

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik **16** (1988/1989)

Številka 4

Strani 204-209

Tomaž Vrhovc:

ZAKAJ VREMENSKA NAPOVED VČASIH NE DRŽI

Ključne besede: fizika, meteorologija.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/16/940-Vrhovec.pdf>

© 1989 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

© 2010 DMFA - založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.

ZAKAJ VREMENSKA NAPOVED VČASIH NE DRŽI

Vreme je neskončno prijetna tema za pogovor: ves čas se spreminja in vedno preseneča. Tu pa se začno težave: tako kot vsi ljudje vedo, da je vreme strahansko spremenljivo, tudi večina ljudi meni, da so vremenske napovedi ponavadi zgrešene. Tisti najbolj zagrizeni celo menijo, da slabo vreme delajo vremenslovci, lepo vreme pa pride kar samo. Kako je torej s točnostjo in zanesljivostjo vremenskih napovedi, kako razumeti vremensko napoved? Preden odgovorim na ti vprašanji, poskušajmo spoznati, kako nastane vremenska napoved.

Gorjanci -- očanci vedo, da odevanje vrhov gora v oblake napoveduje slabo vreme. Poznajo tudi druga pomenljiva vremenska dogajanja. Vendar pa vsaka vremenska sprememba nima svojega značilnega pred—pojava. Zato so morali meteorologi vso stvar zastaviti takole: po vseh kontinentih in morjih so posejane vremenske opazovalnice, na njih prizadevni opazovalci merijo meteorološke količine: temperaturo zraka in tal, zračni pritisk, smer in hitrost vetra, zračno vlago, vidnost, količino oblakov, količino padavin; hkrati pa na nekaj sto mestih po Zemlji vsakih dvanajst ur spuščajo balone z merilnimi instrumenti, da tako ugotovijo tudi, kakšna je vertikalna struktura atmosfere. Visoko nad Zemljo lebdi in kroži nekaj meteoroloških satelitov in ti od daleč opazujejo Zemljo, merijo njeno oblačnost in temperaturo. Na tak način se torej zbirajo podatki o tem, kakšno je pravzaprav vreme po svetu. Vsi ti podatki se nato po vsej Zemlji izmenjujejo in pregledujejo.

S samimi podatki o stanju atmosfere še ne moremo napovedati, kakšno bo vreme v prihodnosti. Da to lahko storimo, potrebujemo še vzročno povezavo med pojavi. Sodobna meteorologija jo je našla v osnovnih fizikalnih zakonih. Ti (Newtonov zakon o sili in pospešku, pa zakona o ohranitvi mase in energije in drugi) pa niso tako očitni kot pojavljanje oblakov ob vrheh. Fizikalne zakone lahko zapišemo v matematični obliki kot enačbe, ki podajajo časovne spremembe meteoroloških spremenljivk (torej temperature, pritiska, hitrost vetra ...). Če poznamo trenutno stanje v atmosferi in znamo rešiti enačbe, ki popisujejo spremembe atmosfere, potem lahko izračunamo, kakšne vrednosti bodo imele meteorološke spremenljivke v nekem prihodnjem času. Metoda je torej kristalno čista in bi bila uspešna, če bi seveda natančno vedeli, kakšno je dejansko začetno stanje atmosfere, in če bi znali enačbe natančno in hitro rešiti.

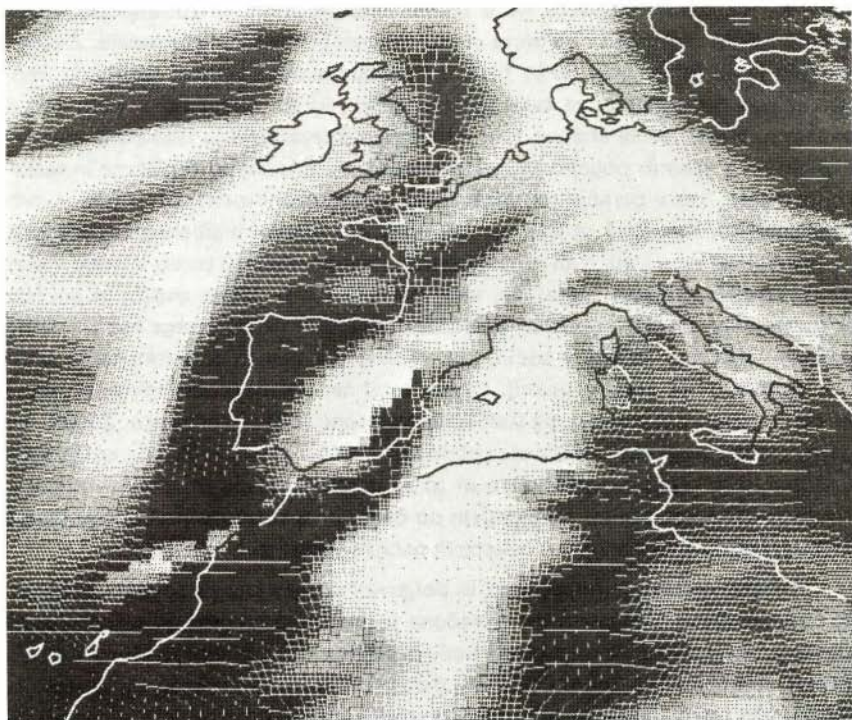
Na žalost pa velja, da trenutnega stanja vremena ne moremo nikoli natančno poznati. Za to bi pač morali imeti po vsem svetu v vsaki točki ozračja vsaj en termometer, pa še naprave za merjenje drugih meteoroloških

količin. No, ko bi po vsem svetu izmerili temperaturo, bi zbiranje podatkov trajalo toliko časa, da bi se tačas vreme gotovo že povsem spremenilo. Z računanjem je na žalost prav tako: fizikalne enačbe so sicer povsem natančne, vendar veljajo natančno le za take spremenljivke, ki jih poznamo v vsaki točki prostora. Hkrati so te enačbe tudi z matematičnega stališča težavne in so zato kot sistem v realnih pogojih analitično nerešljive. Enačbe so zapletene in težko rešljive zato, ker v ozračju na stanje zraka v posamezni točki vpliva zrak v vseh okolišnjih točkah. Zrak se tudi ves čas giblje in z njegovim gibanjem se prenašajo njegove lastnosti, pa tudi gibanje samo. Razlike v stanju zraka iz kraja v kraj pa so vzrok za gibanje zraka. Kaj torej pomeni, da je sistem enačb, ki opisuje spremembe stanj v atmosferi analitično nerešljiv? Nekaj takega kot to, da ne moremo reči npr: Pritisk v točki, kjer sedim, je v nekem trenutku vsota sinusov, kvadratov in drugih funkcij. Enačb torej ne moremo rešiti enkrat za vselej in za poljuben čas vnaprej, pa tudi ne za poljubno točko v prostoru. Zaradi tega so meteorologi začeli reševati sistem teh enačb v mreži točk, razporejeni po celi Zemlji in skozi vso atmosfero in to za kratke časovne intervale — korake. Na ta način s postopnim korakanjem po času lahko izračunamo bodoča stanja meteoroloških spremenljivk v nekaterih točkah prostora.

Takšno računanje je naporno in dolgovezno, na srečo pa se ga da prepustiti računalnikom. Dolgoveznost iz računa je predvsem odvisna od tega, kako na gosto po prostoru želimo poznati bodoči polji pritiska in temperature. Če smo preveč zahtevni (če želimo poznati meteorološka polja preveč na gosto), se lahko zelo hitro zgodi, da se vreme spreminja hitreje, kot pa smo sposobni računati. Zaradi teh težav so meteorologi po svetu in pri nas znani po tem, da so jim vsakršni računalniki prepočasni in premajhni, tako da so dandanašnji razdalje med računskimi točkami lahko najmanj okoli sto kilometrov.

Vreme ne pozna meja in zato so se tudi meteorologi vedno mednarodno povezovali, najprej zaradi izmenjave podatkov o vremenu, danes pa predvsem zato, ker si lahko le na ta način zagotovijo dovolj velike računalnike. Meteorologi se radi bahajo s tem, da imajo največje računalnike v civilni rabi na svetu. Zato dobršen del evropskih držav (med njimi tudi Jugoslavija) skupaj v Evropskem centru za srednjeročno vremensko prognozo v Readingu (Velika Britanija) računa bodoča polja meteoroloških spremenljivk. Nobena od evropskih držav sama te naloge ne bi zmogla.

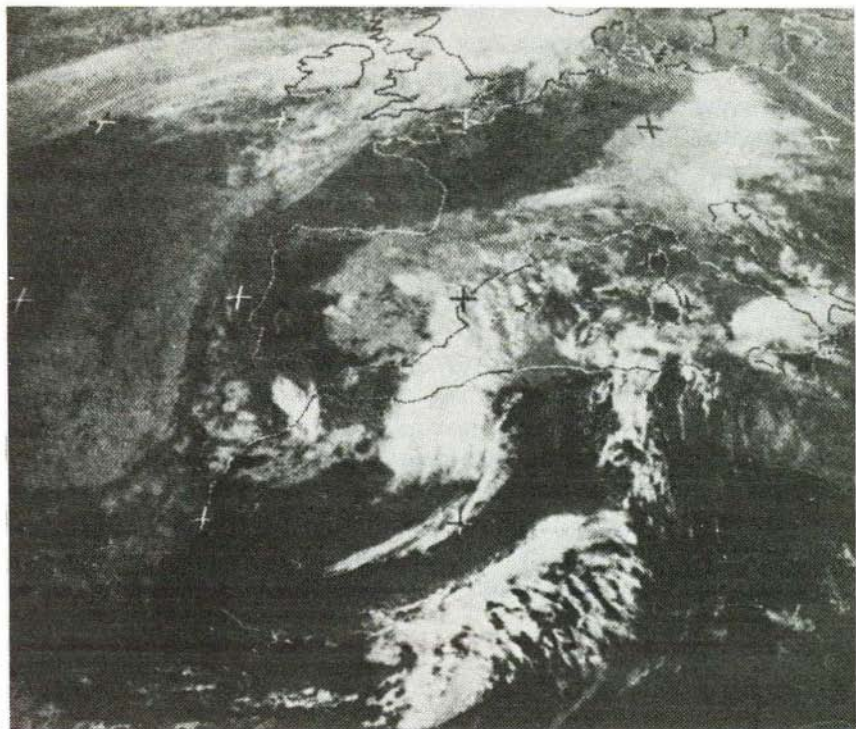
Bodoča polja meteoroloških spremenljivk še niso vremenska napoved. Meteorološka polja iz mreže točk mora meteorolog, ki se ukvarja z napovedjo vremena, še interpretirati. Mreža točk z znanimi vrednostmi je danes precej gosta, razdalja med točkami je lahko nekaj nad sto kilometrov, stanje v prostoru med točkami pa mora biti interpolirano. Napovedovalec vremena mora



Izračunana oblačnost za 24 ur naprej.

torej iz predvidenih vrednosti pritiska, vetra, temperature, vlage, na podlagi izkušenj in statističnih zvez sklepati, kakšno vreme ustreza razporeditvi in obliki polja katere od spremenljivk. Ko torej ugotovi vremensko stanje, ki se obeta, se mora posvetiti še lokalnemu odsevu splošnega vremena: na Gorenjskem je ponavadi pač drugačno vreme kot na Primorskem, četudi je razdalja med pokrajinama le nekaj deset kilometrov. Razdalja med računskimi točkami, kjer so izračunana prognozična polja okoli desetkrat večja. Na koncu je potrebno meteorološko napoved še ubesediti: iz varnega jezika številk jo je treba spraviti še v kruto areno vsakdanjega govora. Kako potem ubesedeno vremensko napoved razume uporabnik, je pa že druga zgodba.

Sedaj pa še o tem, zakaj so vremenske napovedi včasih nezanesljive. Razlogi za napake so nanizani vzdolž vse poti, ki popisuje nastanek vremenske napovedi: včasih kje na Zemlji slabo merijo katero od meteoroloških količin; včasih se kakšni podatki izgube, začetno stanje atmosfere tako poznamo le



Satelitska slika oblačnosti potrjuje izračunano oblačnost s prejšnje slike.

približno, računski postopki so le omejeno natančni; razdalje med točkami mreže, v katerih računamo nove vrednosti polj so velike; meteorolog prognoztik včasih narobe interpretira polja; včasih nerodno formulira vremensko napoved; včasih jo po radiu narobe preberejo; včasih je uporabniki ne razumejo. Tako je pravzaprav velik čudež, da vremenske napovedi sploh kolikor toliko drže.

Natančnost napovedanih meteoroloških polj se ugotavlja tako, da se ta primerja s polji, ki jih izmerijo ob ustreznem poznejšem času. Za 24-urno napoved je danes natančnost polj nad 90 odstotkov, za daljše čase pa natančnost napovedi pada. Po nekako osmih dneh je natančnost polj že tako majhna, da so ta za uporabo neprimerna. Zaradi tega se resni meteorologi ne ukvarjajo z dolgoročno mesečno, sezonsko ali letno napovedjo vremena. Če pa se že, potem napovedujejo le verjetnost pojavov, ne pa dejanskih dogodkov. Statistika je namreč velika laž, če jo uporabimo na konkretnih dogodkih, saj

vemo, da njeni zakoni veljajo le za množico pojavov, v našem primeru za niz vremenskih stanj. Dolgoročna napoved je torej prepuščena strokovnjakom druge sorte, takim, ki imajo obilo domišljije; vsakršnim amaterjem, šarlatanom in politikom se tu odpirajo neslutene možnosti za sproščanje fantazije.

Vremenska napoved je torej včasih točna, drugič pa ne. V Sloveniji meteorologi pravijo, da je vsaka peta vremenska napoved zgrešena, tiste štiri vmes pa so zanesljive. Vremenska napoved je torej v primerjavi z obljubami, ki si jih dajemo v življenju pravzaprav zanesljiva, saj se baje vsak tretji zakon razveže, da ne govorimo o obljubah politikov. Vremenske napovedi se torej splača poslušati in se po njih z zrnom soli tudi ravnati. Kaj naj to pomeni? Poslušati je treba vso vremensko napoved in ne le en del. Če je napoved ZMerno OBLAČNO, to ne pomeni, da BO OBLAČNO; lahko je povsem prijetno, če pri nas slučajno sonce sije skozi katero izmed lukenj med oblaki. Prav možno pa je, da cel dan ne vidimo sonca, saj se lahko skriva za sicer raztrganimi oblaki. Če govorimo o POSAMEZNIH PLOHAH, potem je treba vedeti, da se ploha ulije tu ali tam in ni nujno, da ravno nad nami. Če že imamo smolo in se dež usuje ravno nad nami, potem poslušajte vremensko napoved vemo, da ploha še ni deževje, in lahko stoično počakamo, da moča mine. Poslušati je treba tudi 'vremensko sliko' in ostale podatke o vremenu. Včasih se namreč zgodi, da



Spreminjanje natančnosti napovedanih meteoroloških polj z naraščanjem časa napovedi. (Za višinska polja, izračunana v Evropskem centru za srednjeročno prognozo vremena v Readingu.)

vremenoslovci dobro napovedo razvoj vremena, le urnik vremenskih sprememb se jim ne izide. Če je torej napovedano poslabšanje vremena za dopoldne in se to takrat ne zgodi, potem je zelo verjetno, da nas bo poslabšanje vremena doseglo popoldne ali ponoči. Hudo nespametno je v takem primeru meniti, da poslabšanja vremena ne bo. Posebno če smo v gorah in nimamo stika s civilizacijo, je dobro, da si zapomnimo razvoj vremena, kakršnega je napovedala zadnja vremenska napoved. Vremenske dogodke nato spremljamo kot postaje na voznem redu in tako načrtujemo svoja dejanja. Tak vozni red pa zaradi upadanja veljavnosti vremenske napovedi s časom vedno slabše drži.

V nekaterih letnih časih, posebno še okoli jesenskega in pomladanskega enakonočja, so vremenske napovedi ponavadi manj zanesljive predvsem zaradi tega, ker se takrat na severni in južni polobli spremeni energijsko ravnotežje. Severna polobla je poleti imela energijski presežek, nato se jeseni pojavi energijski primankljaj, ta pa povzroči globalno ohlajanje in s tem okrepitev vremenskih procesov.

Napisal sem že, da je v meteorologije mednarodno sodelovanje nujno in povsem vsakdanje. Meteorologi različnih prognostičnih služb (naše, hrvaške, avstrijske, italijanske) pri izdelavi svojih napovedi uporabljajo iste prognostične karte, a jih nato interpretirajo vsak po svoje, pač glede na to, za katero klimatsko področje hočejo izdelati napoved. Tako ponavadi vremenske napovedi vseh omenjenih meteoroloških služb držijo ali ne držijo naenkrat: če so bila prognoziranja polja meteoroloških spremenljivk izračunana dobro, potem so tudi prognoze, kakršne slišimo po radiu in televiziji dobre, v nasprotnem primeru pa je polomija mednarodna.

Tomaž Vrhovec