo njihove kinetičke energije troši. To trošenje kinetičke energije manifestuje se smanjivanjem njihove brzine kretanja, odnosno smanjivanjem brzine vetra. Delovanje neravnina Zemljine površine na vetar poistovećujemo sa delovanjem sile trenja. Ova sila najveći uticaj ispoljava na vetar u prizemlju, dakle na onaj sloj vazduha koji je pri kretanju u neposrednom dodiru sa Zemljinom površinom i predmetima na njoj. Zato u šumi i u naseljenim mestima brzina vetra može da bude i nekoliko puta manja nego na otvorenom prostoru.

Pod dejstvom sile koja nastaje zbog razlika u pritisku, sile devijacije i sile trenja, vetrovi u prizemlju duvaju za oko 60° udesno od pravca najbržeg pada pritiska, ili ulevo za oko 30° od izobara (crtež dole). U planinskim predelima odstupanja uglova mogu da budu veća.



CIKLONI I ANTICIKLONI

Već posle malog iskustva u radu na sinoptičkim kartama primećeno je da se na njima javljaju određeni karakteristični oblici u raspodeli pritiska, a naučnici su im ubrzo dali odgovarajuća imena – cikloni i anticikloni.

Ciklon karakterišu, manje ili više, kružne izobare sa najnižim pritiskom u njegovom centru. Takva raspodela pritiska u ciklonu uslovljava da vetrovi u prizemlju duvaju tako da stvore jednu spiralnu cirkulaciju vazduha od periferije ka centru, i to u pravcu obrnutom kretanju kazaljki na časovniku. Centar ciklona obeležava se slovom N (nizak). Zbog neprekidnog priticanja

vazduha sa periferije, u centralnim predelima ciklona mora da se uspostavi uzlazno kretanje vazduha.

Anticiklon, kao što i ime kazuje, nešto je po karakteristikama sasvim suprotno od ciklona. U njemu je najveći pritisak u centru i opada ka periferiji. Cirkulacija vazduha i ovde je spiralna, ali od centra ka periferiji i u pravcu kretanja kazaljki na časovniku. Zbog neprekidnog isticanja vazduha iz centralnih predela anticiklona, na visinama se uspostavlja vertikalno strujanje vazduha prema zemlji. Centar anticiklona obeležava se slovom V (visok).

Postoje još dva karakteristična oblika u raspodeli vazdušnog pritiska: *DOLINA NISKOG PRITISKA* i *GREBEN VISOKOG PRITISKA*. Dolina je svako primetno ispupčenje iz ciklona, a greben svako primetno ispupčenje iz anticiklona. Cikloni, anticikloni, doline i grebeni po svom izgledu na sinoptičkim kartama podsećaju na topografske oblike reljefa na topografskim kartama gde "ulogu" izobara igraju izohipse.

Cikloni i anticikloni imaju prečnike od nekoliko stotina do nekoliko hiljada kilometara. Oni se kreću prosečnom brzinom od oko 30 km/h i uglavnom sa zapada na istok. Jako razvijeni cikloni i anticikloni kreću se vrlo sporo, tako sporo da ih ponekad nazivamo stacionarnim ciklonima i anticiklonima. Oni mogu da zahvate ogromna prostranstva, na primer celu Evropu, i da se na njima zadrže danima, a ponekad i nedeljama.

Uzgred da napomenemo da se u emisijama posvećenim prognozi vremena u TV studijima kod nas za označavanje položaja ciklona upotrebljava slovo C, a anticiklona slovo A.

RASPODELA PRITISKA I VREME

Ono što je oduševilo naučnike već nakon kraćeg iskustva u radu sa sinoptičkim kartama, bilo je opažanje da u ciklonima i dolinama niskog pritiska uglavnom vlada ružno vreme, a u anticiklonima i grebenima visokog pritiska lepo vreme.

Pošto su cikloni i anticikloni, doline i grebeni pokretni sistemi, to znači da se i vreme karakteristično za njih premešta zajedno sa njima. Tako, na primer, kada ciklon iz zapadnog Sredozemlja u svom kretanju ka severoistoku zahvati naše predele, dolazi do smene lepog sa ružnim vremenom. Odlaskom ovog ciklona dalje na istok, vreme kod nas opet je podložno promenama. Pošto su prolasci ciklona, dolina, anticiklona i grebena preko neke teritorije neperiodične pojave, neperiodične su i smene lepog i ružnog vremena.

Važno je uvek imati u vidu da cikloni, anticikloni, doline i grebeni imaju svoj život: nastaju, dostižu maksimum u svom razvoju, a zatim iščezavaju – nestaju. Život jednog ciklona traje u proseku nekoliko dana. Samo vrlo prostrani anticikloni, ređe cikloni, mogu da egzistiraju više nedelja.

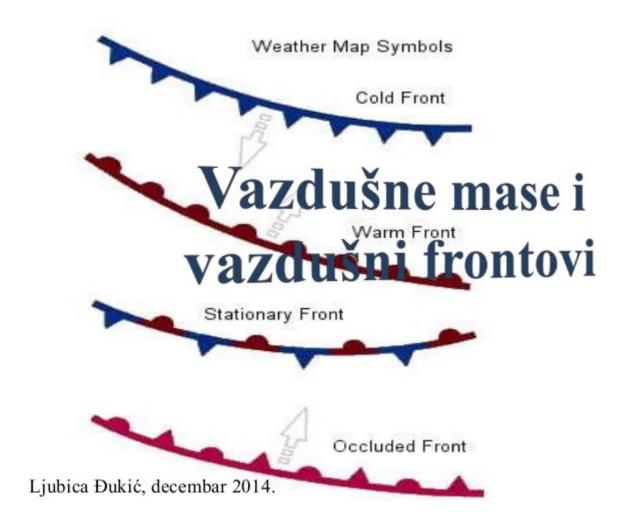
Već smo sada u stanju da izvedemo i prve zaključke o teorijskim i praktičnim osnovama prognoze vremena. Izradom sinoptičkih karata, kojima se obuhvataju velika područja, utvrđujemo položaje ciklona, anticiklona, dolina i grebena. Uzastopnom izradom i upoređivanjem ovih karata otkrivamo pravce i brzine njihovog kretanja i njihovu evoluciju. Najzad, primenjujemo određena iskustvena i druga pravila u prognozi kretanja i evolucije ciklona, anticiklona, dolina i grebena. Koliko smo u ovoj prognozi uspešni, toliko smo uspešni i u prognozi vremena, ne samo za opšte potrebe, nego i za specijalističke prognoze kao što su prognoze koje se koriste u meteorološkom obezbeđenju vazdušnog i pomorskog saobraćaja.

Vazdušne mase

Još mi je u živom sećanju decembar jedne davne godine. Tada smo nešto slavili u Domu vazduhoplovstva u Zemunu. Uveče je temperatura vazduha iznosila +18°C, dakle za to doba godine, izuzetno toplo. Kada smo negde oko pet časova ujutru napustili Dom, imali smo šta i da vidimo: već se bilo nahvatalo desetak santimetara snega. Šta je to izazvalo tako naglu smenu toplog sa hladnim vremenom?

Izuzetno toplo vreme uveče bila je posledica prodora toplog saharskog vazduha preko Mediterana na našu teritoriju i na ceo Balkan. Oko pola noći došlo je do prodora hladnog vazduha sa severozapada, i to je bio uzrok nagle promene vremena.

Već nam i ovaj primer ukazuje na postojanje različitih vazdušnih masa, od kojih su jedne hladne, a druge tople. Njih definišemo kao ogromne količine vazduha sa, manje ili više, jednorodnim meteorološkim elementima i pojavama.



KAKO NASTAJU VAZDUŠNE MASE?

Kopno se, kao što znamo, brzo zagreva, ali isto tako brzo i hladi. Okeani i mora u tom pogledu su jako inertni: sporo se zagrevaju, ali se isto tako sporo i hlade. Neposredna posledica ove veoma važne osobine kopna i mora je što su u umerenom pojasu kontinenti zimi veoma ohlađeni. Njihova prosečna temperatura je za oko 10 -15°C niža nego na površini okeana i mora na istim geografskim širinama. Zato se zimi nad kontinentima, naročito iznad Sibira, Kanade i evropskog dela Rusije, stvaraju hladne, a iznad okeana i mora, na istim geografskim širinama, tople vazdušne mase. Leti, pak, iznad kopna se razvijaju tople, a iznad okeana i mora hladne vazdušne mase.

Vazdušne mase koje se stvaraju u predelima umerenih širina nazivamo *VAZDUŠNE MASE UMERENIH ŠIRINA*, a u zavisnosti iznad kakve podloge se stvaraju mogu da budu kontinentalne vazdušne mase umerenih širina ili morske vazdušne mase umerenih širina.

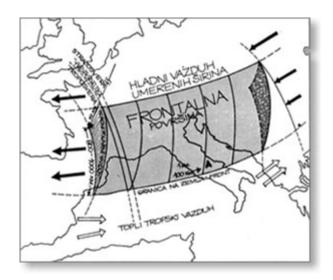
Iznad suptropskih širina Atlantskog i Tihog okeana stvaraju se tropske tople morske vazdušne mase, a iznad Sahare, pa i cele severne Afrike i Arabijskog poluostrva, stvaraju se tropske tople kontinentalne vazdušne mase.

Hladne vazdušne mase iz mesta formiranja povremeno kreću i prodiru daleko na jug i jugoistok donoseći zahlađenje u regionima koje na svom putu zahvataju. Istovremeno, tople vazdušne mase povremeno kreću daleko prema severu i severoistoku donoseći toplo vreme, uz osetan porast temperatura. Na taj način se u umerenim širinama odvija večita neperiodična smena hladnih sa toplim vazdušnim masama u toku cele godine.

U svom kretanju ka južnijim geografskim širinama, hladne vazdušne mase se zagrevaju od toplije površine Zemlje ili mora iznad kojih se kreću. Na taj način, u hladnim vazdušnim masama razvija se konvekcija praćena stvaranjem gomilastih oblaka sa lokalnim pljuskovima i grmljavinama. Tople vazdušne mase u svom kretanju ka severu intenzivno se hlade od površine zemlje ili mora. Zbog hlađenja dolazi često do kondenzacije vodene pare i stvaranja sumaglica, magli i niskih slojastih oblaka. To se redovno dešava u hladnoj polovini godine, a naročito zimi. Leti, u toplim vazdušnim masama preovlađuje lepo vreme.

Atmosferski frontovi

Na granicama između dve različite vazdušne mase dolazi do sukobljavanja hladne i tople vazdušne mase. Ovu granicu stručnjaci nazivaju ATMOSFERSKI FRONT ili samo FRONT. Ovaj pojam je preuzet iz vojne terminologije (front je linija duž koje se sukobljavaju dve protivničke vojske). Za razumevanje važnih mehanizama vremenskih procesa vezanih za atmosferske frontove, veoma je važno da se shvati prostorni izgled granice između dve različite vazdušne mase.



Ta granica nije i ne može da bude neki vertikalni nevidljivi zid. Takva granica, na primer, ne može da postoji ni između vode i ulja. Naime, ako bismo u nekom sudu vodu i ulje pregradili vertikalnom tankom pregradom, a onda je naglo izvukli, molekuli vode počeli bi brzo da se kreću ka ulju i nadole, a molekuli ulja ka vodi i nagore. Ovo kretanje bi trajalo vrlo kratko, a krajnji rezultat tog kretanja bio bi položaj vode odozdo, a ulja odozgo.

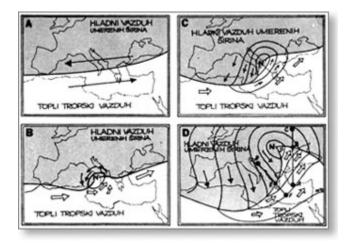
Po analogiji, ovako se ponašaju i dve različite vazdušne mase u dodiru i između njih ne može da postoji granica u obliku vertikalnog zida. Ustanovljeno je, teorijski i praktično, da je granica između dve različite vazdušne mase koso položena površina. Njen ugao je čak manji od 1° u odnosu na Zemljinu ili morsku površinu (crtež gore). Ispod koso položene površine leži hladna vazdužna masa, a iznad topla vazdušna masa.

Na gornjem crtežu vidi se frontalna površina i njen presek. Površinu koja razdvaja dve različite vazdušne mase nazivamo *FRONTALNA POVRŠINA*. Njen presek sa Zemljinom površinom nazivamo linija fronta na zemlji ili samo front. Kažimo još i to da se granica između vazdušne mase umerenih širina i tropske vazdušne mase naziva *POLARNI FRONT*. Ovaj front bitno utiče na vreme u celoj Evropi.

STVARANJE VRTLOGA NA FRONTU

U stvaranju talasa na vodi presudna su dva faktora: razlika u gustini vode i vazduha i razlika u brzini njihovog kretanja. Sama razlika u gustini ne može da dovede do stvaranja talasa. Zato, kada je tiho – talasa nema. Nešto se u principu slično dešava i na frontalnoj površini između donjeg hladnog i gornjeg toplog vazduha kada razlike u gustini i brzini kretanja dostignu određene kritične vrednosti. Talasi koji se stvaraju na frontalnoj površini ogromnih su razmera. Njihova dužina obično prelazi 1.000 km. Kada se zatalasa frontalna površina, zatalasa se i granica između hladne i tople vazdužne mase na Zemlji, tj. front.

Naoružani ovim pojedinačnim znanjima o vazdušnim masama i atmosferskom frontu, možemo sa lakoćom pratiti pojavu talasa na frontu i njegovu evoluciju, kao i sve posledice po vremenska zbivanja koja iz toga proističu. Neka, na primer, na prostoru Mediterana paralelno frontu duvaju istočni vetrovi u hladnom vazduhu umerenih širina, a zapadni u toplom tropskom vazduhu (crtež dole). Zbog razlika u gustini i brzini vetra u vazdušnim masama duž njihove granice dolazi do stvaranja talasa (B). Pojavu talasa prati pad pritiska i to najpre u predelu grebena talasa. Zato se u ovoj fazi razvoja talasa na sinoptičkoj karti pojavljuje jedna ili dve zatvorene izobare sa najnižim pritiskom u centru.



Kao što i sami možemo zapaziti, stvaranjem talasa vidno je poremećeno strujanje vazduha sa jedne i sa druge strane fronta na prostoru talasa. Na prednjoj strani talasa, odnosno u grebenu talasa, front se pomerio ka severu, a na zadnjoj strani, u dolini talasa, front se pomerio ka jugu. Praktično, to znači da se u rezultatu stvaranja talasa topla vazdušna masa pokrenula ka severu, a hladna ka jugu. U toku dalje evolucije amplituda talasa raste, tako da hladna vazdušna masa prodire sve južnije, a topla sve severnije (C).

Vratimo se opet talasima na vodi. Kada brzina vetra dostigne određenu vrednost, talasi na vodi počinju da se prelamaju na vrhu grebena. Do sličnog prelamanja dolazi i u vrhu grebena ako se amplituda talasa stalno povećava. Pojavu preloma u grebenu talasa prati intenzivan pad pritiska, pa se talas u toj fazi razvoja, na sinoptičkim kartama, vidi kao područje niskog pritiska, predstavljeno sa više izobara (D). Talas na frontu na kojem dolazi do stvaranja preloma u grebenu talasa nazivamo *MLADI CIKLON*. Sada, dakle, vidimo da je ciklon složena tvorevina koja se razvija na frontu kao rezultat stvaranja talasa.

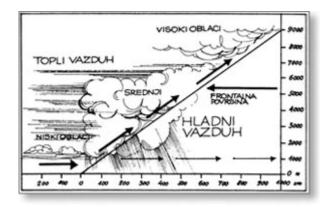
Topli i hladni frontovi

Uzdizanjem toplog vazduha uz klin hladnog vazduha dolazi do njegovog hladenja za 1°C za svakih 100 metara. Hlađenjem topli vazduh će na nekoj visini postati zasićen vodenom parom, tj. doći će do kondenzacije vodene pare i stvaranja oblaka. A na kojoj visini će početi da se stvaraju oblaci, zavisi od početnih uslova temperature i vlage u toplom vazduhu.

Koncentrišimo sada našu pažnju na zbivanja od juga ka severu, duž preseka ABC na prednjem delu ciklona i od severozapada ka jugoistoku, duž preseka DEF na zadnjem delu ciklona (pogledati poslednju sliku iz prethodnog nastavka). Pre nego što zavirimo u procese koji se odvijaju duž pomenutih preseka, najpre kažimo da se pojam ispred i iza fronta definiše u odnosu na njegov pravac kretanja. Pošto se u našem primeru na prednjoj strani ciklona

front kreće ka severu, iza fronta leži topli vazduh, a ispred njega hladni. Zbog naglog skretanja vetrova u hladnom vazduhu ispred fronta, lakši topli tropski vazduh je prisiljen da se uzdiže uz frontalnu površinu, odnosno uz klin hladnog vazduha. Uzdizanje počinje od fronta na zemlji (tačka B) pa do tropopauze. A šta se dešava u vazduhu koji se uzdiže, nama je već poznato. Pa, ipak, ponovimo!

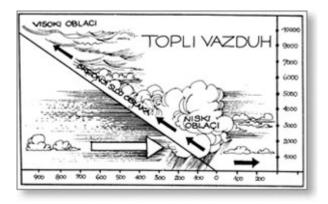
Uzdizanjem toplog vazduha uz klin hladnog vazduha dolazi do njegovog hladenja za 1°C za svakih 100 metara. Hlađenjem topli vazduh će na nekoj visini postati zasićen vodenom parom, tj. doći će do kondenzacije vodene pare i stvaranja oblaka. A na kojoj visini će početi da se stvaraju oblaci, zavisi od početnih uslova temperature i vlage u toplom vazduhu. Što je temperatura niža i veća vlaga u toplom vazduhu, oblaci će početi da se stvaraju na manjoj visini. Primetimo da se topli vazduh uzdiže ukoso, a ne vertikalno, kao kod konvekcije. Zbog toga se pri kosom uzdizanju vazduha stvaraju oblaci sasvim drugačijeg oblika nego oblaci vertikalnog razvitka. U koso uzdižućem vazduhu, na dužini od gotovo čitavih 1.000 km ispred fronta na zemlji, stvaraju se tri karakteristična sloja oblaka: niski, srednji i visoki (crtež dole).



Front koji nastaje na prednjoj strani ciklona, gde topli vazduh prodire ka severu i severoistoku, a hladni se povlači ispred toplog, i pri čemu se u uzdižućem toplom vazduhu stvaraju karakteristična tri oblačna sloja, sa kišom ili snegom, iz niskih oblaka, naziva se *TOPLI FRONT*.

Na zadnjem delu ciklona duž preseka DEF hladni vazduh umerenih širina prodire iza fronta ka jugu i jugoistoku. Ispred fronta vetrovi naglo skreću na jugozapad (videti poslednju sliku iz prethodnog nastavka).

Ako imamo u vidu kako u prostoru leži frontalna površina, lako je razumeti kako hladni vazduh umerenih širina, u obliku klina, prodire ka jugu i jugoistoku, i kako teži i prisiljava topli vazduh da se uzdiže uz njegov klin (crtež dole).



Kosim uzdizanjem toplog vazduha uz klin hladnog i, u ovom slučaju, stvaraju se tri karakteristična sloja oblaka: niski, srednji i visoki.

Front koji se razvija na zadnjoj strani ciklona, gde prodire hladna vazdušna masa, i gde dolazi do prisilnog uzdizanja tople vazdušne mase i stvaranja karakterističnih oblačnih slojeva, naziva se *HLADNI FRONT*.

Vreme u toplom i hladnom frontu



Ako poznajemo oblake toplog fronta i pravac njegovog kretanja, lako je razumeti redosled u promenama vremena kada ovaj front nailazi u neki region. Prvi znaci nailaska toplog fronta su visoki oblaci. Kada ovi oblaci imaju na prednjoj strani kuke, tako da liče na skije, onda možemo biti sigurni da nailazi topli front (slika gore). Posle ovoga visoki beli oblaci pokriju celo nebo...

Na ovim oblacima oko Sunca pojaviće se optička pojava *HALO*, o kojoj smo već govorili. Ovo je već drugi siguran znak da nailazi topli front, što znači da će ubrzo doći do pogoršanja vremena. Kako vreme odmiče, visoki beli oblaci postaju sve gušći i niži, a Sunce se kroz njih vidi kao mrlja (slika dole).



To je već znak da su nebo pokrili tanki slojasti srednji oblaci. Vremenom, ovi oblaci postaju toliko gusti da se kroz njih Sunce više i ne vidi. Nebo su, dakle, prekrili gusti srednji oblaci. Daljim spuštanjem i povećanjem debljine ovih oblaka počinje i promicanje prvih kapljica kiše ili snežnih pahuljica. Ubrzo zatim kiša poprima karakter dugotrajne umerene sa ili bez povremenih prekida. Pojava kiše ili snega znak je da su nebo prekrili gusti slojasti kišni niski oblaci.

Za sve vreme prolaska toplog fronta, od pojave visokih oblaka do fronta na zemlji, pritisak vazduha stalno opada, a temperatura ostaje bez bitnijih promena. Otuda i ono pravilo o kojem smo govorili da pad pritiska u nekoliko uzastopnih tročasovnih intervala "nagoveštava" pogoršanje vremena. Kada front pređe region, temperatura naglo poraste. To je znak da je region zahvatio topli tropski vazduh iza fronta. U isto vreme, vetar sa jugoistočnog ili istočnog skreće na jugozapadni ili južni.

Vreme trajanja karakterističnog vremena vezanog za topli front zavisi od brzine kretanja toplog fronta. Obično od pojave visokih oblaka sa zapadne strane do prolaska fronta na zemlji protekne od 10 do 20 časova. Napomenimo još i to da se pri prolasku toplih frontova u umerenim širinama na kontinentu leti javljaju samo visoki i srednji oblaci. Za takve frontove se kaže da su "slabi", "neaktivni" ili "rasplinuti".

Pri prolasku hladnog fronta javlja se slično karakteristično vreme kao i kod toplog fronta, ali obrnutim redom. Hladni front se, da tako kažemo, "najavljuje" naglim pogoršanjem vremena. Naime, u ovom slučaju region najpre zahvataju slojasti kišni niski oblaci sa kišom ili snegom zimi, a zatim se odmicanjem fronta od regiona vremenski uslovi neprekidno poboljšavaju: donja granica oblaka postaje sve viša, a oblaci sve tanji, završavajući visokim oblacima. Pri prolasku hladnog fronta temperatura vazduha naglo opadne, često i više od 10° C, pritisak stalno raste, a vetar naglo skreće na sever ili severozapad. Znači,

za vreme prolaska hladnog fronta promene su suprotne onima koje se dešavaju pri prolasku toplog fronta.

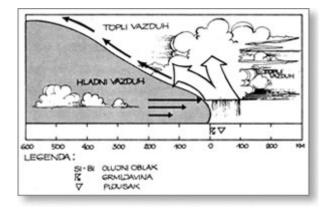
Frontovi, inače, leže u osam dolina niskog pritiska i zato je jasno zašto su doline niskog pritiska vezane za ružno vreme.

Prostor u ciklonu između hladnog i toplog fronta naziva se *TOPLI SEKTOR*. U njemu, naime, leži topla vazdušna masa po kojoj je sektor i dobio ime. Spajanjem hladnog i toplog fronta nastaje jedan složeni front koji stručnjaci nazivaju *OKLUDOVANI FRONT* ili samo *OKLUZIJA*. Ovaj front ima najrasprostranjeniju zonu oblačnosti i padavina iz prostog razloga što je sačinjen od dva fronta.

OLUJNI OBLACI NA HLADNOM FRONTU

Hladni frontovi, o kojima je bilo reči, javljaju se u hladnoj polovini godine. U toploj polovini godine, a naročito leti, na hladnim frontovima razvijaju se olujni oblaci poređani jedan do drugog u liniji, a najčešće su praćeni pljuskovima, grmljavinama i jakim udarima vetra.

Olujni oblaci na hladnom frontu nastaju kada se on brzo kreće, tj. kada se hladna vazdušna masa iza fronta brzo kreće. Tada sila trenja o zemljinu površinu primetno deformiše čelo klina hladnog vazduha dajući mu zaobljen oblik (crtež dole). To duž fronta dovodi do "burnog" istiskivanja toplog vazduha do velikih visina, pri čemu se u njemu stvaraju olujni oblaci. Po fizičkoj strukturi i spoljnom izgledu, olujni oblaci na hladnom frontu se ne razlikuju od olujnih oblaka koji nastaju neravnomernim zagrevanjem u toku dana unutar vazdušnih masa koje relativno miruju. Bitna razlika je u tome što se olujni oblaci, stvoreni na hladnom frontu, kreću njegovom brzinom, a to može da bude od 60 do 100 km/h. Olujni oblaci unutar vazdušnih masa kreću se sporo, od 10 do 20 km/h.

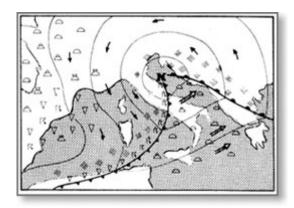


Vreme u ciklonu

Još nam nedostaju samo četiri znaka da se u potpunosti osposobimo za čitanje sinoptičkih karata. To su znaci za frontove i zone padavina. Ove znake, verovatno, već i znate ukoliko redovno pratite prognoze vremena na TV i u dnevnoj štampi. Evo tih znakova:



Kako izgleda vreme u mladom ciklonu gledano, na primer, sa velikih visina iz satelita, i isto takvo vreme predstavljeno znakovima na sinoptičkoj karti, pokazuje nam crtež dole. Vreme u mladom ciklonu čini kompleks karakterističnih vremenskih uslova duž frontova i vreme unutar vazdušnih masa: u pozadini ciklona i u toplom sektoru. Karakteristične vremenske uslove duž frontova nazivamo frontalno vreme. Ono ima oblik jako izduženih pojaseva ružnog vremena koji mogu da pokrivaju više stotina hiljada kvadratnih kilometara.



Vreme u zadnjem delu ciklona tipično je vreme za hladnu vazdušnu masu, a u toplom sektoru za toplu vazdušnu masu. Uticaj godišnjeg doba može bitno da izmeni vreme u hladnoj i toploj vazdušnoj masi. U hladnoj, zimi se razvije slabija konvekcija tako da pljuskovi i grmljavine, po pravilu, izostaju naročito nad ohlađenim kontinentima. U isto vreme, u toplom sektoru razvijaju se magle i niski slojasti oblaci zbog hlađenja od površine kopna i mora. U toku letnjih meseci, u toplom sektoru javljaće se slabo razvijeni oblaci vertikalnog razvitka – kumulusi lepog vremena.

KRETANJE CIKLONA

Vrtlozi na reci kreću se pravcem i brzinom toka onog dela reke gde su stvoreni. Ako vrtlog na vodi izvesno vreme stoji u mestu, čestice vode u njemu kretaće se spiralno sa periferije ka centru. Ako je vrtlog pokretan, čestice zahvaćene vrtlogom kretaće se po rezultantama koje će biti zbir brzine u pojedinoj tački vrtloga i brzine samog vrtloga kao celine. U pokretnim ciklonima možemo da pratimo sasvim slično kretanje vazdušnih čestica, samo s tom razlikom što su kretanja u ciklonu ogromnih razmera.

No, razlika između vrtloga na vodi i ciklona nije samo u dimenzijama. Vrtlozi na vodi stvaraju se na površini vode, a vrtlozi u atmosferi (cikloni) stvaraju se na dnu vazdušnog okeana i kreću se pravcem i brzinom vetra na visini u sloju od 3.000 do 5.000 metara. Pošto u ovom sloju u umerenim širinama više preovlađuju zapadni vetrovi, otuda i cikloni najčešće slede putanje koje vode sa zapada na istok. U tome i jeste razlog zašto na TV često čujemo: "očekuje se da će novi talas sa zapada već prekosutra zahvatiti zapadne delove naše zemlje"...

OD ROĐENJA DO SMRTI

Ako se ciklon "rađa" stvaranjem talasa na frontu i dostiže svoj maksimalni razvoj u stadijumu "mladosti", kada nastaje prelom na grebenu talasa, onda on u daljoj evoluciji treba i da "ostari", odnosno "umre".

Da bismo razumeli kako ciklon "umire" ne zaboravimo činjenicu da se hladni front brže kreće od toplog. To je posledica većeg nagiba frontalne površine kod hladnih frontova. Zbog razlike u brzini kretanja između hladnog i toplog fronta, topli sektor se stalno smanjuje – sužava, jer hladni front postepeno sustiže topli i spaja se sa njim, i to najpre u centru ciklona, a zatim se spajanje širi ka periferiji ciklona.

Ovaj proces je upravo razlog nastajanja fronta okluzije. No, od momenta spajanja hladnog i toplog fronta i nastajanja okluzije, proces istiskivanja toplog vazduha se nastavlja. To dovodi do toga da se donja granica oblaka stalno podiže, pa oblaci postaju sve tanji i viši. Rezultat ovog procesa je da se hladni vazduh gomila u centralnim delovima ciklona. Ovo, pak, dovodi do opšteg rasta pritiska u ciklonu, naročito u njegovim centralnim predelima. Jasno je da time postepeno nestaju razlike u pritisku između centra ciklona i njegove periferije, odnosno da ciklon postepeno "umire".

VREME U ANTICIKLONU

Anticikloni nisu tako složeni kao cikloni. Zato je za razumevanje karaktera vremena u anticiklonima dovoljno imati u vidu padajuće struje u njegovim centralnim predelima, što je nespojivo sa stvaranjem oblaka. Zato u

anticiklonima preovlađuje lepo vreme. Samo u toku zime, zbog hlađenja vazduha od podloge, dolazi do stvaranja sumaglica, magli i niskih slojastih oblaka, naročito u centralnim delovima anticiklona gde vladaju tišine. U toku zime anticikloni mogu da ispolje čak veći uticaj na letenje, pa i plovidbu nego cikloni. Naime, nisu retki slučajevi da se tada sa većine aerodroma u unutrašnjosti naše zemlje ne može poletati zbog gustih magli.

Prognoza vremena

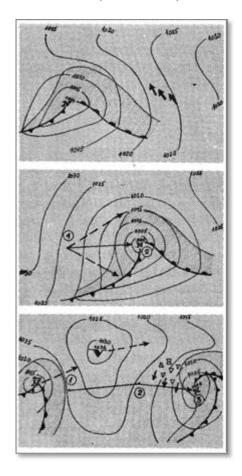
Kruna nauke o vremenu je prognoza vremena. Zato ćemo u ovom odeljku pokušati da iskoristimo stečeno znanje za prognoziranje vremena. Razume se, tu nameru nećemo moći da ostvarimo u potpunosti, ali ćemo moći da se snalazimo na sinoptičkim kartama, da aktivno pratimo preglede vremena i prognoze vremena koje daju meteorolozi. Prvenstveno ćemo se pozabaviti korišćenjem raznih lokalnih znakova po kojima možemo sami prognozirati vreme.

Prognoziranje vremena nije jednostavan ni lak posao. Stručnjaci koji se bave prognozom vremena treba da raspolažu sa mnogo elemenata, kao što su: temperatura, pritisak, vlažnost, vetar, oblačnost, pojave itd. Kako smo videli, ovim podacima treba raspolagati sa područja cele Evrope i ucrtavati ih na odgovarajuće sinoptičke karte. Zatim sledi analiza sinoptičkih karata, tj. crtanje izobara, označavanje centara niskog i visokog pritiska, određivanje vazdušnih masa, a naročito njihovih granica, odnosno atmosferskih frontova. Na osnovu upoređivanja položaja ciklona, anticiklona, dolina i grebena i frontova na nekoliko uzastopnih karata, prognostičari određuju pravce i brzine njihovog kretanja.

No, dobijeni pravci i brzine kretanja ciklona, anticiklona i frontova ne mogu se nekritički primeniti u određivanju njihovih budućih položaja. I to je upravo ono najsloženije u prognozi vremena: ne interpolirati već ekstrapolirati buduće položaje ciklona, anticiklona i frontova. To znači prognozirati promene do kojih će doći u pravcima i brzinama kretanja ciklona, anticiklona i frontova, odnosno da li će se oni kretati brže ili sporije u naredna 24 časa u odnosu na brzine kretanja u prethodna 24 časa. Odgovor na to pitanje dobija se prognozom evolucije ciklona, anticiklona i frontova.

Poseban problem u prognozi vremena predstavlja uticaj orografije, naročito visokih i prostranih planinskih lanaca, kao što su Alpi, Apenini, Dinaridi i Karpati. Hladne frontove ovi planinski lanci mogu čak i da zaustave, a ne samo da im uspore kretanje. Neka se, zato, prognozom po sinoptičkim kartama bave stručnjaci, a mi ćemo se pozabaviti prognozom vremena na osnovu mesnih, tj. lokalnih predznaka vremena. Ipak, ilustracije radi, pogledajmo jedan razvoj

sinoptičke situacije u toku nekoliko dana i osnovna pitanja koja prognostičari rešavaju u izradi prognoze vremena (slika dole).



Prvog dana postoji jedna od uobičajenih sinoptičkih situacija: mladi ciklon zapadno od Španije sa svojim frontalnim sistemom. Naša zemlja je pod uticajem periferije anticiklona na istoku, što uslovljava lepo i toplo vreme sa jugoistočnim vetrovima.

Drugog dana ciklon se kreće ka istoku i stiže u Đenovski zaliv. To dovodi do toga da je već veći deo bivše Jugoslavije zahvaćen prednjim njegovim delom, a rezultat je pogoršanje vremena.

Trećeg dana ciklon nastavlja da se kreće ka istoku i stiže u Egejsko more. Proces okluzije je već poodmakao, što dovodi do slabljenja ciklona. Budući da područje bivše Jugoslavije leži u pozadini ciklona, to dovodi do razvoja oblaka vertikalnog razvitka sa mestimičnim pljuskovima i grmljavinama. Zatim dolazi i do smene jugoistočnih sa severnim vetrovima i burom na Primorju.

Da bi se u jednoj ovakvoj sinoptičkoj supoziciji dala uspešna prognoza za naredna dva dana, prognostičari treba da predvide što preciznije putanju kojom će se ciklon u naredna dva dana kretati i njegovu evoluciju. Jer, da se,

na primer, ciklon kretao ka severoistoku, toplo vreme na području bivše Jugoslavije zadržalo bi se naredna dva dana. Putanja ciklona ka jugoistoku, pak, dovela bi do postepene smene vetrova u ovom području, ali bez primetnog pogoršanja vremena.

Za četvrti, peti, eventualno i šesti dan (ovo "eventualno" je tipično ograđivanje prognostičara) vreme na području bivše Jugoslavije bilo bi pod uticajem anticiklona nad Engleskom, koji se postepeno premešta ka istoku. Može se zapaziti da se naredni talas već javlja na krajnjem zapadnom delu sinoptičke karte.

Prognoza vremena po lokalnim predznacima

Prvo iskustvo koje je čovek imao sa vremenom je njegova *PROMENLJIVOST*. Gotovo da nema nijednog mesta na kugli zemaljskoj koje bi neprekidno imalo uvek isto vreme. Promenljivost vremena dala je podsticaj čoveku za razmišljanje o vremenu, a njegove životne potrebe naterale su ga na to.

Najjednostavniju promenljivost vremena donosi doba dana. Tako, na primer, uočena je velika zavisnost temperature i prividnog kretanja Sunca u toku dana. To nam uvek daje mogućnost da sa velikom sigurnošću očekujemo da će sredinom dana i u popodnevnim časovima biti toplije nego ujutru i u toku noći. Ali, zato je mnogo zamršenija zavisnost drugih meteoroloških elemenata i pojava od dnevnog prividnog kretanja Sunca.

Sledeća viša varijacija vremena je *GODIŠNJE DOBA*. Ona je shvatljiva svim ljudima kao posledica obilaska Zemlje oko Sunca. Postoje područja na površini Zemlje gde se dnevne i godišnje promene meteoroloških elemenata i pojava dešavaju gotovo sa matematičkom tačnošću. U umerenim širinama, međutim, to nije tako. Potrebno je dugogodišnje iskustvo da bi se uočile neke pravilnosti i neke pojave vezane za ljude, životinje i biljke, koje mogu poslužiti kao dobra osnova za prognozu od narednih nekoliko sati do nekoliko dana.

ŽIVOTINJE KAO PREDSKAZIVAČI VREMENA

Mnoga narodna pravila za prognoziranje vremena povezana su sa ponašanjem životinja, obično domaćih, kao i ptica i insekata, jednostavno stoga što su ljudima bili nadohvat ruke, a i zbog toga što životinje neposrednije reaguju na vreme, naročito na njegove promene. Na primer, porast vlažnosti vazduha jedan je

od znakova približavanja kiše, a insekti, ptice i neke životinje najčešće to i osete, pa nam svaka na svoj način to i najavljuje.

Tako, na primer, povećanje vlažnosti vazduha tera insekte da se spuštaju sa većih visina. Komarci i muve osećaju da im krila postaju sve teža i let sve naporniji. Zbog toga se spuštaju sve niže. Laste, koje se tim insektima hrane, slede njihov let, tj. i one lete nisko. Otud i jedna od najpoznatijih narodnih prognoza: "Kada laste lete nisko, biće kiše!". U ovom slučaju, prognozeri su insekti, a ne laste koje su zaslužne samo utoliko što nam ponašanje insekata čine vidljivim.



Na svoj način zanimljiv je i slučaj žabe gatalinke, koja je kao prognozer vremena na dobrom glasu. Žabe, kao i laste, povode se za insektima. Kada je vreme lepo, žabe do hrane dolaze relativno lako: skačući uvis i metar visoko, kako bi dohvatile insekte. Pred kišu, insekti se sklanjaju i uvlače ispod grmlja, biljaka, ulaze u kuće, a najradije zalaze u suve i tople staje. Žabe tada ostaju bez svog glavnog izvora hrane i zavlače se u bare.

Ova prirodna potreba žaba za hranom iskorišćena je u prognostičke svrhe. Žabe gatalinke se stavljaju u staklene posude sa malim stepenicama. Penje li se žaba uz stepenice, vreme će, kažu, biti lepo. Ako, pak, žaba mrzovoljno sedi na dnu posude – biće kiše.

Poznati prognozeri vremena u životinjskom carstvu su i pauci. Oni ostavljaju svoje mreže kad nailazi kišno vreme i čekaju dalji razvoj na zaštićenom mestu. Mačke pred nepogodu – oluju – postaju nemirne, ne jedu i ne spavaju, a jeleni i srne skaču i oglašavaju se. Ptice pevačice prestaju da pevaju, a ose i pčele postaju nasrtljive.

OSEĆAJ ZA VREME KOD ČOVEKA

I kod čoveka se sačuvao osećaj za vreme i njegovu promenu, ali ni izdaleka kao u životinja. Izgleda da su životinje higroskopnije, pa su u stanju da osete i najmanje promene vlažnosti. Kod ljudi samo "senzibilne" naravi reaguju na vreme i promene vremena. Kod pojedinaca osećaj za vreme može da se potencira do bolesti, tzv. meteoropatije. Nije još dovoljno poznato koji fizički faktori dovode do ovakvih reakcija, najverovatnije je kombinovani uticaj oscilacija pritiska, vlažnosti i temperature, a verovatno je značajan i uticaj promene električnog polja.

Svaki čovek je ovisan o vremenu, i to ne samo s obzirom na njegovo spoljnje delovanje, već i svojom sposobnošću za rad, svojom produktivnošću na radnom mestu. Čak i ljudi koji, inače, ne poseduju određenu osetljivost na promenu vremena, poseduju volju za radom koja je zavisna od vremena. Svakome se ponekad dešava da mu posao ne ide od ruke, mada za to ne može da nađe neko objašnjenje.

Prognoza vremena na osnovu osećaja kod ljudi

Čula pomažu ljudima da saznaju o promenama vremena. Poznato je, na primer, zujanje telegrafskih žica, oglašavanje određenih smerova vetra.

Narod poznaje bunare kao dobre predskazivače vremena. Kada se vreme menja od lepog na ružno, vazduh izlazi iz cevi i prouzrokuje ton koji se dosta dobro čuje. Očigledno je to posledica pada pritiska koji prethodi pogoršanju vremena. Bunari "zaneme" kada ponovo dođe do porasta pritiska, tj. kada se vreme poboljša.

Ima izvora koji daju dosta vode kada predstoji ružno vreme, odnosno presahnu kada se vreme poboljša. I ovde je objašnjenje u padu, odnosno rastu pritiska vazduha. Pad pritiska omogućava lakše isticanje vode iz izvora.

Jačina crkvenih zvona i daljina na kojoj se čuju, odnosno brujanje avionskih mlaznih motora pri poletanju, mogu da posluže kao znaci za predskazivanje vremena. Naime, prostiranje zvuka u vezi je sa gustinom vazduha, tj. sa pritiskom i temperaturom vazduha, a znatno zavisi i od pravca i brzine vetra. Kada god čujemo neuobičajeno jači zvuk sa zapadne strane (najčešće pri poletanju aviona sa aerodroma) treba očekivati brze promene vremena – promenljivo vreme.

I čulo mirisa možemo koristiti za prognozu vremena. Pri padu pritiska vazduha iz kanalizacionih cevi i zemljanih kapilara izlaze gasovi koji obično imaju neugodan miris i predznak su pogoršanja vremena.

I vid nam pomaže u prognozi vremena, jer primećujemo sve promene na nebu i u pravcu horizonta. Jedna povelja iz Vavilona kaže da će biti kiše ako Sunce ili Mesec imaju venac, tj. krug oko njih.



Dugogodišnjim posmatranjem neba i svega što se oko nas zbiva, može od pojedinca napraviti pravog "detektiva" kome ni najmanja promena na nebu ne izmakne ako ima neko prognostičko značenje. Stari ljudi, kao što su ribari i ratari, dakle oni čija aktivnost u mnogome zavisi od vremena, poseduju veliko iskustvo o vremenu i njegovim promenama. Kod pojedinca može se čak govoriti

o instinktu za vreme, ali to ne mora biti neko osobito osećanje, međutim može biti nasleđeno sećanje.

VAŽNA PRAVILA KOJA SE ZASNIVAJU NA IZGLEDU NEBA PRI IZLASKU I ZALASKU SUNCA

"Ako je zalazak Sunca lep, najverovatnije je da će sutra biti lepo vreme".

Lep zalazak Sunca je takav zalazak kada je nebo vedro, a Sunce postepeno menja boju od žute, preko narandžaste, do crvene. Ako na nebu ima visokih oblaka, oni posle zalaska Sunca postaju žuti, a niski oblaci na horizontu postaju crveni.

"Ako je zalazak Sunca ružan, najverovatnije je da će sutra doći do pogoršanja vremena".

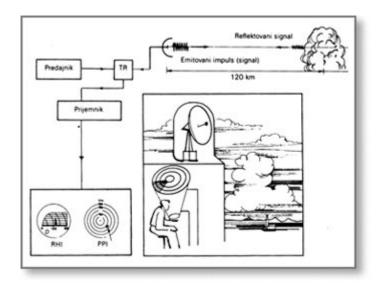
Ružan zalazak Sunca je zalazak kada je nebo delimično pokriveno oblacima i to, pre svega, na strani na kojoj Sunce zalazi. Na poslednjoj četvrtini dnevnog hoda Sunce se potpuno skriva iza oblaka, gubi sjaj i prilikom zalaska sasvim nestane. Posle zalaska Sunca brzo se smrkne. U toku zalaska, nebo u pravcu Sunca ima prljavo-žućkastu boju.

Prethodna dva pravila mogu se iskazati i na sledeći način: "Ako na zalasku Sunca postoji večernje rumenilo, ne očekuj pogoršanje vremena za naredni dan", a "Ako je nebo pri zalasku Sunca prljavo-žućkasto, očekuj pogoršanje vremena za naredni dan".

Jutarnje crvenilo, naprotiv, ukazuje na pogoršanje vremena još istog dana. Ova pravila imaju gotovo univerzalni karakter jer, na primer, Italijani kažu "Rosso di sera bel tempo si spera" ili "Rosso di matina mal tempo camina", što znači "Uveče crvenilo, nadaj se lepom danu", "Crvenilo ujutru, ružno vreme dolazi".

U vezi sa primenom ovih pravila u urbanim i industrijalizovanim sredinama treba biti dosta oprezan. Naime, prljavo-žućkasta boja neba pri zalasku Sunca može da bude i zbog zagađenosti vazduha. Prema tome, treba paziti odakle se posmatra zalazak ili izlazak Sunca.

Koristi od radara i meteoroloških satelita u prognozi vremena



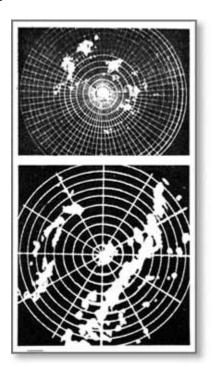
Upotreba radara u meteorologiji počela je odmah posle Drugog svetskog rata i danas se smatra kao nezamenljivo sredstvo u sigurnom otkrivanju i praćenju opasnih vremenskih pojava – oluja.

Osnovni elementi radarskog uređaja su: predajnik, skretnica signala, antena i prijemnik (crtež gore). Po svom izgledu i funkciji, meteorološki radar se ne razlikuje od drugih radara. Princip rada je isti: predajnik proizvodi signale velike snage i, u vrlo kratkim vremenskim intervalima, šalje ih preko skretnice u antenu. Antena ove signale, u vidu impulsa, odašilje u prostor. Reflektovane signale od oblaka i padavina prima ista antena i, opet preko skretnice, šalje ih u prijemnik, gde se ovi signali pojačavaju a onda šalju na panoramski pokazivač i pokazivač daljine-visine.

Jačina reflektovanih signala od oblaka i padavina srazmerna je šestom stepenu prečnika vodenih kapljica od kojih su sačinjeni oblaci i kišne kapi. To znači da se od kapljica dva puta većeg prečnika reflektuju 64 puta jači signali. I upravo na ovoj činjenici radar je našao najveću primenu u otkrivanju olujnih oblaka, jer ovi oblaci sadrže najkrupnije kapi u samom oblaku, a naročito u pljuskovima. Otuda se olujni oblaci mogu da osmotre čak na daljinama do 300 km od položaja radara.

Olujni oblaci na panoramskom pokazivaču vide se kao svetle mrlje, a kada su povezani sa hladnim frontom imaju izgled svetle trake (slika dole). Uzastopnim praćenjem odraza (mrlja) od olujnih oblaka lako se može odrediti njihov pravac i brzina kretanja i njihova evolucija. A to je osnova na kojoj počiva savremena

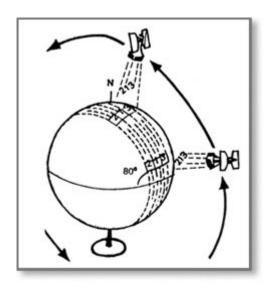
služba upozoravanja na nepogode. Ona je u nekim zemljama čak i automatizovana. Gde to nije slučaj, vrši se ručna obrada signala sa panoramskog pokazivača, tako da se određuju veličine i položaji svetlih mrlja. Prema pokazivaču daljina-visina određuje se debljina olujnih oblaka, odnosno visina vrhova olujnih oblaka. Svakog sata radarski operator preslikava situaciju na jednu providnu planšetu. Zapravo, preslikava konture mrlja - odraza od olujnih oblaka i ucrtava njihove visine. Što je veća visina vrha oblaka, to je oblak opasniji.



Na istom principu zasnovani su meteorološki avionski radari ili višenamenski radari borbenih aviona. Kod ovih radara antena osmatra sektor obično 120° ispred aviona, u pravcu njegovog leta, i na daljinama oko 50 km. Po položaju odraza od olujnih oblaka na ekranu radara u pilotskoj kabini, pilot ocenjuje ima li potrebe da menja kurs ili visinu leta u cilju zaobilaženja olujnih oblaka i izbegavanja opasnih zona u kojima je turbulentnost vrlo jaka, a time i bacanje aviona.

Za potrebe osmatranja meteoroloških elemenata i pojava koriste se dve vrste meteoroloških satelita: *ORBITALNI* i *GEOSTACIONARNI*. Orbitalni se ubacuju u manje-više kružnu putanju oko Zemlje, pod većim uglom u odnosu na ekvatorsku ravan. U slučajevima kada je taj ugao tačno 90°, satelit nadleće polove, a ekvator preseca pod uglom od 90°. Orbitalni meteorološki sateliti ubacuju se u putanje nagnute prema ekvatoru za 80° do 110°. Nihove visine kreću se od 900 do 1.400 km, a vreme jednog obilaska oko Zemlje iznosi od 100 do 110 minuta.

Pošto se Zemlja ispod satelita kreće u istočnom smeru, to se putanja satelita pomera od obrta do obrta za oko 29° dužinskih stepeni u pravcu zapada. To, praktično, znači da svakog narednog kruga satelit osmatra pojas za oko 29° zapadnije od prethodnog. Iz te slike vidimo da je meteorološki satelit tipa TIROS IX u svom prvom obletu oka Zemlje nadletao Island, zapadnu obalu Irske i Afrike. U toku drugog obleta satelit je nadletao područje Atlantika od krajnjeg juga do severa, a već u trećem obletu zahvatio je Južnu i Severnu Ameriku itd, sve do trinaestog obleta kada je došlo do poklapanja sa putanjom prvog obleta.



Meteorološki sateliti opremaju se sa dve do tri TV kamere za dnevno svetlo i infracrvene kamere-radiometre za snimanje oblaka na onoj polovini Zemlje gde vlada noć. Širina trake koja može da bude zahvaćena vidnim poljem ovih kamera iznosi i preko 3.000 km (slika gore). Na ovim satelitima su ugrađeni i drugi uređaji: magnetoskopi za snimanje podataka na magnetne trake, radio-predajnici za predaju podataka Zemaljskim stanicama, uređaji za napajanje električnom energijom i orijentaciju satelita i drugi.

Već od sredine 1960-ih godina sateliti su imali ugrađene uređaje za automatsku predaju TV i IC snimaka i drugih podataka Zemaljskim satelitskim stanicama. Ovaj sistem su koristili sateliti klase TIROS, ESSA, NIMBUS, NOAA i drugi. I najnoviji sateliti zadržali su ovaj sistem, sa nekim modifikacijama. Foto-mozaik sačinjen sa satelita ESSA veoma lepo ilustruje jedan školski primer ciklona u kojem je proces spajanja hladnog i toplog fronta već poodmakao. Na snimku se vidi oblačnost okluzije, toplog i hladnog fronta u vidu širokih i dugačkih traka. Izvanredno se lepo vidi Island pokriven snegom. Dalje, sa snimka možemo da vidimo da je u Francuskoj, Belgiji, južnom delu Norveške i Švedske, Irskoj i Engleskoj, sem njenog severnog dela, potpuno vedro vreme. Korišćenjem uzastopnih snimaka može se sa prilično velikom

tačnošću odrediti kada će oblačnost i pojave vezane za frontove ciklona na okeanu zahvatiti Irsku i Englesku.

Sa meteoroloških satelita ne snimaju se samo oblačni sistemi. Oni se koriste i za prikupljanje niza drugih podataka, kao što su:

- zračenje Zemljine površine i atmosfere,
- temperature površine mora i okeana,
- visine vrhova oblaka,
- olujne zone na frontovima i lokalnog karaktera,
- snežni i ledeni pokrivači,
- uzburkanost morske i okeanske površine.

Sada je u završnoj fazi globalni svetski sistem meteoroloških satelita. Ovaj sistem se sastoji od pet geostacionarnih i dva orbitalna satelita.

Geostacionarni sateliti se ubacuju u kružne putanje oko Zemlje u pravcu zapada i tačno u ravni ekvatora, dakle, pod uglom 0° u odnosu na ekvator. Visina ovih satelita je 35.700 km. Na toj visini sateliti imaju istu uglovnu brzinu kretanja kao i Zemlja oko svoje ose. To znači da geostacionarni satelit napravi pun obrt tačno za 24 časa kao i Zemlja. Na taj način za posmatrača sa Zemlje ovi sateliti izgledaju kao i zvezda stajačica, tj. oni su prividno nepokretni, i osmatraju uvek istu ogromnu teritoriju, sa širokougaonim kamerama, čak i ceo Zemaljski disk. Time je omogućeno da se osmatranja oluja vrše čak na svakih 15 minuta. Vreme između dva uzastopna osmatranja sa orbitalnog satelita ne može da bude kraće od 12 časova, tj. moguće je obaviti dva osmatranja u toku 24 časa.



Geostacionarni sateliti koriste mnogo složeniju opremu, a sa TV kamerom mogu da obuhvate ceo Zemaljski disk (slika gore). Slika je dosta impresivna: vidi se čitava severna Afrika sa Saharom bez oblačka. Kišna zona pomerena je

južno od ekvatora. Na severnom delu Atlantika lepo se vidi jedan prostrani ciklon sa veoma izduženim hladnim frontom koji se proteže od jugozapada ka severoistoku. Lepo se vidi da je u istočnom Sredozemlju vedro, a delimično i u zapadnom. Primetna je razlika između sivila Sahare i severne Afrike u celini i tamnog dela tropskog pojasa gde preovladavaju savane i druga vegetacija.

Do kraja 20. veka treba očekivati dalji značajan napredak u korišćenju satelitske tehnike za osmatranja, i to ne samo u globalnim razmerama. Zajedno sa radio-izveštajima o vremenu za lokalna područja redovno ćemo dobijati TV snimke oblačnosti i tako biti znatno bolje informisani o stanju meteoroloških uslova i prognozi vremena za periode od nekoliko časova pa do 7 do 10 dana. Pri tome se ima u vidu da je Amerika već danas, po masovnosti korišćenja i kvalitetu informacija o vremenu sa meteoroloških satelita, daleko ispred Evrope. Tamo je satelitska meteorologija već prodrla u škole, jer većina škola raspolaže specijalnim prijemnicima za prijem slika o oblacima posredstvom satelita.

Izvor: VREME SUTRA – Jakov Lovrić (1981)