

VLOGA METEOROLOŠKE SLUŽBE PRI ZMANJŠEVANJU POSLEDIC PODNEBNIH SPREMOMB IN PRILAGAJANJU NANJE

Jožef Roškar
direktor Urada za meteorologijo, ARSO
Stalni predstavnik Slovenije pri Svetovni meteorološki organizaciji

Pomen mednarodnega sodelovanja pri spremljanju vremena

Vreme in njegovo spreminjanje ima močan vpliv na mnoga področja našega vsakodnevnega življenja. Torej ni neobičajno, če prisluhnemo vremenskim poročilom in napovedim ter da nas, vsaj na videz, vse pogostejše vremenske ujme skrbijo. Tako je bilo skozi vso človeško zgodovino. Znanstveni in tehnološki razvoj je samo omogočil, da vreme spremljamo sistematično z vedno bolj in bolj kompliciranimi a tudi sposobnimi napravami. Javne ali državne meteorološke službe imajo danes za seboj dolgo pot. Začetki segajo vse do prve polovice 19. stoletja, ko je prof. Cleveland Abbe vzpostavil sistematično opazovalno mrežo v Združenih državah Amerike z namenom, da bi lahko izdajal dnevne vremenske napovedi za New York. Leta 1853 so v Bruslju organizirali konferenco, katere posledica je bilo rojstvo Mednarodne meteorološke organizacije, ki je postavila temelj mednarodnega sodelovanja v meteorologiji. Po drugi svetovni vojni je ta prerasla v Svetovno meteorološko organizacijo (SMO), njene članice so praktično vse države sveta. Državne meteorološke službe (DMS) v članicah SMO vsak dan zagotavljajo pomembne podatke in analize o vremenu, podnebjju in z vremenom povezanimi dogodki. Kakor vemo, je vreme nedeljivo in ne pozna državnih meja. DMS lahko posredujejo podatke, napovedi in analize svojim državljanom le zahvaljujoč širokemu mednarodnemu sodelovanju, ki ga zagotavlja SMO. V tem smislu je najbolj pomemben program SMO Program svetovnega bedenja (World Weather Watch), ki ga sestavljajo Sistem globalnega opazovanja (GOS - Global Observing System), Globalni telekomunikacijski sistem (GTS - Global Telecommunication System) in Globalni sistem za obdelavo podatkov ter napoved vremena (GDPFS – Global Data Processing and Forecast System).

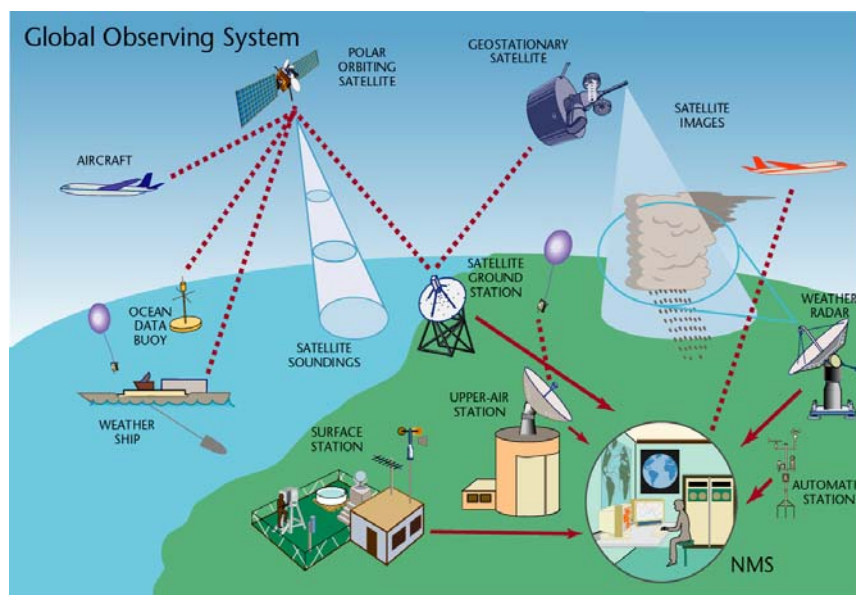
Razvoj GOS, GTS in GSPFS je posledica napredka tehnologije, ki je vplival na vse pore življenja na planetu. Predvsem na področju opazovanja in meritev smo priča velikemu napredku tako v sistemih opazovanja na tleh kakor v vesolju. Za kakšen napredek gre, najbolje ponazarja podatek, da je ameriška meteorološka služba leta 2004 zbrala in arhivirala večjo količino podatkov kot v vsej zgodovini do zaključka leta 1998. K temu so seveda odločilno pripomogle metode daljinskega zaznavanja, radarske in satelitske meritve. Tako je bogastvo podatkov, ki so na razpolago v GOS, pa tudi razvoj računalnikov in numeričnih modelov, omogočilo kakovostne vremenske napovedi in opozorila pred prihajajočimi vremenskimi ujmami do deset dni vnaprej. Istim razlogom, torej vedno večji količini podatkov, in s tem vedno boljšemu poznavanju procesov v ozračju, gre pripisati tudi vedno večjo zanesljivost sezonskih vremenskih napovedi od treh mesecev pa do pol leta, pa tudi podnebnih napovedi za nekaj desetletij vnaprej.

Ker se je SMO sistematično ukvarjala z ozračjem in njegovo sestavo ter vremenom, je lahko bila prva, ki je začela svetovno javnost opozarjati na spreminjanje kemijske sestave ozračja. Že v šestdesetih, predvsem pa v sedemdesetih letih prejšnjega



stoletja, je bilo očitno, da se sestava ozračja zaradi človekove dejavnosti zelo spreminja. Takrat še ni bilo jasno, kaj bo to pomenilo. Tako je leta 1988 SMO skupaj s Programom Združenih narodov za okolje (United Nations Environment Programme) ustanovila Medvladni odbor za podnebne spremembe (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) in poklicala vse članice Združenih narodov in SMO, da v njem sodelujejo. Osnovna vloga IPCC-ja je, da na osnovi izčrpnih, objektivnih, transparentnih, znanstvenih, tehničnih in socio-ekonomskih informacij oceni možne vplive spremembe podnebja in možnosti za ublažitev posledic ter prilagajanje. IPCC je doslej izdal tri poročila o oceni spreminjanja podnebja, zadnjega leta 2001. Naslednje poročilo naj bi bilo pripravljeno leta 2007.

Zavedanje, da se z našim planetom nekaj dogaja, je rodilo potrebo po večjem poznavanju delovanja sistema Zemlja. Tako je nastala Mednarodna pobuda za opazovanje Zemlje GEO (Group of Earth Observation), ki jo imajo mnogi za najpomembnejšo mednarodno pobudo današnjega časa. GEO trenutno vključuje več kot šestdeset držav, Evropsko komisijo ter več kot štirideset mednarodnih organizacij. Ideja se je rodila leta 2003 z namenom, da poveže in uskladi obstoječe sisteme merjenja in opazovanja na našem planetu tako iz vesolja, kakor na površini planeta in pod morsko gladino. Tako usklajeni naporji bodo posledično privedli do usklajenega sodelovanja najrazličnejših strok pri proučevanju našega planeta in boljšega razumevanja interakcije med oceani in ozračjem ter vplivanja sprememb v ozračju in oceanih na živi svet. Torej neposredno prispevajo tudi k razumevanju podnebnih sprememb. Tovrstna dejavnost je nujna za razumevanje stanja okolja in je osnova za njegovo izboljšanje. Februarja 2005 so na zasedanju v Bruslju sprejeli desetletni izvedbeni načrt – GEOSS, sistem sistemov za opazovanje Zemlje. Seveda spet ni šlo brez SMO. Prostori SMO v Ženevi so postali dom za Izvršni sekretariat GEO. Izjemno povečanje sposobnosti opazovanj in merjenj v GOS je ta pomemben program SMO postavilo v središče GEOSS in predstavlja njegovo osrednjo komponento.



Gornja slika nazorno prikazuje kompleksno zgradbo GOS

V obeh sistemih, GOS in GEOSS, se dopolnjuje devet področij, ki so še kako pomembna za pripravo prilagajanja na podnebne spremembe tako na globalni kot na lokalni ravni. Ta področja so:

1. izboljšanje informacij o vremenu, napovedi vremena in opozarjanja v vseh časovnih skalah;
2. zmanjšanje človeških žrtev in materialne škode pri naravnih katastrofah in takih, ki jih povzroči človek;
3. izboljšanje gospodarjenja z vodnimi viri z boljšim razumevanjem vodnega ciklusa;
4. razumevanje, ocena in napoved nihanja podnebja in podnebnih sprememb ter zmanjševanje posledic in prilagajanje nanje;
5. izboljšanje gospodarjenja in zaščita kopnih, obalnih in morskih ekosistemov;
6. razumevanje faktorjev okolja, ki vplivajo na zdravje ljudi in njihovo dobro počutje;
7. izboljšanje gospodarjenja z viri energije;
8. podpiranje trajnostnega kmetijstva in borba proti širjenju puščav ter razumevanje, spremljanje in zaščita biotske raznovrstnosti.

Spoznanja, pridobljena na naštetih področjih, bodo brez dvoma spremenila obnašanje mnogih Zemljanov.

Vloga državnih meteoroloških in hidroloških služb

V skladu z izjavo Izvršnega sveta SMO o vlogi in pomenu državnih meteoroloških služb (DMS) in vse bolj očitnimi dokazi o spreminjanju podnebja postajajo DMS vse bolj pomembne pri napovedovanju vremena in opozarjanju na nevarnost bližajočih se vremenskih ujm ter za sistematično proučevanje vremena, podnebja, nihanj podnebja in podnebnih sprememb. Brez kakovostnih podatkov in analiz ni mogoče ugotoviti spreminjanja podnebja, še manj pa pri razvojnih načrtih dolgoročno upoštevati vplive sprememb na človekove dejavnosti. Za zmanjšanje posledic vremenskih ujm in za prilagajanje spremenjenemu podnebnju, ki ga je nujno potrebno obravnavati kot naravno danost, je nujno potrebna dobro organizirana in učinkovita DMS. S tem, da pomaga vladi pri zmanjševanju posledic naravnih nesreč in omogoča pravočasno prilagajanje na spremembe podnebja, odločilno prispeva k trajnostnemu razvoju.

Naravne nesreče pobirajo vsako leto zelo velik davek tako z izgubo človeških življenj, kakor tudi z materialno škodo. Po analizah Združenih narodov je v zadnjih 20. letih v naravnih nesrečah po svetu življenje izgubilo preko tri milijone ljudi, več kot ena milijarda pa jih je bilo neposredno prizadetih. Več kot 90 % vseh naravnih nesreč po svetu povzročijo vremensko pogojene ujme. Zato je zelo pomembno, da imamo učinkovito meteorološko službo, ki lahko izda pravočasna opozorila o bližajočih se ujmah, pa tudi da je celotna družba dobro organizirana in da lahko učinkovito ukrepa ob takih opozorilih. Zaradi podnebnih sprememb se bo število vremenskih ujm očitno še povečevalo, pa tudi prilagajanje vremenu in podnebnju postaja imperativ za večino dejavnosti.

Informacije o vremenu in podnebnju postajajo torej vedno bolj nepogrešljive pri odločanju na mnogih področjih, kot so na primer kmetijstvo, energetika, zdravje,



promet in podobno, predvsem pa odločilno prispevajo k zmanjšanju negotovosti ter tako k izboljšanju ekonomskih in drugih odločitev. Analize, narejene v zadnjih nekaj letih v ZDA, Kanadi in Avstraliji, kažejo, da se sredstva, investirana v delovanje in razvoj meteorološke službe, vračajo gospodarstvu vsaj v razmerju 1:4. Zaradi tega SMO poziva, da se na ta sredstva gleda kot na zelo koristno investicijo, ne pa strošek.

Mednarodne organizacije kot so SMO, GEO, GEOSS in druge samo koordinirajo delo na posameznih področjih. Izvajanje konkretnih nalog, predvsem tistih, povezanih z GOS in opazovanjem planeta, je običajno v domeni DMS. Pri tem vsaka od njih sodeluje po svojih zmožnostih, rezultate in podatke pa daje na razpolago vsem. Nobenega dvoma ni, da so tudi DMS vedno bolj usposobljene za uporabo podatkov iz GOS. Razlog za to je predvsem v vse boljšem merjenju in opazovanju, ki ga izvajajo prav DMS. Danes imamo vse boljše računalniške modele simulacije ozračja z visoko ločljivostjo in boljšo fiziko, ki preko asimilacije podatkov prispevajo k vse bolj razviti tehnologiji meritev. Kljub temu pa moramo biti previdni pri uvajanju novih ter opuščanju konvencionalnih metod meritev in opazovanja v GOS, torej tudi v DMS. Pri tem je potrebno zagotoviti predvsem naslednje:

- ☞ široka uporaba novih metod in tehnik pri opazovanju v DMS in GOS ter opuščanje nekaterih konvencionalnih metod mora biti podvržena strogi znanstveni presoji;
- ☞ adaptacija opazovanj, predvsem krčenje števila merilnih točk in ukinjanje tradicionalnih opazovanj v GOS zahteva največjo pozornost, kajti podatki, ki se v nekem trenutku na nekem področju ne zdijo pomembni, imajo lahko veliko vrednost neke drugje;
- ☞ da lahko države in njihove DMS izkoristijo podatke, ki so že ali pa še bodo na voljo;
- ☞ ustrezen prenos znanja v posamezne DMS, da bodo lahko polno izkoriščale podatke iz GOS in da ne bodo izgubljale priložnosti;
- ☞ čeprav vse države in njihove DMS ne bodo imele možnosti, da bi uporabljale kompletne zbirke podatkov iz GOS, morajo vseeno vse države polno prispevati k razvoju GOS.

Podatki o segrevanju planeta so predvsem v zadnjih letih prepričali tudi skeptike. Gotovo lahko predvidevamo, da bodo informacije in analize o vremenu in podnebnju postale primarne za vsako družbo, da bo lahko pravočasno načrtovala ukrepe za ublažitev posledic podnebnih sprememb in potrebno prilagoditev za obstoj. To bo seveda zahtevalo koordiniran razvoj GOS, pa tudi meteorološke infrastrukture v celoti, tako na globalni kot tudi lokalni ravni. DMS kot glavni akterji v tem dogajanju se bodo srečali predvsem z naslednjimi izzivi:

- ☞ kako vzdrževati visoko raven zavesti znotraj vlad o potrebi po vse boljši meteorološki infrastrukturi in koristi, ki jih prinaša učinkovita DMS;
- ☞ kako v GOS vzpostaviti primerljivo homogenost opazovalnih sistemov na površini v primerjavi s planiranimi v vesolju in na oceanih;
- ☞ kako vzpostaviti učinkovite povezave GOS z ostalimi področji v okviru GEOSS;
- ☞ kako vzpostaviti učinkovite mehanizme upravljanja in financiranja za integracijo raziskovalnih in operativnih sistemov;
- ☞ kako najti pravo mero vpliva človeka pri vsakodnevnih operativnih nalogah pri meteorološkem opazovanju, obdelovanju podatkov in napovedovanju vremena;
- ☞ določiti, za katere dele javne meteorološke infrastrukture na globalni, regionalni in lokalni ravni naj poskrbi država;



☞ kako zagotoviti dolgoročno stabilno financiranje lokalne, regionalne in globalne meteorološke infrastrukture.

Kaj pa pri nas, v Sloveniji?

Vremenski dogodki zadnjih desetih let so tudi v Sloveniji dokazali, da nismo izvzeti. Srečali smo se z ekstremnimi sušami, pa tudi z velikim številom neurij. Pri nas izvaja naloge državne meteorološke službe Urad za meteorologijo v Agenciji RS za okolje. Če primerjamo slovensko meteorološko službo s službami drugih držav v EU, lahko ugotovimo, da imamo kljub majhnosti in zelo omejenim virom kakovostno in dobro organizirano službo. Slovenija je relativno dobro pokrita z meteorološkimi merilnimi postajami, ki merijo podatke tako za potrebe spremljanja vremena in napovedovanja, kakor tudi za spremljanje podnebja. Slovenija je članica SMO, podpisala pa je tudi pogodbi o sodelovanju z Evropskim centrom za srednjeročno napoved vremena (ECMWF - European Centre for Medium Weather Forecast) v Readingu (Velika Britanija) in EUMETSAT-om, evropsko medvladno organizacijo za uporabo meteoroloških satelitov. V obeh primerih predstavlja sedanji status sodelovanja nekakšno čakalnico za redno članstvo. Obe organizaciji spadata v temeljno evropsko meteorološko infrastrukturo in se po kakovosti uvrščata v svetovni vrh. S sodelovanjem v obeh organizacijah ter z meritvami in opazovanji doma Slovenija izpolnjuje svoje obveznosti do GOS. Izboljšanje kakovosti naših kratkoročnih vremenskih napovedi, ki slonijo na izdelkih evropskega centra, pa tudi srednjeročnih in dolgoročnih, je doseglo stopnjo, ki smo si jo pred desetimi leti težko predstavljali. Razen tega Slovenija s svojimi strokovnjaki aktivno sodeluje pri razvoju modela za simulacijo ozračja v gostejši mreži v skupini ALADIN, v katero je trenutno vključenih 21 držav.

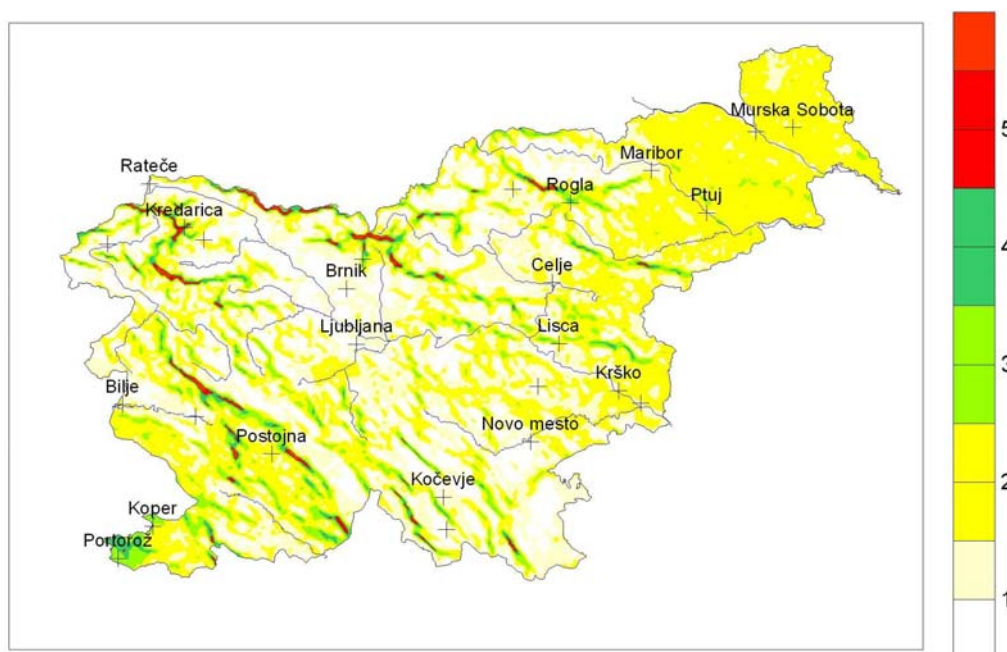
Podobno kot na svetovni ravni, kjer je SMO prva začela govoriti o onesnaženju ozračja, ki ga povzroča naša civilizacija, je meteorološka služba tudi v Sloveniji bila prva, ki je začela ljudi osveščati o tem problemu. Že konec 60. let prejšnjega stoletja je vzpostavila sistem rednega dnevnega merjenja žveplovega dioksida v zraku na preko 50 lokacijah. Iz te mreže smo v Sloveniji dobili prve alarme o prekomernem onesnaženju.

Slovenska meteorološka služba je torej v preteklosti pri nas odigrala podobno vlogo kot SMO v svetovnih okvirih in tudi danes lahko odgovori na izzive, ki jih pred nas postavljajo podnebne spremembe. Kakovost naših vremenskih napovedi je na povsem primerljivi evropski ravni. Analiza dosedanjega razvoja pokaže, da se vremenska napoved enake zanesljivosti podaljša za en dan v desetih letih. To pomeni, da če smo pred desetimi leti znali z določeno zanesljivostjo napovedati vreme za tri dni vnaprej, lahko danes z enako zanesljivostjo napovemo vreme za štiri dni. Tudi sezonske napovedi postajajo bolj zanesljive. Upamo, da jih bomo kmalu lahko uporabljali v praksi.

Razen napovedovanja vremena in opozarjanja smo v preteklosti naredili vrsto analiz, povezanih s podnebjem, in na ta način prispevali k razumevanju spreminjanja podnebja pri nas. Uporabnikom so znane naše klimatografije, to je publikacije, ki vsebujejo analize po posameznih vremenskih ali podnebnih parametrih. Mesečno izdajamo Mesečni bilten s prispevki o vremenu in podnebjem v preteklem mesecu, kjer sprti primerjamo trenutno stanje z dolgoletnimi povprečji. Zelo pomembna publikacija je tudi letopis, kjer v skladu s priporočili SMO objavljamo podatke, izmerjene v naši



mreži opazovalnih postaj, in ki ga izmenjujemo z večino držav v Evropi. Pred dvema letoma smo izvedli obširno študijo z naslovom "Ranljivost slovenskega kmetijstva na podnebne spremembe", ki je jasno pokazala posamezne trende k segrevanju tudi pri nas. Zadnji zelo pomemben prispevek pa je bila analiza vetrovnih razmer v Sloveniji. Pri izdelavi študije je bil uporabljen modelski pristop. Meritve v merilni mreži ARSO smo uporabili kot verifikacijo izračunov v izbranih merilnih točkah. Zgolj uporaba meritev povzroči zelo neenakomerno razporeditev napake na kartah vetra, saj je napaka relativno majhna v bližini merilnih točk, z razdaljo od le-teh pa hitro narašča. Računalniški meteorološki model ALADIN (ki se sicer uporablja za napovedovanje vremena) je nadgrajen še z modulom za prilagajanje polja vetra reliefu v visoki resoluciji, ki je omogočil izdelavo kart s prostorsko ločljivostjo nekaj kilometrov.



Za ilustracijo je na gornji sliki je narisano polje povprečne hitrosti vetra na višini 10 m nad tlemi v m/s, dobljeno na podlagi modelskih izračunov za 8-letno obdobje (1994-2001). Po prvi oceni se napaka izračuna giblje v okviru 1 m/s.

V javnosti smo meteorologi najbolj poznani po vremenskih napovedih, manj pa po naših analizah in študijah. Seveda ni dovolj, da nas državljani poznajo samo po vremenskih napovedih in se na nas obračajo pretežno samo, kadar potrebujejo kakšen vremenski podatek za sodišče ali zavarovalnico. Čim prej moramo doseči, da bodo vremenske informacije in napovedi postale nepogrešljiv vhod v proizvodnih procesih, gospodarskih odločitvah in vseh dejavnostih, ki so neposredno odvisne od vremena. Mogoče je čas, ko načrtujemo spremembe v gospodarskem sistemu, ravno pravi čas, da vključimo vanj dosledno upoštevanje naravnih danosti, torej tudi vremena in podnebja. Z ustreznimi politikami si moramo zastaviti preventivne programe pred naravnimi nesrečami ter jih znati tudi uspešno predvideti in jih z vnaprej pripravljenimi sanacijskimi programi tudi uspešno odpraviti. Vse to, namesto da rešujemo probleme šele takrat, ko se pojavijo.

V središču teh prizadevanj, pa tudi pri prilagajanju gospodarskih dejavnosti, ki so povezane s podnebnimi spremembami in vremenom, bo brez dvoma tudi pri nas meteorološka služba. Imamo dovolj znanja in izkušenj za interdisciplinarni pristop k reševanju problemov, povezanih s podnebnimi spremembami, oziroma za sodelovanje v skupinah, ki bodo pripravljale prilagajanje nanje. Prav tako je dolgoletna praksa pri operativnem vsakodnevnem mednarodnem sodelovanju zagotovilo, da lahko uspešno prenašamo tuje dosežke in znanje v uporabo za naše domače potrebe.

November, 2005

