

Meteorologija, sateliti i elektronski računski strojevi

Želja čoveka da unapred predvidi kakvo će biti vreme veoma je stara. Već u 3. stoleću pre naše ere je Grk Teofrast s otoka Lesbosa sastavio popis raznih predznaka za meteorološke prognoze od kojih su neki čak i veoma šaljivi, npr: »Ako magarac striže ušima, znači da se približava oluja . . .«! Ipak nema razloga za smeh jer je Teofrast znao da su muhe i ostali insekti veoma dosadni zbog sparine pre oluje pa ih magarac mora energično terati od sebe. Inače popis obuhvata 80 predznaka kiše, 45 za vetar, 50 za oluju i 24 za lepo vreme, te sedam načina sastavljanja dugoročnih prognoza, čak i za period od godinu dana unapred.

Tokom vremena postala je meteorologija egzaktnom naukom koja se sve više koristi raznim matematičkim i statističkim metodama, te najsavremenijom mernom i računskom tehnikom. No, ipak, ni danas prognoza vremena ne ostvaruje se bez teškoća. Vreme zavisi od velikog broja faktora. Pod pretpostavkom da za sastavljanje kratkoročne vremenske prognoze treba obuhvatiti 300 faktora, znači da bi u tu svrhu trebalo postaviti 300 matematičkih jednačina. Rešavanje takvog sistema obuhvatalo bi 27 mi-

liona računskih radnji. Spretan matematičar, radeći 8 sati dnevno i koristeći moderan mehanički računski stroj koji može da izvrši dvije računске radnje u minuti, računao bi 90 godina dok bi postigao rezultat! Očigledno, svaki pokušaj sastavljanja prognoza na ovaj način bio bi potpuno besmislen. Međutim, savremeni elektronski računski stroj može obaviti isti rad za nekoliko minuta. No, teškoća je u tome što je veoma teško pribaviti sve podatke potrebne za proračun, niti je do danas u potpunosti rešen problem pretvaranja svih faktora u takav oblik koji bi bio podesan za obradu u računskim strojevima.

Podatke za sastavljanje meteoroloških prognoza prikuplja oko 8.000 osmatračkih stanica širom sveta. Trinaest specijalnih brodova za meteorološko osmatranje i veliki broj trgovačkih brodova dostavlja svoja zapažanja i merenja. Na oko 500 mesta u svetu puštaju se baloni-sonde koji se penju i preko 30 kilometara. U najnovije vreme u mrežu prikupljanja podataka uključuju se i meteorološki sateliti. Savremene radio-veze omogućuju trenutno dostavljanje svih podataka na bilo koju tačku na Zemljinoj kugli

tako da meteorolozi mogu kontinuirano pratiti stanje i razvoj vremena.

Sve pomenute osmatračke stanice i brodovi pružaju nepotpunu sliku o meteorološkoj situaciji u svetu jer na Zemlji postoje ogromna i nenaseljena područja (kao što su, na primer, pustinje, džungle i slično) gde nema meteoroloških stanica, a osmatranje s brodova ne može da obuhvati i neizmerna prostranstva oceana. Zbog toga su neobično važni i korisni podaci meteoroloških satelita jer daju globalnu sliku naoblake premda, obično, ne mogu meriti i ostale faktore (barometarski pritisak, temperaturu, vlagu itd.).

Premda je broj lansiranih meteoroloških satelita još relativno skroman, ipak je pomoću njih dobijen veliki broj snimaka naoblake. U SAD organizacija NASA lansirala je sledeće satelite:

Naziv	Datum lansiranja	Trajanje aktivnog života satelita	Prilmljeni br. snimaka naoblake
TIROS 1	februar 1960.	2,5 meseci	19389
TIROS 2	novembar 1960.	10 "	25574
TIROS 3	juli 1961.	4,5 "	24000
TIROS 4	februar 1962.	4,5 "	23370
TIROS 5	juni 1962.	10,5 "	48547
TIROS 6	septembar 1962.	13 "	59830
TIROS 7	juni 1963.	još radi	111047
TIROS 8	decembar 1963.	"	88662
NIMBUS 1	august 1964.	nema podat.	nema podat.
TIROS 9	januar 1965.	još radi	73653
TIROS 10	juli 1965.	"	59119
ESSA 1	februar 1966.	"	82151
ESSA 2	februar 1966.	"	nema podat.
NIMBUS 2	maj 1966.	nema podat.	" "
ESSA 3	oktobar 1966.	još radi	" "
ESSA 4	januar 1967.	"	" "
ESSA 5	april 1967.	"	" "
ESSA 6	novembar 1967.	"	" "

Amerikanci su započeli meteorološka ispitivanja serijom TIROS, što je skraćenica od TELEVISION AND INFRA-RED OBSERVATION SATELLITE, tj. satelit za televizijsko i infra-crveno osmatranje. Serija satelita NIMBUS bila je samo prelaz na definitivni osmatrački sistem ESSA, što znači ENVIRONMENTAL SURVEY SATELLITE, tj. satelit za osmatranje okoline. Sateliti ovog sistema neprekidno se usavršavaju. Evo nekoliko podataka o najnovijem satelitu ESSA 6 koji kruži tačno iznad Zemljinih polova na prosečnoj visini od 1445 kilometara. Njegove televizijske kamere naprave svake 352 sekunde po jedan snimak Zemljine površine. Ovi snimci beleže se na traci za magnetsko pamćenje, a zatim, u određenim vremenskim razmacima, prenose kontrolnim stanicama na Zemlji. Kod svakog idućeg kruga oko Zemlje satelit se pomakne za 28.71° geografske dužine, a za vreme jednog kruga oko Zemlje izvrši snimanje 19 puta. Centri uzastopnih snimaka razmaknuti su za 2100 km. Snimci se međusobno preklapaju pa se pomoću njih može sastaviti skoro neprekidna slika naoblake na jednoj hemisferi.

Sovjetski program iskorišćenja meteoroloških satelita nije nikada bio zvanično objavljen, a kako se skoro svi sovjetski veštački sateliti deklarišu pod oznakom KOSMOS, sem onih s ljudskom posadom, to nije isključeno da je broj sovjetskih meteoroloških satelita i nešto veći od onog koji je prikazan u ovom članku. Izgleda da su četiri eksperimentalna satelita KOSMOS (23, 45, 65 i 92) najpre služila za ispitivanje merne elektronske opreme, te televizijskih i infra-crvenih uređaja. Sledeći eksperiment bio je KOSMOS-122 koji je služio za ispitivanje prenosna slika i merenja radijacija. Njegovi snimci obuhvatili su svakog sata oko 25 miliona kvadratnih kilometara, tj. oko 5% površine Zemlje, bez obzira da li su vršeni danju ili noću.

28. februara 1967. godine u SSSR je lansiran KOSMOS-144, prvi operativni meteorološki satelit iz programa METEOR. U ovaj program kasnije su ušli KOSMOS-156, 184 i 206. Nakon lansiranja KOSMOSA-144 i 156 postignuto je to da je svakih 6 sati snimljen isti predeo Zemljine površine. Meteorološke podatke dopunjuje i sistem telekomunikacionih satelita MOLNIJA. Prema nekim procenama mreža sovjetskih meteoroloških satelita prekriva 60% Zemljine površine u toku svaka 24 sata.

Slike koje šalju sovjetski i američki meteorološki sateliti daju opšti prikaz naoblake. Na osnovu detaljne analize određuje se vrsta naoblake nad pojedinim područjima iz čega se može procenom doći do podataka o vetru, temperaturi i stabilnosti atmosfere, a zatim i do određivanja područja visokog i niskog pritiska te toplih i hladnih frontova.

Pored toga meteorološki sateliti otkrili su već nekoliko stotina oluja u formiranju i odredili pravce njihovog kretanja, što je bilo od presudnog značenja za upozoravanje stanovništva u ugroženim područjima.

Na osnovu snimaka američkih meteoroloških satelita uspelo je odrediti stanje i kretanje leda na reci Sv. Lovrinca, dok su sovjetski meteorološki sateliti pomoću infra-crvenih mernih instrumenata izmerili takozvane »trenutne polove hladnoće« na pojedinim područjima gde su pojedina merenja vršena i noću.

Svi ovi podaci od neprocenjive su važnosti za sastavljanje i popunjavanje sinoptičkih karata, naročito u pogledu onih predela gde ne postoji prikupljanje meteoroloških podataka drugim načinima, a takvi predeli obuhvataju veći dio Zemljine kugle.

Svi meteorološki podaci koji pristižu od stanica na Zemlji, brodova, balonskih sondi i meteoroloških satelita moraju se kodiranjem pretvoriti u specijalni sistem brojeva koji se zatim može uvesti u odgovarajuće elektronske računске strojeve za sastavljanje vremenskih prognoza. Prvi takav pokušaj izvršen je već 1949. godine u SAD, gde je upotrebljen elektronski računski stroj tipa ENIAC, proizvod firme Remington. Kvalitet prognoze, dobivene na ovaj način, bio je već iznad kvaliteta prognoze prosečnog meteorologa, ali ipak nije davao 100% sigurnu prognozu. Čak ovaj računar nije mogao dati dugoročnu prognozu, a njegove kratkoročne prognoze obuhvatale su samo manja područja.

Postignuti rezultati dali su podstreka usavršavanju elektronskih računskih strojeva za meteorološke potrebe, a uspostavljena je uska povezanost između meteorologa i matematičara. Već pedesetih godina u SAD su pomoću elektronskih računskih strojeva razrađivane vremenske prognoze za jedan do četiri dana, a zatim se vršilo upoređivanje ovih prognoza s prognozama izrađenim na klasičan način, te upoređivanje sa stvarnim vremenom. Konstatovano je da su prognoze računskih strojeva, u najgorem slučaju, bile jednake prognozama najistaknutijih meteorologa!

Za rad meteorologa od bitne je važnosti kojom će tačnošću uspeti da na sinoptičkim kartama otkrije područja visokog i niskog pritiska, te tople i hladne frontove. Ovdje se više radi o veštini nego o nauci, dakle bitno je iskustvo pojedinih meteorologa kao i njihovo poznavanje razvoja lokalnog vremena u tipičnim meteorološkim uslovima. Sve ovo mora meteorolog da pamti i njegova procena bazira se na izboru i kombinovanju izabranih faktora. Računski elektronski stroji neće ništa »ispuniti« iz ramićenja, a subjektivnu procenu zamenjuje egzaktnim računskim metodama.

Uporedo s razvojem elektronskih računskih strojeva usavršavali su se i potpuniji matematički atmosferski modeli. Osim toga pojačan je intenzitet meteoroloških ispitivanja radi dobivanja jasnijih i preciznijih podataka o međusobnoj vezi i uticaju raznih meteoroloških pojava. Ranije metode prognoze bile su bazirane na podacima sa oko 1200 mesta na severnoj hemisferi, a novije metode sa 10 000 mesta cele Zemljine kugle. Po visini je cela atmosfera bila podeljena na 9 slojeva koji se protežu od donje granice stratosfere do površine Zemlje. Naknadno upoređenje prognoza sa stvarnim vremenom pokazalo je

da su prognoze elektronskih računskih strojeva za četiri dana unapred bile verovatne, a prognoze za 10 do 12 dana unapred još prilično upotrebive.

U SAD koristi se veliki elektronski računski stroj tipa UNIVAC-1108 za obradu podataka radi sastavljanja meteoroloških prognoza. Na ovaj način se tokom 14 sati izvrši 10 milijardi računskih operacija što je potrebno za sastavljanje vremenske prognoze za 24 sata unapred. Međutim, rad koji traje 14 sati ne obavlja se dovoljno brzo iako se dobiva prilično tačna prognoza. Zbog toga se već sada vrši razrada projekta tzv. super-računskih strojeva za meteorologiju koji bi mogli biti uvedeni u upotrebu sedamdesetih godina a obavljale nekoliko stotina miliona računskih operacija u sekundi! Premda će cena ovih strojeva biti veoma visoka, ipak će postići ekonomsku opravdanost s obzirom na veliku korist za privredu.

Postojeći računski strojevi moraju izvršiti 300 do 3.000 proračuna za svaku poziciju na Zemlji. Za svrsishodnu upotrebu super-računskih elektronskih strojeva predviđa

se da bi na Zemlji bilo potrebno 6400 jednakomerno raspoređenih pozicija gde bi se vršilo prikupljanje meteoroloških podataka. Ovi podaci merili bi se nad svakom takvom pozicijom u 20 slojeva po visini. Prema tome, za izradu petodnevnne meteorološke prognoze treba izvršiti kalkulacije za oko 300 miliona tačaka. Ako želimo da petodnevna prognoza bude sastavljena tokom stotog dela svog trajanja, tj. za svega 72 minute, onda super-računski elektronski stroj mora za svaku tačku obaviti proračune koji će trajati svega 14,4 mikrosekunde, a za svaki takav proračun primiće 3.000 komandi. Dakle, super-računski elektronski stroj mora biti sposoban da izvrši 210 miliona komandi u sekundi! Ovo je oštar tehnički zahtev, ali konstruktori čuvene američke firme za izradu elektronskih računskih uređaja IBM smatraju da će sedamdesetih godina biti u stanju da isporuče digitalni računski stroj s traženim osobinama. Pitanje je da li će i meteorolozi ostati kod ovih zahteva ili će u međuvremenu dopuniti svoje želje na bazi novih iskustava.