



Vetrnica

ISSN 1855-7457

*glasilo Slovenskega
meteorološkega društva*

WWW.METEO-DRUSTVO.SI

0210

Izlet na Zavižan

Razprave

Modeliranje
vetra v
prizemni
mejni plasti

NAGRAJENEC
SMD ZA LETO 2009

ZGODOVINA
ECMWF

VSEBINA:

UVODNIK

3 NAMESTO UVODNIKA

POD DROBNOGLEDOM

6 PODNEBNE NOVICE

11 BURNO VREMENSKO DOGAJANJE V DRUGI
POLOVICI DECEMBRA 2009

13 EVROPSKI CENTER ZA SREDNJEROČNO
NAPOVED VREMENA

22 LETNA KONFERENCA EMS

25 ZANIMIVOSTI

IZ ŽIVLJENJA DRUŠTVA

27 PREDNOVOLETNO SREČANJE SMD

28 NAGRAJENEC SMD ZA LETO 2009

29 IZLET NA ZAVIŽAN

33 OBČNI ZBOR SMD 2010

ŠTUDENSKI KOTIČEK

34 POVZETKI DOKTORSKIH DISERTACIJ

36 POVZETKI DIPLOMSKIH NALOG

RAZPRAVE

41 MODELIRANJE VETRA V PRIZEMNI MEJNI PLASTI
Z VIDIKA PODNEBNIH SPREMENB

NOVOSTI V MEDIJIH

51 ANALIZA UPRAVLJANJA S TVEGANJEM ZARADI
TOČE

52 VETROVNOST V SLOVENIJI

54 OKOLJE SE SPREMINJA

NAPOVEDNIK

55 POMEMBNEJŠI DOGODKI

Pred vami je nova številka Vetrnice. Z veseljem ugotavljam, da je tokrat zelo bogata. To dokazuje, da so bili člani društva v zadnjih mesecih zelo aktivni. Odkar je izšla prva številka, se je na področju meteorologije doma in v svetu veliko dogajalo, kar smo skušali prikazati s prispevki v našem glasilu. Bogat študentski kotiček vzbuja zadovoljstvo ob dejstvu, da število strokovnjakov na področju vremenoslovja narašča. V rubriki Razprave objavljamo daljši povzetek doktorske disertacije našega člana, ki že nekaj let uspešno dela v tujini. 6. junija je začela veljati popravljena konvencija o ECMWF, vodilni evropski ustanovi na področju modeliranja ozračja, kar omogoča, da bo tudi Slovenija lahko postala polnopravna članica te ustanove. Preberite si zanimiv članek o zgodovini in ozadju nastanka te, tudi za slovensko meteorologijo pomembne ustanove. Odmevnejši dogodek v tem času je bila zagotovo Kopenhaška konferenca. Na konferenci je aktivno sodeloval član našega društva. Njegov pogled na dogajanje tokrat objavljamo namesto uvodnika.

Dogajanje pred konferenco je odprlo zanimivo vprašanje razmerja med mediji ter znanstveno in strokovno skupnostjo. Senzacionalistično in pogosto pristransko ter nestrokovno poročanje medijev o temah, povezanih z meteorologijo, nam kot društvu, ki predstavlja meteorološko stroko, nalaga dolžnost, da se odzovemo. V primeru Kopenhaške konference smo to storili preko svetovnega spleta. Podobni dogodki nas opominjajo na našo vlogo predstavnika stroke v družbi, ki bi morala biti bolj aktivna. In to ne le kot odziv na aktualno dogajanje v medijskem prostoru. Poleg ostalih možnosti, ki jih imamo, je tu tudi naše glasilo. Pozitivni odzivi (tudi nečlanov društva) na prvo številko Vetrnice kažejo, da imamo tudi skozi ta medij možnost razširiti strokovne vsebine in naš strokoven pogled na aktualne teme s področja meteorologije.

Želim vam veliko užitek pri prebiranju številke, ki je pred vami. Naj vas spodbudi, da boste k pestrosti in zanimivosti našega glasila prispevali tudi sami.

Mojca Dolinar, glavna urednica



Fotografija na naslovnici:

Jasna VEHOVAR, Jesen na Zavižanu

Izdaja:

Slovensko meteorološko društvo
Vojkova 1b,
SI - 1000, Ljubljana
<http://www.meteo-drustvo.si>

Glavna urednica: Mojca DOLINAR

Uredniški odbor: Jožef ROŠKAR, Iztok SINJUR,
Damijana KASTELEC, Matjaž ČESEN

Tehnično urejanje: Mojca DOLINAR, Jožef ROŠKAR

Oblikovna zasnova: Sabina KOŠAK, Solos, d.o.o.

Ljubljana, JUNIJ 2010

ISSN 1855-7457



Slovensko
meteorološko
društvo

Od 1954

Naslov uredništva:

Vojkova 1b
SI-1000, Ljubljana
vetrnica.smd@gmail.com



NAMESTO UVODNIKA

15. zasedanje Konference pogodbenic Okvirne konvencije ZN o spremembi podnebja in 5. zasedanje Konference pogodbenic Kyotskega protokola v Københavnu od 7. do 18. decembra 2009



Potek zasedanja

V času od 7. do 18. decembra lani sta v Københavnu skupaj potekali 15. zasedanje Konference pogodbenic Okvirne konvencije ZN o spremembi podnebja (COP) in 5. zasedanje Konference pogodbenic Kyotskega protokola. Skozi celo lansko leto so mediji po svetu prinašali informacije, da se pripravlja velik, enkraten dogodek, katerega rezultat bo celovit, globalni, pravno zavezujoč sporazum za spoprijemanje s podnebnimi spremembami, ki bo omejil rast povprečne globalne temperature na 2 °C in močno posegel v vse sektorje gospodarstva, kot so energetika, industrija, promet, kmetijstvo in v vsakodnevno življenje vsakega posameznika. Sporazum naj bi vseboval pet t.i. gradnikov, ki so bili določeni v Balijskem akcijskem načrtu iz pred dveh let; ti so: blaženje podnebnih sprememb (zmanjševanje emisij toplogrednih plinov), prilagajanje na podnebne spremembe, finančni tokovi in investicije, razvoj in prenos tehnologij ter krovni gradnik – skupna vizija.

Pričakovanja javnosti so bila torej zelo visoka. Ker je bil napredek na vseh štirih pogajalskih srečanjih pred Københavnom zelo skromen, pa so proti koncu leta tudi nekateri evropski voditelji, ki so prej ves čas zagotavljali, da »plan B« ne obstaja, začeli previdno najavljati, da mogoče proces še ne bo dokončan na københavnskem zasedanju.

Najpomembnejše in najodmevnejše delo je potekalo v okviru dveh ad hoc pogajalskih skupin: Ad hoc delovne skupine za dolgoročno sodelovanje v okviru konvencije, AWG-LCA, (v tem okviru naj bi pripravili omenjeni globalni sporazum), in Ad hoc delovne skupine za nadaljnje obveznosti držav Aneksa I v okviru Kyotskega protokola (AWG-KP), za določitev obveznosti zmanjšanja emisij razvitih držav v drugem ciljnem obdobju Kyotskega protokola, torej po letu 2012. Ko se je delo v teh dveh skupinah začelo, se je pokazalo, da pogajanja ne bodo nič lažja, kot so bila na predhodnih zasedanjih. Mnogo časa je bilo porabljenega za razprave o tem, kako naj delo poteka, manj pa ga je zaradi tega ostalo za samo delo na pogajalskih tekstih, ki naj bi bili osnova za nov sporazum. Zaradi izredno počasnega napredka je predsedujoči AWG-LCA pripravil osnutek sporazuma, katerega je dal v obravnavo pogajalcem. Na osnutek je bilo mnogo pripomb, vendar ga nobena država ni v celoti odklonila, kar je dajalo upanje, da bomo do konca zasedanja uspeli

priiti do teksta sporazuma. Vendar so se tudi tu stvari zapletale, saj so imele države še naprej zelo različne poglede na to, kaj naj bo v sporazumu oz. kako naj bodo posamezne stvari zapisane. Z drugimi besedami, države so bolj ali manj trdno vztrajale na svojih pozicijah in niso bile pripravljene na kompromise. Nekaj več napredka je bilo le na področjih REDD (zmanjševanje emisij iz krčenja in degradacije gozdov), LULUCF (raba tal, sprememba rabe tal in gozdarstvo), izgradnja zmogljivosti v državah v razvoju za boj proti podnebnim spremembam ter razvoj in prenos tehnologij.

Pogajanja je sprva vodila danska ministrica za podnebne spremembe in energijo Connie Hedegaard, nato pa je prevzel vodenje predsednik danske vlade Lars Løkke Rasmussen (kar se je pokazalo za ne preveč posrečeno potezo).

Drugi teden je bila zbrana že večina ministrov, začeli pa so prihajati tudi predsedniki držav in vlad. Poleg plenarnih zasedanj in pogajanj v kontaktnih skupinah so potekala pogajanja tudi v ožjih skupinah najmočnejših oz. najvplivnejših držav, iz katerih so prihajali zdaj pozitivni, zdaj negativni signali.

Kot običajno je imela EU vsakodnevne jutranje koordinacijske sestanke, na katerih so v drugem tednu sodelovali tudi ministri. Proti koncu je bilo teh sestankov po več na dan, saj je morala EU sproti sprejemati nova pogajalska stališča glede na razvoj dogodkov. Več koordinacijskih sestankov je bilo v poznih nočnih ali jutranjih urah, saj so pogajanja zadnje tri ali štiri dni potekala tudi skoraj cele noči.

V sredo in četrtek so bili na sporedu govori predsednikov in ministrov. Predsednikov je bilo na zasedanju okoli 120, med njimi predsedniki vlad oz. držav ZDA, Kitajske, Indije, Japonske, Avstralije, Brazilije, Južne Afrike itd. ter seveda evropskih držav. Iz Slovenije sta se zasedanja udeležila predsednik vlade Borut Pahor in minister za okolje in prostor Karl Erjavec. Na zasedanju je bil tudi generalni sekretar ZN Ban Ki-Moon, na t.i. stranskem dogodku pa je veliko pozornost pritegnil guverner Kalifornije Arnold Schwarzenegger.

Zadnji dan zasedanja, v petek, je bilo občasno sklicano plenarno zasedanje, ki pa ni moglo prinesiti končnih odločitev, ker so zaprta pogajanja v manjših skupinah

še potekala. Zvečer se je začelo zasedanje, na katerem naj bi sprejeli tekst dogovora. V EU smo pred tem predlagani tekst obravnavali in bili mnenja, da ga lahko sprejmemo kot kompromis med tem, kar želimo, in tem, kar je možno oz. želijo drugi. Vendar pa se je na končnem plenarnem zasedanju spet zapletlo. Peščica držav iz Srednje Amerike (Venezuela, Bolivija, Nikaragva in Kuba) ter Sudan so tekstu močno nasprotovali in obtoževali razvite države, da hočejo nanje prevladati obveznosti, da številke niso ustrezne, da s tem izvajajo nad Afriškim prebivalstvom holokavst (Sudan), ipd. Čez čas so jim začele druge države v razvoju, najprej male otoške države, potem pa tudi druge, v čedalje večjem številu nasprotovati in mnoge so od sudanskega ambasadorja Lumumbe celo zahtevale, naj vzame besede o holokavstu nazaj. Pridružile so se jim tudi praktično vse razvite države, med njimi ZDA, Kanada, Avstralija, Rusija, Norveška, Švica, Japonska, Nemčija, Velika Britanija, Francija, Švedska, Slovenija in druge. Pokazalo se je, da je nasprotnikov teksta zelo malo, le pet ali šest držav, vendar so neomajno in glasno vztrajale, tako da ni bilo možno doseči soglasja. Vsi sklepi se na tovrstnih zasedanjih sprejemajo s soglasjem, zato lahko že zelo majhno število držav, tudi ena sama, blokira sprejem kakšnega sklepa.

Nazadnje (ob 10:35 v soboto) je bil sprejet sklep, da se je COP seznanil s tekstom, imenovanim Københavnski dogovor (Copenhagen Accord). Tekst zaradi tega, ker ni bil sprejet, nima pravne veljave, kljub temu pa je večina držav izrazila odločenost, da bodo nadaljevale pogajanja na njegovi osnovi. Države so bile povabljenе, naj sporočijo, če se dogovoru pridružujejo, njihova imena pa bodo vpisana pod naslov teksta; poleg tega naj sporočijo svoje cilje zmanjšanja emisij do leta 2020 (razvite države) oz. načrtovane aktivnosti za omejitev ali zmanjšanje emisij (države v razvoju).

Sprejetih je bila še vrsta drugih sklepov, med njimi sklepi z aneksi, ki vsebujejo nedokončane tekste za posamezna področja načrtovanega sporazuma. Sprejeta sta bila tudi dva sklepa, s katerima je podaljšano delovanje obeh ad hoc pogajalskih skupin, s ciljem, da se sprejme globalni sporazum in obveznosti zmanjšanja emisij v razvitih državah po letu 2012 najkasneje na zasedanju COP-16/CMP-6 decembra letos v Mehiki.

Zasedanje je trajalo nepretrgano od petka zvečer do sobote ob 15h.

Ocena zasedanja

Zasedanje je bilo brez dvoma izjemno velik in odmeven dogodek, o čemer priča nekaj števil:

- udeležencev je bilo preko 40.000;

- sodelovalo je 194 držav pogodbenic Okvirne konvencije ZN o spremembi podnebja oz. 190 držav pogodbenic Kyotskega protokola;
- na zaključnem »visokem« delu (angl: High Level Segment) je sodelovalo okoli 120 predsednikov držav in vlad ter še precej več (pretežno okoljskih) ministrov.

Danska, država gostiteljica, je v priprave vložila ogromno energije, človeških virov in finančnih sredstev. Njihova prestolnica je živela z dogodkom, kar se je videlo na vsakem koraku. Lahko se pohvalijo z izredno gostoljubnostjo. Ob tem, da nihče ne more z gotovostjo trditi, kaj je bilo v Københavnu v vsebinskem smislu sploh možno doseči, pa prevladuje mnenje, da gostitelj ni bil v celoti kos zahtevni nalogi, tako v organizacijsko – logističnem pogledu (Bella center je lahko sprejel mnog manj udeležencev, kot je bilo prijavljenih, »le« okoli 15.000) kot pri samem vodenju pogajanj. Menim, da bi bila organizacija takega dogodka (pre) velik zalogaj tudi za marsikatero večjo državo.

Tako kot večina drugih udeležencev smo imeli tudi slovenski po končanem zasedanju mešane občutke. V ospredju je bil vsekakor ta, da smo dosegli mnogo manj, kot smo želeli, in manj, kot smo upali, da bomo. Drugi pa je bil ta, da smo nekaj vendarle dosegli, in da mora biti to zdaj, če nam je všeč ali ne, osnova za nadaljnje delo, ki naj bi nas do konca letošnjega leta pripeljala do zelenega celovitega, globalnega sporazuma.

Kot negativno ocenjujem predvsem to, da:

- dogovor ni pravno zavezujoč;
- dogovor ne vsebuje številke potrebne zmanjšanja emisij do let 2020 in 2050;
- se je COP (Konferenca pogodbenic) z dogovorom samo seznanil, ni pa ga sprejel;
- dogovora ni podprla oz. mu je nasprotovala le peščica držav, ki pa je uspela prepričati, da bi bil sprejet kot sklep COP, in torej nima formalnega statusa.

Kot pozitivno pa ocenjujem predvsem to, da je v dogovoru zapisano:

- da je potrebno veliko zmanjšanje svetovnih emisij, da bi obdržali dvig povprečne globalne temperature pod 2 °C;
- da se za pomoč državam v razvoju zagotovi iz različnih virov nova, dodatna, predvidljiva in ustrezna finančna sredstva za prilagajanje na podnebne spremembe in za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov, in sicer 30 milijard US \$ v letih 2010-2012 (t.i. hitro financiranje), ta vsota pa naj bi do leta 2020 narasla na okoli 100 milijard US \$ letno;
- da se ustanovi Københavnski zeleni klimatski sklad (Copenhagen Green Climate Fund);

- da se ustanovi Tehnološki mehanizem za okrepitev razvoja in prenosa tehnologij;
- naj se do leta 2015 oceni izvajanje tega dogovora v luči končnega cilja konvencije, kar naj vključuje možnost zaostritve dolgoročnega cilja, tudi omejitve dviga povprečne globalne temperature na 1,5 °C, na osnovi novih znanstvenih spoznanj.

Vsekakor je izredno pozitivno tudi to, da se je uspelo tako velikemu številu državnih voditeljev, med njimi tudi tistih iz največjih držav, usesti za isto mizo in razpravljati o problematiki podnebnih sprememb ter sprejeti dogovor o tako pomembnih stvareh.

Mnogi štejejo za najpomembnejši del dogovora sklep o zagotovitvi finančne pomoči državam v razvoju.

Ob tem ugotavljamo, da se je nezaupanje na področju podnebnih sprememb med razvitimi in državami v razvoju v zadnjem obdobju, predvsem v preteklem letu, zelo poglobilo. Mnoge države v razvoju nasprotujejo prevzemu kakršnih koli obveznosti, vrsta razvitih držav

pa ni pripravljena sprejeti dovolj ambicioznih obveznosti zmanjšanja emisij. Verjetno so ena od možnosti, da se to nezaupanje zmanjša, neformalni pogovori med državami, tako razvitimi kot tistimi v razvoju, s čimer bi zbližali njihova stališča, to pa bi po vsej verjetnosti omogočilo doseči napredek na pogajanjih. Ta napredek je za vse ljudi življenjskega pomena, saj za ukrepanje, da bi se izognili negativnim posledicam podnebnim sprememb velikega obsega, ni več veliko časa.

Nekaj optimizma pred nadaljevanjem pogajanj vliva podatek, da je doslej 113 držav formalno podprlo Kopenhavnski dogovor; 41 razvitih držav je ob tem objavilo svoje cilje zmanjšanja emisij do leta 2020 (ki pa še niso zadostni za potrebno omejitev rasti povprečne globalne temperature), 34 držav v razvoju pa je objavilo svoje akcijske načrte za omejitve oz. zmanjšanje emisij toplogrednih plinov.

mag. Andrej Kranjc, Služba Vlade Republike Slovenije za podnebne spremembe



Rajendra Pachauri (drugi z leve), predsednik IPCC, govori na tiskovni konferenci

Podnebne novice

Gregor Vertačnik, Agencija RS za okolje

Povzetek

V obdobju od septembra 2009 do marca 2010 smo v Sloveniji zabeležili nekaj ekstremnih vremenskih pojavov: silovito septembrsko in decembrsko deževje ter močan veter v oktobru in marcu. Po svetu so se spopadali s številnimi vremenskimi ekstremi in nenavadnimi podnebnimi razmerami, na primer z zelo ostro zimo v Rusiji, poplavami na Madeiri ter snežnimi neurji v ZDA in Veliki Britaniji. V Tihem oceanu sta se razvila dva izjemna primerka tropskih ciklonov. Kanada kot celota je doživela drugo najtoplejšo jesen, nato pa še najtoplejšo zimo od začetka meritev. Na nasprotni strani zemeljske oble, v zahodni Avstraliji, tako vročega poletja v zgodovini klimatoloških meritev še ni bilo.

Vremenske in podnebne posebnosti

Razmere v Sloveniji

September in november sta bila znatno pretopla in šele z januarjem se je povsod zaključilo do 11 mesecev dolgo obdobje prevladujočih visokih temperatur. Januar je bilo ponekod znatno hladnejši od dolgotrnega povprečja. September je bil ponekod v severni Sloveniji močno prenamočen, enako velja za december v zahodni polovici Slovenije. V vsej državi je bil marec znatno presuh. Decembra in januarja je bilo po nižinah zelo malo sonca, tako da je bila zima večinoma najmanj osončena v zadnjih 30 letih. V januarju in februarju je bila zlasti v osrednjem delu države višina snežne odeje močno nadpovprečna (slika 1).



Slika 1. Debela snežna odeja v Grosupljem 11. februarja 2010. Foto: Iztok Sinjur

Jesen se je začela z nalivi, zlasti v severni Sloveniji. Najmočnejše in najpogostejše je lilo od večera 3. septembra do jutra 5. septembra. Težišče padavin je bilo v severni Sloveniji, ponekod je padlo več kot 200 mm

dežja. V Kranjski Gori so namerili 207 mm padavin v enem dnevu, v Logu pod Mangartom 204 mm in v Šmartnem pri Slovenj Gradcu v dveh dneh 131 mm.

Dne 12. in 13. oktobra je pod Karavankami in na Bovškem zapihal močan severni veter in povzročil kar nekaj škode v gozdovih. Na območju od Žirovnice do Cerkelj močan severnik, znan kot karavanški fen, sicer ni redek pojav, a tokrat je ponekod v sunkih dosegel viharo, celo orkansko moč. Na letališču v Lescah je najmočnejši zabeležen sunek dosegel skoraj 100 km/h in v Bovcu 90 km/h. Karavanški fen je nazadnje povzročil veliko škodo 14. novembra 2004, katastrofalno pa v noči z 9. na 10. februar 1984.

Preglednica 1. Najvišja dnevna temperatura zraka 20. in 25. decembra 2009, njuna razlika in primerjava z dosedanja rekordno vrednostjo. Prikazana rekordna vrednost je največji razpon najvišjih dnevniških temperatur v šestdnevnom obdobju; prikazani datum predstavlja zadnji dan obdobja. Vir: Meteorološki arhiv Agencije RS za okolje

postaja	20.12.	25.12.	razlika	dosedanji rekord
Bilje pri Novi Gorici	1,0	16,4	15,4	17,0 9.5.1981
Celje	-5,6	16,7	22,2	20,5 23.11.1947
Dobliče pri Črnomlju	-5,5	18,6	24,1	21,3 27.11.1983
Kočevo	-5,5	14,1	19,6	19,8 4.5.1976
Letališče Portorož	1,5	19,0	17,5	15,0 10.2.1991
Ljubljana	-6,1	16,5	22,6	18,8 21.4.1950
Maribor	-5,8	15,4	21,2	20,7 31.12.1961
Murska sobota	-6,2	17,4	23,6	20,4 23.1.1985
Novo mesto	-4,9	17,2	22,1	20,9 31.12.1961
Postojna	-5,0	12,6	17,6	20,1 8.3.1950

Nemara najbolj izjemno vremensko dogajanje v letu 2009 v naših krajih je bilo prav ob koncu leta. Po sneženju 19. decembra, ko je pobelilo tudi Obalo,

je bil 20. december sončen, a mrzel zimski dan. V Babnem Polju so izmerili $-26,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, še bolj nenavadna temperatura pa je bila $-9,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ na letališču Portorož in $-13,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ v Biljah pri Novi Gorici. Tudi naslednje jutro je marsikje še pošteno stiskalo, postopno pa je jugozahodni veter prepihal nižine in naznanil odjugo. Do četrta, 24. decembra, se je zelo močno ogrelo, marsikje rekordno v petih dneh (preglednica 1). Otoplitev je sovpadla s silovitim deževjem, lokalno je v Julijskih Alpah padlo nad 600 mm padavin (Žaga pri Bovcu 690 mm), kar je blizu rekordnemu deževju v novembru 1969 (Bovec 765 mm). Obširneje o tem izjemnem padavinskem dogodku v tej številki Vetrnice pišejo Gregorčič, Markošek in Roškar.

Meteorološka pomlad je sprva upravičila svoje ime, a že po nekaj dneh se je spet vrnilo zimsko vreme. Sprva je ponekod zapadlo nekaj centimetrov snega, močnejše je snežilo 9. in 10., zlasti na Kočevskem, kjer je padlo prek pol metra snega. Na Letališču Portorož je bila z 8 cm izmerjena druga najvišja snežna odeja v več kot 20-letni zgodovini meritev. Sneženje je spremljal veter, zelo močna burja na Vipavskem in Goriškem pa je napravila veliko gmotno škodo. Mreža uradnih meteoroloških postajah sicer ni zabeležila izjemno visokih hitrosti (Dolenje Ajdovščina 133 km/h), na izpostavljenih mestih, npr. izven naselij, pa so sunki presegali 150 km/h, lokalno celo okoli 200 km/h (meritve DARS in terenske meritve, slika 2).



Slika 2. Merjenje hitrosti burje na nadvozu pri Ajdovščini 10. marca 2010. Foto: Matej Blatnik

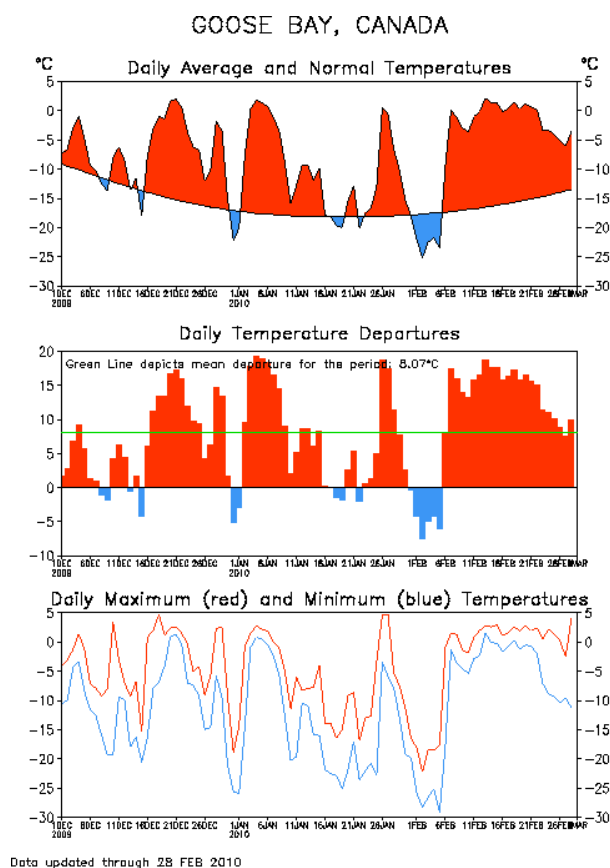
Viri:

Meteorološki arhiv Agencije RS za okolje
 Radarski arhiv Agencije RS za okolje
http://spin.sos112.si/Pregled/GraficniPrikaz/default_neprijav.aspx
 J. Pristov, 1984. Ekstremno mocni vetrovi pod Karavankami. Razprave, letnik 28, št. 1, str. 5–20.
 DARS, Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji

Vremenske in podnebne razmere v svetu

Nadpovprečne temperature v Kanadi

V obdobju od septembra 2009 do marca 2010 so najbolj izjemne podnebne razmere vladale v Kanadi, kar lahko pripišemo kombinaciji El Niña, prevladujočega negativnega AO indeksa in splošnega trenda ogrevanja ozračja.



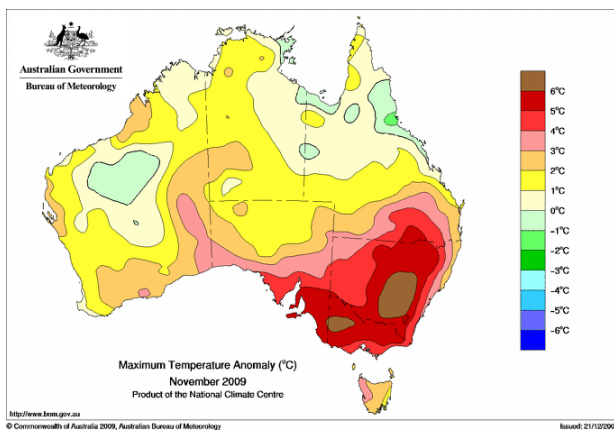
CLIMATE PREDICTION CENTER/NCEP

Slika 3. Potek dnevne temperature na postaji Goose Bay na Novi Fundlandiji v meteorološki zimi 2009/10. Vir: Climate Prediction Center, NOAA, http://www.cpc.noaa.gov/products/global_monitoring/temperature/ecanada_90temp.shtml

Začelo se je z izjemno toplim septembrom – več dni zapored se je na jugozahodu države ogrelo nad $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. V mestu Medicine Hat na jugovzhodu Alberte se je na nadmorski višini 717 m 4. septembra ogrelo do $36,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ko bi že morala nastopiti jesen, je sredi meseca jugozahod Kanade znova zajela tropska vročina. V Medicine Hat-u se je v drugi polovici meseca petkrat ogrelo nad $34\text{ }^{\circ}\text{C}$, nazadnje 24. v mesecu. Ponekod je bilo še bolj vroče, v Rosetown-u (Saskatchewan) se je živo srebro 17. septembra ustavilo šele pri $37,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Po hladnejšem oktobru je sledil najtoplejši november, nato je vse do konca marca prevladovalo pretoplo vreme (slika 3). Jesen je bila z odklonom 1,7 °C glede na referenčno obdobje 1951–1980 najverjetneje druga najtoplejša od začetka meritev l. 1948. Zima 2009/10 je bila najtoplejša od začetka meritev, odklon je na državni ravni dosegel 4,0 °C, regionalno celo do 7 °C. Trend ogrevanja kanadskih zim in jeseni je očiten, saj od l. 1997 dalje niso zabeležili »prehladne« jeseni ali zime. Temperaturno izjemno sliko minule zime dopolnjujejo še padavine: tako suhe zime v Kanadi še niso zabeležili. Na številnih postajah je temperaturni odklon v posameznih dneh dosegel okoli 20 °C, nemara najbolj izjemne razmere pa so ob koncu marca vladale v Baffinovem zalivu in okoliških predelih. Na postaji Grise Fiord, ki leži na otoku Ellesmere na 76° severne širine, se je 28. marca ogrelo do +2,7 °C. V Eureka (80° N) so dan kasneje namerili -3,9 °C. Primerjava s klimatološkim povprečjem in prejšnjimi leti jasno kaže na izjemnost dogodka. Na povprečni marčevski dan, ko na daljnem kanadskem severu zimski mraz še ne jenja, se v Eureka namreč ogreje le do -34 °C in celo aprila zgolj do okoli -23 °C. Temperatura v marcu le stežka preseže -20 °C, kar kaže primerjava z letoma 2009 in 2008. Lani se temperatura ni dvignila nad -17,4 °C in leto poprej nad -23,7 °C. Nazadnje je bilo »podobno toplo« kot letos 1. marca 2006 z -8,0 °C.

Vročina v Avstraliji



Slika 4. Odklon povprečne najvišje dnevne temperature v novembru 2009 glede na dolgoletno povprečje. Vir: Bureau of Meteorology, <http://www.bom.gov.au/climate/current/month/aus/archive/200911.summary.shtml>

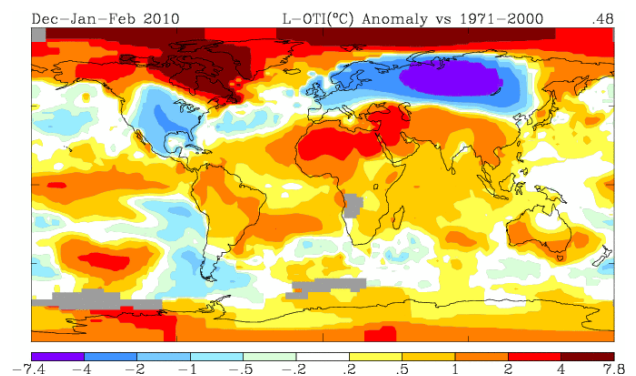
S temperaturnim presežkom so se spopadali tudi Avstralci. Poletno vreme se je začelo mesec dni prezgodaj, saj je novembra dolg vročinski val zajel osrednjo in jugovzhodno Avstralijo. V Adelaidu so zabeležili rekordno dolg niz osmih zaporednih dni z najvišjo dnevno temperaturo nad 35 °C. Najvišjo temperaturo so izmerili v kraju Marree na jugu države, 18. novembra se je živo srebro povzpelo do 47,4 °C.

Mesečni temperaturni odklon je bil najbolj izrazit na jugovzhodu, kjer so bili popoldnevi za okoli 5 °C nad dolgoletnim povprečjem in s tem znatno nad prejšnjim rekordom (slika 4).

V Zahodni Avstraliji je sledilo najbolj vroče poletje, najvišja dnevna temperatura je ponekod odstopala za več kot 3 °C od klimatološkega povprečja. Nasprotno je bilo proti severovzhodu in vzhodu poletje prehladno in deževno – v nekaterih krajih je padlo štirikrat toliko dežja kot običajno. Na vrh absolutne padavinske lestvice pa se je uvrstil kraj Napier Downs v Zahodni Avstraliji, kjer je 18. decembra ob prehodu tropskega ciklona Laurence padlo 402 mm padavin. Na nasprotnem koncu iste avstralske province, na letališču v Perthu, pa v vsem poletju ni padla kaplja dežja!

Sneg in mraz

Na severni polobli je zima običajno najhladnejša v Sibiriji, med meteorološkimi postajami pogosto izstopata Verhojansk in Ojmjakon, kjer -50 °C ni nobena redkost. Drugače je bilo v decembru 2009, ko je izjemno hud mraz večkrat zajel zlasti zahodnje ležeča območja. V kraju Kislokan se je temperatura pogosto spustila pod -50 °C, 27. decembra so izmerili celo -53,1 °C. Tudi v januarju in februarju je bilo v osrednjem in zahodnem delu Rusije prehladno, na vzhodu pa marsikje topleje od dolgoletnega povprečja. Glede na dolgoletno povprečje (1971–2000) je bilo najhladnejše na območju med Bajkalskim jezerom in Novo zemljo – odklon je dosegel od -4 °C do -7 °C (slika 5). Hud mraz je močno prizadel Mongolijo, zaradi mraza in predhodno sušnega poletja je poginilo dva milijona glav živine.



Slika 5. Temperaturni odklon v zimi 2009/10 glede na obdobje 1971–2000. Vir: NASA GISS, <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/month/aus/archive/200911.summary.shtml>

Medtem ko so Kanadčani preživljali nenavadno milo zimo, so se njihovi južni sosedje spopadali s snežnimi neurji. Najhuje je bilo v obdobju od 4. do 7. in nato še od 9. do 11. februarja. V prvem snežnem neurju,

ki se je pomikalo z jugozahoda ZDA proti vzhodu so bile med najbolj prizadetimi zvezne države Maryland, Pensilvanija, Virginija ter Zahodna Virginija. Nekateri kraji so zabeležili več kot $\frac{3}{4}$ metre novega snega. Že čez nekaj dni je sledil naslednji, sicer padavinsko nekoliko manj obilen blizzard. V februarju so tako na washingtonskem letališču Dulles skupno namerili rekordnih 117 cm in v newyorškem Centralnem parku 94 cm novozapadlega snega. Tudi sicer je bila zima na vzhodni obali zelo radodarna s snegom, sneženja so se vrstila za drugim – končni rezultat je bil več kot 2 metra novega snega v Baltimorju.

Neurja v Evropi

Evropo sta konec februarja prizadeli dve katastrofalni ujmi. Dne 20. februarja so se na Madeiri spopadali s hudourniški poplavami, umrlo je več kot 40 ljudi. Ciklonsko območje je z dvema frontama prečkalo hribovit otok, kjer so se padavine orografsko okrepile, v labilnem ozračju so nastajale nevihte. Na postaji Pico Arieiro je v 14 urah in pol padlo kar 387 mm dežja, v Funchalu pa 116 mm v osmih urah. Čez teden dni, 27. in 28. februarja, je močan ciklon Xynthia prizadel obširna območja zahodne in srednje Evrope. Na Iberskem polotoku je veter v sunkih dosegel 130 km/h, nato se je na poti proti severovzhodu še okrepil; na francoski obali so beležili 160 km/h, v nemškem sredogorju celo do 180 km/h. Poleg ogromne gmo- tne škode je ciklon terjal 65 življenj, največ v kraju L'Agillon, kjer so močni valovi podrli varovalni zid, zato je morje povsem zalilo nekatera naseljena območja.

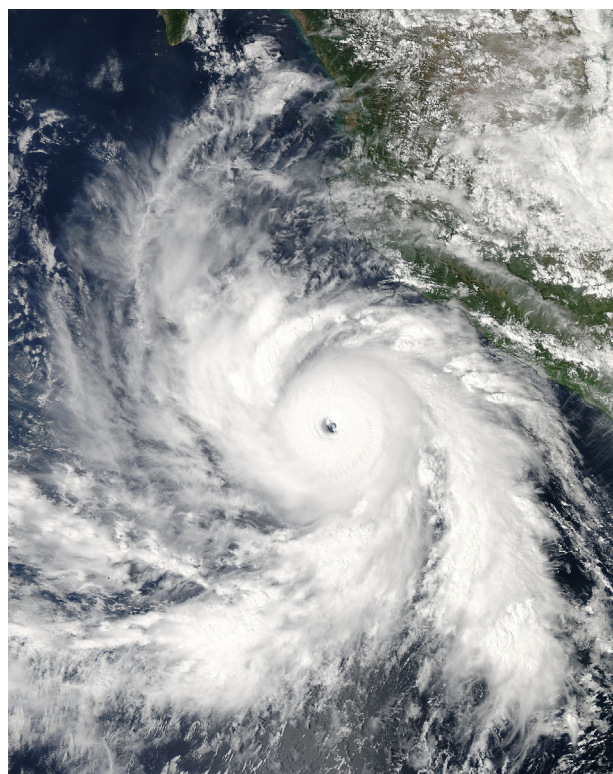
Tropski cikloni

Sredi oktobra je v severovzhodnem Tihem oceanu nastal orkan Rick in v dveh dneh dosegel 5. stopnjo (slika 6). Z vetrovi do 290 km/h in središčnim zračnim pritiskom 906 hPa se je uvrstil na drugo mesto najmočnejših vzhodnopacifiških orkanov. V sredini marca smo bili spet priča izjemnemu tropskemu vrtincu, tokrat v južnem Pacifiku. Tropski vihar Ului se je v zgolj 24 urah prelevil v tropski ciklon najvišje stopnje. Središčni pritisk je v tem časovnem intervalu padel z 982 na 918 hPa, vetrovi so se okrepi- li do 260 km/h. Tako hitri okrepitevi tropskega ciklona smo bili priča le še ob orkanu Wilma v bogati atlantski sezoni 2005. Ob prečkanju Solomonovih otokih je povzročil veliko škodo, in nato močno oslabilen še na avstralski obali povzročil izjemno obilne padavine (do 450 mm dežja).

Viri:

http://www.smc-msc.ec.gc.ca/ccrm/bulletin/archive_e.cfm
<http://www.ogimet.com>
<http://www.weatheroffice.gc.ca>

<http://www.climate.weatheroffice.gc.ca>
<http://www.bom.gov.au/climate/>
<http://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/>
<http://www.zamg.ac.at/aktuell/fallstudien/madeira/>
http://www.zamg.ac.at/aktuell/index.php?seite=2&artikel=ZAMG_2010-03-01GMT14:04
<http://www.zamg.ac.at/aktuell/fallstudien/xynthia/>
<http://www.ncdc.noaa.gov>

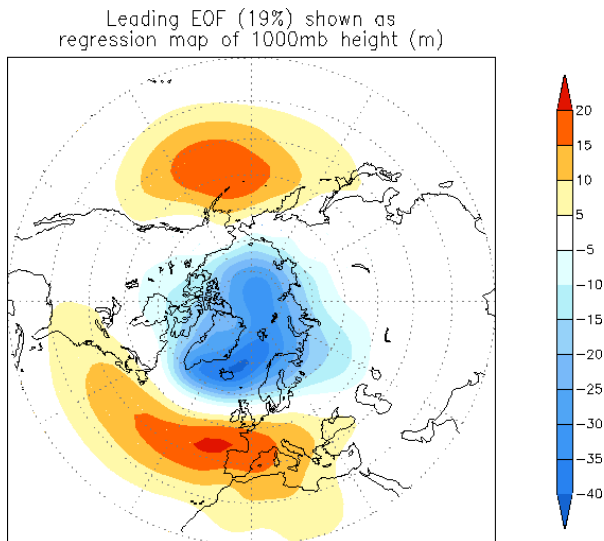


Slika 6. Orkan Rick pred zahodno obalo Mehike 17. oktobra 2009. Vir: NASA/GSFC, MODIS Rapid Response, <http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/gallery/?2009290-1017/Rick.A2009290.2020.1km.jpg>

Indeks arktičnega nihanja

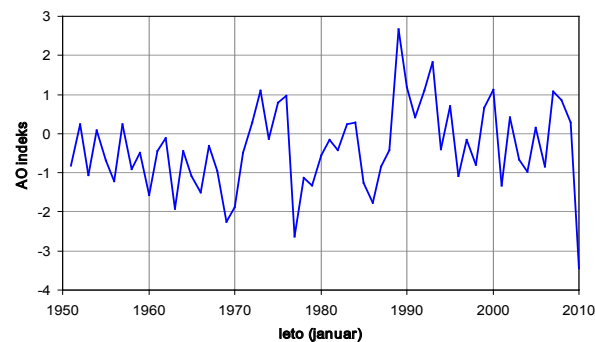
Meteorologi in klimatologi si pri opisu dogajanja v troposferi na večji prostorski skali pogosto pomagajo z indeksi, ki opisujejo pritiskovo polje. Razmere nad Arktiko in okolico najbolje opiše t.i. indeks arktičnega nihanja (AO indeks). Ta indeks opisuje stopnjo podobnosti polja geopotencialne višine s prvim lastnim vektorjem analize glavnih komponent – anomalijo pritiskovega polja, ki pojasni največji delež spremenljivosti nad Arktiko in okolico (slika 7).

Vrednost AO indeksa je sorazmerna z jakostjo vzorca prvega lastnega vektorja v izbrani situaciji. V negativni fazi AO je prostorska razporeditev anomalij geopotencialne višine (*) obrnjena. Vrednost AO indeksa je močno povezana s splošnimi vetrovi srednjih in visokih severnih geografskih širin; pozitivne vrednosti sovpa-



Slika 7. Prvi lastni vektor anomalije zračnega pritiska nad Arktiko in okolico. Vir: Climate Prediction Center, NOAA, http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/loading.html

dajo z močnejšim, negativne s šibkejšim zahodnim zračnim tokom. V decembru 2009 je indeks dosegel izjemno nizko vrednost $-3,4$, v januarju in februarja se situacija ni bistveno spremenila. Še več, zadnji zimski mesec je z vrednostjo $-4,3$ potolkel prejšnji absolutni rekord od l. 1950 dalje. Skladno z AO indeksom je v zimi 2009/10 polarna zračna masa večkrat preplavila ZDA in Evropo. Nasprotno so vetrovi nad severno Afriko, Bližnji vzhod, Grenlandijo in vzhodno Kanado pogosto prinesli toplejši zrak. V preteklosti so se minuli zimi po AO indeksu še najbolj približale zime 1962/63, 1968/69 ter 1976/77 (slika 8).



Slika 8. Potek povprečne zimske vrednosti AO indeksa v obdobju 1950/51–2009/10. Vir podatkov: http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/monthly.ao.index.b50.current.ascii.table

Viri:

http://www.cpc.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/ao_index.html
<http://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/>

(*) Geopotencialna višina je nadmorska višina, nekoliko popravljena zaradi različne težnosti na različnih delih zemeljske oble. V meteorologiji se pogosto uporablja namesto zračnega pritiska, pri čemer interpretacija meteoroloških kart ostane praktično enaka (npr. nizki geopotencialni višini ustreza nizek zračni pritisk). AO indeks temelji na polju geopotencialne višine ploskve, kjer znaša zračni pritisk 1000 hPa.

Burno vremensko dogajanje v drugi polovici decembra 2009

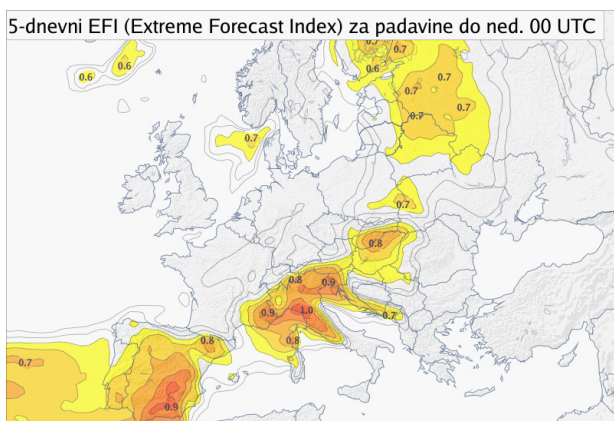
Branko Gregorčič, Janez Markošek in Jožef Roškar, Agencija RS za okolje

Po razmeroma topli prvi dekadi decembra, se je v drugi tretjini meseca ozračje nad Slovenijo postopno ohladilo. Če smo v prvi tretjini meseca beležili dnevne temperature do okoli 5 stopinj nad dolgoletnim povprečjem, pa se je do konca druge dekade močno ohladilo.

Dne 19. 12. je zaradi vpliva sredozemskega ciklona po vsej Sloveniji snežilo ob dnevnih temperaturah med -6 in -9 °C. Snežilo je celo ob slovenski obali, pa tudi v celotni Istri in Kvarnerju ter vzdolž jadranske obale vse do Šibenika.

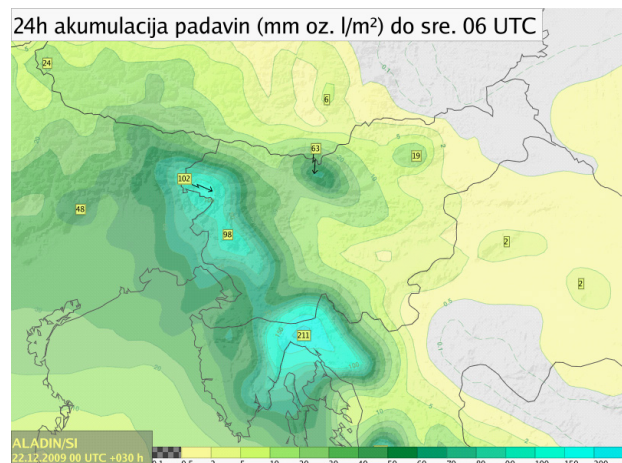
V noči na 20. 12. se je nad Slovenijo zjasnilo in nedelja 20. 12. je bila najbolj mrzel dan v meteorološki zimi 2009/2010. Zjutraj se je marsikje ohladilo do okoli -20 °C, povprečna dnevna temperatura pa je bila tega dne v večjem delu Slovenije kar za 10 do 15 °C pod dolgoletnim povprečjem.

Upoštevajoč napovedi velikih svetovnih prognoističnih centrov (ECMWF, NCEP) pa je bilo že sredi hladnega obdobja povsem na dlani, da bo mrzlemu valu sledila še pred Božičem zelo nagla otoplitev, ki jo bo spremljala tudi močno deževje.



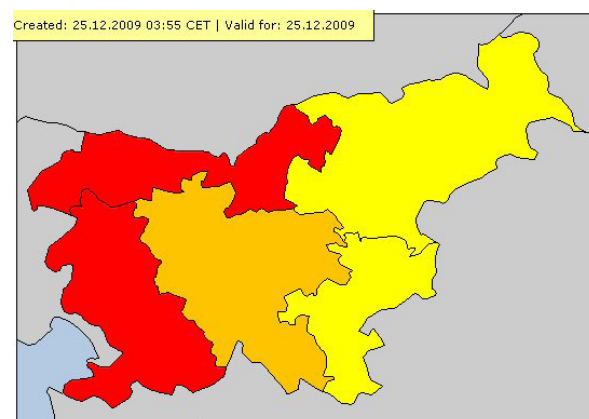
Slika 1. 5-dnevni padavinski indeks za obdobje od 22. 12. do 27. 12. 2009 00 UTC po modelu ECMWF

Za kratkoročno oceno količine padavin in meje sneženja so bili v naslednjih dneh izredno uporabni in zanesljivi izračuni operativnega modela Aladin/SI in NMM (Non-hydrostatic meso-scale model - NOAA/NCEP), ki ga prav tako poganjamo na ARSO.



Slika 2. 24-urna akumulacija padavin od 22. 12. do 23. 12. ob 06.00 UTC po modelu Aladin

Višinski vetrovi so se obrnili na jugozahodno smer že tekom nedelje 20. 12., v ponedeljek pa je od zahoda pričelo rahlo snežiti, a je sneg v večernem času postopno že prehajal v dež. Meja sneženja se je v naslednjih dneh dvignila celo do nadmorske višine okoli 2500 metrov. Padavine so se okrepile v torek 22. 12., še bolj pa v noči na sredo 23. 12. 2009.



Slika 3. Napovedana stopnja vremenske ogroženosti po Sloveniji za 25.12.2009 (www.meteoalarm.si)

Zaradi velike pričakovane količine dežja in taljenja snega zaradi odjuge je meteorološka prognoistična služba ARSO izdala opozorilo že v ponedeljek 21. 12. v jutranjem času, v torek zjutraj pa je sledilo tudi opozorilo hidrološke prognoistične službe. Na meteorološkem opozorilnem portalu www.meteoalarm.eu sta bili

regiji JZ in SZ za torek in sredo obarvani oranžno (2. najvišja opozorilna stopnja).

V sredo 23. 12. dopoldne smo v prognošični službi analizirali padavinski dogodek minulih 36 ur in zaradi pričakovanega še močnejšega deževja v drugi polovici tedna za 14.00 uro sklicali tiskovno konferenco, na kateri smo napovedali zaostritev poplavne nevarnosti v zahodni Sloveniji in predvideno razglasitev rdeče (najvišje možne) stopnje ogroženosti za regiji JZ in SZ za 25. 12. 2009 (slika 3).

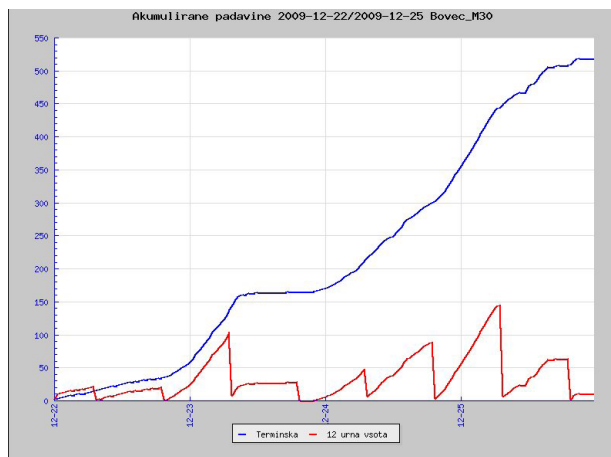


Slika 4. Utrinek s tiskovne konference 23. 12. 2009 na sedežu ARSO (vir: 24ur.com)

Odziv novinarjev je bil kljub predprazničnemu času izreden in velika sejna dvorana na Vojkovi 1b je bila polna. Napovedi in opozorila sta podala predstavnik meteorološke in hidrološke prognošične službe ARSO, navzoč pa je bil tudi predstavnik URSZR, ki je poročal o preventivnih ukrepih na ogroženih območjih. Opozorilo je še isti dan bilo objavljeno na vseh večjih slovenskih radijskih in TV programih, kot tudi na odgovarjajočih spletnih portalih (slika 4).

Po krajši prekinitvi deževja v sredo popoldne, so se padavine v četrtek 24. 12. na zahodu spet krepile. Dežurne službe na Uradu za meteorologijo in na Uradu za hidrologijo in stanje okolja so prešle na neprekinjeno 24-urno dežurstvo. Poplavna situacija se je po pričakovanjih najbolj zaostрила prav na praznični 25. 12. 2009, ko smo ob 11.00 sklicali še drugo tiskovno konferenco, kjer smo podali analizo trenutnega stanja in kratkoročno ter srednjeročno napoved.

V času med 22. 12. in 25. 12. 2009 je v zahodni Sloveniji lokalno padlo tudi prek 500 mm padavin (Slika 5), Bohinjsko jezero je naraslo za 3 metre, Soča je pri Solkanu dosegla rekordno velik pretok. Tudi gladina morja je segla skoraj pol metra visoko nad obalno črto. Povprečne dnevne temperature so se v manj kot tednu dni spremenile kar za okoli 25 °C, razpon med minimalnimi in maksimalnimi temperaturami pa je dosegel od 30 do 40 °C.



Slika 5. Izmerjena količina padavin na AMP Bovec v dneh od 22. 12. do vključno 25. 12. 2009.

V dneh po deževju so strokovne službe obeh uradov pripravile obširno poročilo, ki je dostopno na svetovnem spletu na naslovu:

http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/weather_events/padavine-visoke_vodec-dec2009-porociloARSO-20091231-www.pdf

Več medijskih poročanj pa na:

<http://www.dnevnik.si/novice/kronika/1042325468>
<http://24ur.com/novice/slovenija/obilno-dezevje-bo-povzrocilo-vecje-poplave.html>
<http://www.rtvsl.si/okolje/poplave-na-zahodu-jugu-in-v-osrednji-sloveniji/219789>

Po analizah, narejenih po poplavah, lahko rečemo, da so pravočasna opozorila o prihajajoči nevarnosti preprečila mnogo večjo škodo, pa najverjetneje tudi človeška življenja. Pri tem naj citiramo prof. dr. Matjaža Mikoša iz Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, ki je v Delu dne 29. decembra 2009 zapisal: »Ob tokratnih poplavah moramo poudariti zelo dobro meteorološko in hidrološko kratkoročno napoved za zgodnje opozarjanje prebivalstva na poplavne razmere. Na spletni strani Agencije RS za okolje smo lahko spremljali kratkoročno napoved za posamezne predele Slovenije, ki je za 25. december 2009 za severni in zahodni del napovedala najvišjo rdečo stopnjo nevarnosti z opozorilom, da je na širšem območju verjetna večja gmotna škoda in nesreče ter da so lahko ogrožena življenja. To nam da misliti, da je ne le kurativa (intervencija), temveč predvsem preventiva prava odločitev za obvladovanje naravnih nesreč. Moramo se jim čim bolj prilagoditi, jih sprejeti kot dejstvo in imeti učinkovit opozorilni sistem, hkrati pa se organizirati za reševanje in pomoč ob neposredni nevarnosti.« Zaradi pravočasnih opozoril so pripadniki civilne zaščite, predvsem gasilci, na ogroženih območjih učinkovito zavarovali imetje in življenja in to pretežno v božični noči.

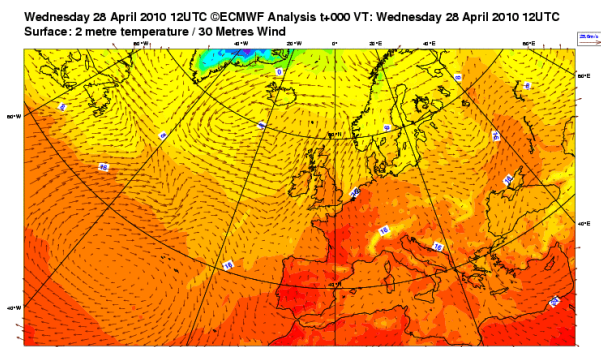
Evropski center za srednjeročno napoved vremena

Nastanek, kratka zgodovina in današnji pomen

Jožef Roškar, Agencija Republike Slovenije za okolje

Uvod

Pred 50. ali 40. timi leti si tudi najbolj optimistični meteorologi niti v sanjah niso mogli predstavljati, kakšen nesluten razvoj bo v naslednjih desetletjih doživela znanost in kako silno se bo povečalo poznavanje dogodkov v ozračju. O analizah, kot je prikazana na Sliki 1, so res lahko samo sanjali. To so bili še časi Morsejeve abecede, ki so jo uporabljali za prenos podatkov po radijskih zvezah, pojavili so se še prvi poskusi uporabe računalnika za simulacijo dogajanja v ozračju. Računalniška tehnologija, ki je danes osnova vsem aktivnostim od telekomunikacij do najbolj zahtevnih fizikalnih simulacij in si brez nje ne moremo zamisliti vsakodnevnega življenja, je doživela neverjeten razvoj. Sprva so najsposobnejše računalnike razvijali prav za potrebe računanja fizikalnih simulacij ozračja.



Slika 1. Operativna analiza temperature na 2 m in vetra na 30 m za 28. april 2010, 12 UTC

V zadnjih mesecih so slovenski meteorologi prav zahvaljujoč sodobni tehnologiji lahko dokaj natančno napovedali in opozorili na razvoj vremena, ki je povzročil obsežne poplave na božični dan 2009 in uničujočo burjo 9. in 10. marca 2010. Pred nekaj desetletji, ko tako zanesljivih vremenskih napovedi, pa tudi ECMWF-ja, še ni bilo, taka opozorila in pravočasna preventivna dejanja niso bila mogoča. Vremenske napovedi so v zadnjih desetletjih sestavni del vseh informacijskih televizijskih in radijskih poročil po vsem svetu, saj so po-

stale zelo pomembne pri načrtovanju praktično vseh človekovih dejavnosti. Ko se odpravljamo na počitnice, se tudi vremenu neradi pustimo presenetiti. Dobre napovedi so še kako pomembne za kmetovalce pri načrtovanju in izvajanju opravil, saj lahko pravočasno poskrbijo za agrotehnične ukrepe in spravilo pridelkov. Pomena poznavanja vremenskih razmer in napovedi za vse vrste prometa, od cestnega, pomorskega in zračnega, ni potrebno posebej navajati. Zanesljive vremenske napovedi, posebno neurij, omogočajo javnim službam za zaščito in reševanje pravočasno ukrepanje in s tem zmanjšanje materialne škode, nemalokrat pa tudi rešitev človeških življenj.

Ker vreme ne spoštuje državnih meja, so meteorologi že dolgo tega vedeli, da morajo sodelovati. Kljub neugodnemu političnemu ozračju v Evropi so vizionarji sredi šestdesetih let prejšnjega stoletja trmasto prepričevali politike, da brez širšega mednarodnega sodelovanja na področju znanosti ne bo napredka, predvsem ne na področju meteorologije. Sad njihovih prizadevanj je bila ustanovitev COST-a (European Cooperation in Scientific and Technical Research), katerega prvi in še do danes najbolj uspešen projekt je bila ustanovitev ECMWF. V tem prispevku bom poskusil prikazati okoliščine, ki so privedle do njegove ustanovitve. Občudovati je potrebno predvsem vizijo ustanoviteljev, ki so kljub mnogim oviram hrabro pripeljali idejo o skupnem evropskem centru za napovedovanje vremena do uspešne ustanovitve centra. Danes vemo, da so se odločili pravilno.

Prve ideje

Kmalu po koncu druge svetovne vojne so evropski meteorologi spoznali, da brez širšega mednarodnega sodelovanja ne bo napredka. Narava vremena je pač taka, da ga ni mogoče zapreti znotraj ozemlja ene države. Za njegovo proučevanje in analiziranje so potrebni podatki nad večjimi geografskimi področji, ki praviloma, v Evropi pa še posebej, obsegajo več držav. Z razvojem numerične analize, razumevanja ozračja, predvsem pa računalnikov, so se pojavili kompleksni fizikalno-matematični modeli ozračja. Za reševanje enačb, zapisanih v takih modelih, so začeli uporabljati

računalnike. Toda tudi največje države niso mogle zagotoviti dovolj velike računske moči, da bi lahko začeli poganjati take modele. Torej je bilo sodelovanje več držav nujno ne samo zaradi narave vremena in izmenjave podatkov, ampak tudi zaradi združitve naporov več držav v Evropi, da bi lahko zagotovili dovolj močan računalniški center. Mednarodno izmenjavo podatkov je dokaj uspešno uspela organizirati Svetovnameteorološka organizacija (SMO). Potrebno je bilo vzpostaviti še veliki center za napoved vremena, kjer bi lahko poganjali modele za simulacijo ozračja in napoved vremena na največjih razpoložljivih računalnikih. Pot do tega cilja je bila v takratnih političnih razmerah zelo zapletena.

Že julija 1951 je prof. Carl-Gustav Rossby objavil »Zabeležko o sodelovanju v raziskovalnih projektih«, kjer je napisal, da »je zelo verjetno, da bodo državne meteorološke službe mnogo več pridobile od ustrezno opremljenih neodvisnih raziskovalnih skupin, organiziranih na akademskem nivoju zunaj državnih organov, kakor pa če poskušajo organizirati raziskovalno delo znotraj togo organiziranih uradnih državnih meteoroloških služb«.

Kot rezultat Rossbyjeve iniciative lahko štejemo ustanovitev Mednarodnega meteorološkega instituta (International Meteorological Institut – IMI) leta 1955 na Švedskem z nalogo, da izvaja raziskave na področju meteorologije in sorodnih ved in da spodbuja mednarodno znanstveno sodelovanje na področju meteorologije. V tem času je pri pripravi vremenske napovedi že napredovala uporaba računalnika. Švedska je bila pred tem, da kot prva na svetu začne uporabljati numerično napoved operativno in to tako, da računalniška simulacija vremena prehitve dejansko vreme. Res je, Švedi so bili na področju dinamične meteorologije takrat vodilni v svetu. Kateri meteorolog ne pozna Rossbyjevih valov?

V 10 do 15 letih, ki so sledila, se je zgodilo veliko reči, tako politično, kakor tudi na področju znanosti. Meteorološka znanost je napredovala na mnogih področjih, politično pa se je nakazovala ustanovitev takrat še precej nedoločene nove evropske integracije. Že 18. aprila 1951 je na podlagi Schumanovega načrta šest evropskih držav (Belgija, Francija, Italija, Luksemburg, Nemčija in Nizozemska) podpisalo pogodbo o skupnem vodenju njihove težke industrije premoga in jekla in s tem ustanovile Evropsko skupnost za premog in jeklo. To pogodbo štejemo za začetek današnje Evropske zveze (European Union), čeprav je bila ob podpisu bolj kot ne varovalka, da nobena podpisnica ne more brez nadzora razviti težke industrije, ki bi služila oboroževanju. Že leta 1957 so prvotno pogodbo, ki se je nanašala samo na premog in jeklo, razširili na druge gospodarske dejavnosti in podpisali Rimsko pogodbo ter ustanovili Evropske gospodarske skupnosti (EGS), ki so jih sestavljale Evropska skupnost za pre-

mog in jeklo, ustanovljena 1951, Evropska ekonomska skupnost (EEC) in Evropska skupnost za atomsko energijo (EUROATOM), obe ustanovljeni leta 1957. Temu obdobju je sledilo obdobje gospodarske rasti v 60. tih letih. Že kmalu pa so ugotovili, da EGS kljub dobri gospodarski rasti zaostajajo na področju znanstvenih in tehničnih raziskav. Pri raziskovanju so bili bolj odmevni in uspešni predvsem v Združenih državah Amerike (ZDA) in celo v Sovjetski zvezi. Zavedajoč se pomena raziskovanja za nadaljnji gospodarski razvoj je Komisija EGS že leta 1963 v priporočilu Svetu EGS poudarila pomen znanstvenih in tehničnih raziskav. Da bi jih vzpodbudila, je imenovala Delovno skupino za področje znanstvenih in tehničnih raziskav, ki je kasneje imela ključno vlogo pri ustanovitvi ECMWF.

Na osnovi analize, ki jo je pripravila Delovna skupina, je leta 1967 Svet ministrov EGS pripravil dokument z naslovom »Memorandum o problemih, ki jih povzročata znanstveni in tehnični razvoj v EGS«. Dokument je upošteval tedanje ekonomsko stanje v Evropi in spodbujal ekonomsko pomembne projekte. Pri pripravi dokumenta so se 29. marca 1967 prvič pojavili meteorološki projekti. Izpostavili so naslednja področja, ki so jih smatrali pomembna za mednarodno sodelovanje:

- naravoslovje;
- inženirstvo;
- medicina;
- agronomija in veterina;
- sociološke in politične znanosti.

Med 11 poglavji, namenjenih naravoslovju najdemo dve, ki se nanašata na meteorologijo: vremenske napovedi za daljši čas in vplivanje na vreme. Iz današnje perspektive je bila omemba vplivanja na vreme vsaj rahlo čudna. Toda, sredi 60. tih let prejšnjega stoletja so bili meteorologi večinoma prepričani, da lahko z umetnim vplivom povečajo deževne ali snežne padavine, zmanjšajo škodo po toči, razbijejo meglo, skrenejo tropske ciklone iz gosto naseljenih področij in podobno. Kasneje je trdi realizem izpodrinil zgodnji optimizem. Pokazalo se je, da se ne da norčevati iz matere narave. Delovna skupina za politiko znanstvenega raziskovanja je dobila nalogo, da poročilo predstavi oktobra 1967 Svetu ministrov EGS. Takrat pripravljeno poročilo je vsebovalo mnogo predlogov področij znanosti in tehnologije, kjer bi bilo koristno evropsko mednarodno sodelovanje. Svet ministrov EGS je oktobra 1967 poročilo obravnaval in ugotovil, da bo prišlo do zastoja v znanosti in tehnologiji, če ne bodo vključili držav, ki niso bile članice Evropskih skupnosti. Tak razmislek je narekoval del poročila, ki se je nanašal na meteorološke projekte, kjer so zapisali, da vreme ne pozna meja in da lahko pričakujemo uspeh le z najširšim mednarodnim sodelovanjem. Obširno mednarodno sodelovanje je takrat že izvajala SMO. Svet EGS je bil mnenja, »da je znanstveni in tehnični

napredek ključnega pomena za ekonomsko rast in splošni napredek članic EGS in še posebno za njihovo konkurenčno sposobnost«. Prav tako je bil mnenja, »da so dosežki EGS dežel na področju znanstvenih in tehničnih raziskav ter njihova uporaba v industriji v zadnjih nekaj letih manjši kot v nekaterih deželah izven Evrope, posebno še na nekaj ključnih področjih, ter da zaostajanje predstavlja resno grožnjo srednje in dolgoročnemu razvoju«. Na osnovi omenjenih ugotovitev je Svet EGS Delovni skupini naložil proučitev možnosti za sodelovanje na naslednjih šestih področjih: informacijska znanost in telekomunikacije, razvoj novih transportnih možnosti, oceanografija, metalurgija, motnje pravnega reda in meteorologija.

Za vsako od teh področij so ustanovili strokovno komisijo. Svet EGS je zahteval poročilo pred 1. marcem 1968, torej je bilo samo štiri mesece časa za pripravo poročil. Posebej je bilo poudarjeno, da komisije proučijo obstoječe mednarodno sodelovanje in da proučijo sodelovanje evropskih držav, ki niso bile članice EGS. To je bilo posebej pomembno za meteorologe, ki so že po naravi stvari v najširšem smislu mednarodno sodelovali. Tako je politika postavila pred meteorologe EGS enkratno priložnost, da proučijo področja, kjer je možno najširše mednarodno sodelovanje.

V takratnem času so bili meteorologi v zahodni Evropi nemalokrat razočarani, če so hoteli mednarodno sodelovati s svojimi kolegi, saj so to lažje dosegli, če so šli v Združene države Amerike (ZDA) ali v nekaterih primerih celo v Sovjetsko zvezo. V ZDA je bilo mnogo univerzitetnih središč, kjer so delali predavatelji, raziskovalci in profesorji iz evropskih dežel.

V Novosibirsku je bila zelo močna meteorološka šola z zelo dobrim strokovnim znanjem na področju numeričnih tehnik. Guri Marchuk je že leta 1962 ustanovil računski center sibirskega okrožja Sovjetske akademije znanosti. Vzporedno s študijem računalniške tehnologije in programske opreme je vodil intenzivno raziskovanje na področju fizike ozračja in oceanov. Marchuk je kasneje postal predsednik Sovjetske akademije znanosti in bil celo podpredsednik vlade ZSSR. Tudi Lev Gandin, avtor preko 200 znanstvenih člankov in 14 knjig, je bil član Marchukove ekipe v Novosibirsku. Več znanstvenikov Francoske državne meteorološke službe je bilo dalj časa v Novosibirsku.

Razen meteorologov so takrat tudi mnogi drugi znanstveniki emigrirali iz Evrope, ker so drugje, predvsem v ZDA, našli boljše možnosti za znanstveno delo. Ker vsaka posamezna evropska država ni mogla rešiti tega problema, je bila nujno potrebna skupna akcija.

Intenzivno meteorološko raziskovanje v okviru Svetovne meteorološke organizacije (SMO)

Po ustanovitvi Svetovnega bedenja nad vremenom (World Weather Watch – WWW) leta 1963 je SMO sprožila projekt GARP (Global Atmospheric Research Program). Danes vemo, da je bil to največji in najbolj ambiciozen znanstveni meteorološki projekt v zgodovini, najverjetneje največji tudi, če upoštevamo celotno področje geofizikalnih znanosti. Osnovni namen

GARP-a ni bil nič manj kot odkriti podrobnosti dinamike ozračja na celem planetu. Od njegovega začetka leta 1967 je sodeloval tudi Mednarodni svet za znanost (International Council for Science – ICSU) in je trajal 15 let. Poskusi, izvedeni v okviru GARP-a, so privedli do neprecenljivega napredka na področju napovedovanja vremena.

Eden od GARP projektov je bil GATE (GARP Atlantic Tropical Experiment), ki so ga izvajali od junija do septembra 1974. Bil je brez primera glede obsega in uspeha. Sodelovalo je okrog 70 držav, ki so vzpostavile ogromen opazovalni sistem, v katerem je sodelovalo več kot 40 oceanskih raziskovalnih ladij, večje število meteoroloških letal, balonov in satelitov. Dobljeni podatki so bili bistveni za razumevanje vremenskih sistemov velikih dimenzij v tropih. Trideset let kasneje je ECMWF uporabil te podatke v okviru projekta ERA-40, re-analiz, ki predstavljajo stanje globalne atmosfere v takratnem času.

Kronski uspeh GARP-a nedvomno predstavlja FGGE (First GARP Global Experiment), prvi GARP globalni poskus. Sprva planiran že za leto 1977 so ga izvedli leta 1979. V poskusu je sodelovalo 170 državnih meteoroloških služb celega sveta, razen njih pa tudi vesoljske agencije in raziskovalni inštituti. V okviru FGGE so vzpostavili široko zastavljen opazovalni sistem, ki je privedel do vzpostavitve globalnega sistema geostacionarnih in polarno-orbitalnih satelitov, ki danes predstavlja vesoljsko komponento sistema bedenja nad vremenom. V okviru FGGE so razvili nove metode analize in napovedovanja vremena. Velik napredek so doživeli numerični modeli ozračja (Numerical Weather Prediction – NWP).

Takratno pionirsko delo na področju NWP, nekaj v Evropi, toda še več v ZDA, je kazalo, da je pravi trenutek, da Evropa združi tehnične in znanstvene moči na področju meteorologije za čim boljši izkoristek vse močnejših računalnikov, ki so se že takrat nakazovali.

Rojstvo COST-a

Konec februarja 1968 je EGS zajela politična kriza in delo strokovnih skupin, ki jih je imenoval za vsako od šestih področij Svet EGS na zasedanju oktobra 1967, je zamrlo za več mesecev. Delo so nadaljevali šele

proti koncu leta 1968, ko je Svet EGS zahteval, da predložijo svoja poročila v začetku leta 1969. Skupina za meteorologijo je poročilo predložila aprila 1969. Skoncentrirala se je na šest področij in poudarila, da je zaželeno vključiti tudi nečlanice EGS. Dva predloga v poročilu so potrdile tudi vlade in sicer:

- večji operativni sistemi in moderna meteorologija, in
- projekti meteorološke opreme.

Upoštevač mednarodni značaj meteorologije in znatna finančna sredstva, potrebna za izvajanje večjih operativnih procesov, so predlagali, da naj se evropske države pri bodočem sodelovanju v sistemu bedenja nad vremenom, ki ga je uvedla SMO, združijo. Predlagali so tudi razvoj meteoroloških satelitov. Takrat so se v glavnem strinjali, da predstavljajo »večji operativni sistemi in moderna meteorologija« ustanovitev meteorološkega računalniškega centra v Evropi, za katerega so menili, da bi bil znanstveno upravičen in da bi bil verjetno uspešen. Tako je delovna skupina v svojem poročilu predlagala ustanovitev skupnega evropskega meteorološkega računalniškega centra. Imenovali naj bi ga »Evropski meteorološki računalniški center za raziskovanje in operativno« (European Meteorological Computing Centre for Research and Operations).

Strokovna skupina za meteorologijo je pri predlogu, da v bodoči center vključijo tudi nečlanice, imela v vidu predvsem Združeno kraljestvo, ki takrat še ni bilo del EGS. Državna meteorološka služba Združenega kraljestva (UK Meteorological Office) je namreč že od novembra 1965. leta izdelovala in razpošiljala tudi drugim službam numerično napoved pritiska, vetra in temperature na 1000, 500 in 200 hPa za 48 ur naprej. Imeli so dobre izkušnje na tem področju. Predlog skupine za meteorologijo je bil povod, da se je oktobra 1969 Svet EGS strinjal z razširitvijo sodelovanja pri raziskovalnih projektih tudi izven EGS članic ne samo na področju meteorologije. Predsednik Sveta EGS je poslal pismo s povabilom k sodelovanju na področju znanstvenega raziskovanja devetim nečlanicam: Avstriji, Danski, Irski, Norveški, Portugalski, Španiji, Švici, in Združenemu kraljestvu. Povabljene države so se načeloma strinjale s pobudo in tako je bila odprta pot za sodelovanje 15 držav. Kasneje so se na svojo željo priključile še Finska, Grčija, Turčija in Jugoslavija. Leta 1970 so predstavniki vseh zgoraj naštetih držav proučili projekt in postavili novo koordinacijsko telo, ki so ga imenovali »Komite višjih javnih uslužbencev« (Committee of Senior Civil Servants). Pripraviti je moral podroben predlog mednarodnega sodelovanja na področju znanstvenega raziskovanja, ki bi ga potrdili ministri sodelujočih držav, iz katerega so je rodil COST. Različne projekte so obravnavali v teh novih okvirih. Tako so postali različni meteorološki projekti posamezni ločeni COST projekti. Skupen razvoj, standardizacijo in nabavo meteorološke opreme so priključili skupini

za Oceanografijo in meteorologijo. Projekt o meteoroloških satelitih je moral počakati razvoj Evropske vesoljske organizacije, ki so jo ustanovili v začetku 60. tih let.

Vrhunec naporov, kako vzpodbuditi mednarodno sodelovanje v Evropi, je torej predstavljalo rojstvo nove institucije, ki naj bi spodbujala sodelovanje pri raziskovanju v Evropi tudi v nečlanicah EGS - COST. Kakor vidimo, so imeli meteorologi pomembno, če ne ključno vlogo pri razširitvi področja sodelovanja od takratnih 6 članic EGS na več držav. Formalno je 19 evropskih držav novembra 1971 na ministrski konferenci ustanovilo COST, ki je najstarejša in najširša evropska medvladna povezava, namenjena sodelovanju in raziskovanju. Od 19 članic ob ustanovitvi je njihovo število danes naraslo na 36 COST držav, 35 članic in Izrael kot sodelujoča država. Lahko je opaziti zanimivost, da je bila Jugoslavija ob ustanovitvi COST edina socialistična država.

Rojstvo ECMWF

Za proučitev meteorološkega projekta »Evropski meteorološki računalniški center za raziskovanje in operativno« so ustanovili posebno strokovno delovno skupino. Pripraviti je morala projektno študijo z jasnimi cilji, ki jih bo obravnavala ministerska konferenca in odločila, ali naj se projekt izvede ali ne. Skupina, ki jo je vodil dr. Suessenberger, direktor državne meteorološke službe Nemčije (DWD), je začela z delom aprila 1970 in ga končala avgusta 1971. V njej je sodelovalo preko 50 strokovnjakov iz vseh sodelujočih držav, med njimi tudi dva bodoča direktorja ECMWF, Jean Labrousse (Francija) in Lennart Bengtson (Švedska). Pri strokovnem delu skupine je iz Jugoslavije sodeloval prof. Fedor Mesinger. Maja 1970 so projektu spremenili ime v »Evropski meteorološki računalniški center« (European Meteorological Computing Centre – EMCC). Strokovna skupina je 10. junija 1970 ministrom poročala med drugim:

»da so vse delegacije izrazile interes, da se organizira EMCC (Projekt 70) z osnovnim namenom, da javno izvaja raziskave, namenjene izboljšanju delovanja meteoroloških služb, še posebej na področju srednje in dolgoročne vremenske napovedi ter da vzgaja raziskovalce iz državnih meteoroloških služb in da se strinjajo z nadaljnjim sodelovanjem pri podrobnejši študiji projekta.«

Šele danes, po 35 letih delovanja centra, lahko ocenimo modrost in jasnovidnost članov delovne skupine. Osnovni namen centra, ki so ga leta 1970 predlagali ministrom, je ostal nespremenjen do današnjih dni. Reakcije političnih teles v okviru EGS so bile pozitivne. Še več, projekt so smatrali za posebno pomemben. Tako je Komite višjih javnih COST uslužbencev 19 oktobra 1970 naložil delovni skupini, naj nadaljuje z delom in da naj posebej prouči:

- če naj ima bodoči center vlogo znanstvene institucije in/ali tudi javne službe ter kako bi lahko obe vlogi kombinirali; in
- če naj bo centralizirana institucija ali mreža državnih služb ali pa kombinacija obojega.

V takratnem času so se že dobro zavedali tudi ekonomskega pomena dobre meteorološke službe. Toda za tako velik projekt, kot je bila ustanovitev takega centra, je bilo potrebno to vprašanje posebej obdelati. V okviru strokovne delovne skupine je ta del analize vodil dr. Schneider iz Švice. Benefit analiza je bila zasnovana na predpostavki, da bo kakovost šestdnevne napovedi vremena zelo kmalu po ustanovitvi centra enaka kakovosti takratne dvodnevne napovedi v državnih službah zahodne Evrope. Da bi naredili čim boljšo oceno ekonomskih koristi, ki bi jih tak center prinesel, so povprašali za mnenje 150 ljudi iz 15 držav, ki so bili povezani z dejavnostmi, odvisnih od vremena, posebej še iz kmetijstva, gradbeništva, energetike, transporta, preskrbe z vodo in zaščite pred naravnimi nesrečami. Anketa je pokazala izredno zanimanje za srednjeročne vremenske napovedi od 4 do 10 dni. Ocenili so, da bi bil ekonomski učinek boljših srednjeročnih napovedi, predvsem na področju kmetijstva, gradbeništva in transporta letno okrog 200 milijonov UA (Unit of Account - obračunska enota, leta 1972 je bila 1 UA = 0.437 angleškega funta). Ocenili so, da bi bili v prvih petih letih po ustanovitvi stroški delovanja centra blizu 20 milijonov UA. Kasneje, v operativni fazi delovanja centra, bi bili po takratnih ocenah stroški delovanja okrog 7.5 milijona UA, torej je bila ocena razmerja med stroški in ekonomskim učinkom 1:25. Iz današnje perspektive je zanimivo, da so mnoge kasnejše analize koristi meteoroloških služb prišle do zelo podobnih rezultatov, kar postavlja meteorološko službo med najbolj koristne ekonomske dejavnosti.

Prestičnega pomena za nekaj najmočnejših držav je bila tudi odločitev o lokaciji bodočega centra. Analiza lokacije je morala obravnavati predvsem ekonomske, tehnične in sociološke aspekte. Tehnični kazalci so kazali, da bodo stroški telekomunikacij predstavljali zelo pomemben strošek delovanja. Zato je kazalo, da bi iz tega vidika geografsko centralna lokacija pocenila stroške delovanja. Toda, ker bo center potreboval ogromne količine podatkov, bi bilo najbolje postaviti center v bližino glavnega voda Globalnega telekomunikacijskega sistema SMO, torej nekje blizu trikotnika London-Frankfurt-Pariz. Naslednja dobra lastnost bi bila bližina državnega centra z dobrimi izkušnjami na NWP področju in bližina mednarodno priznane univerze na področju naravoslovnih znanosti. Center naj bo torej blizu večjega mesta z državno meteorološko službo, dobro univerzo in dobrimi prometnimi povezavami

Strokovna delovna skupina je v študiji o Evropskem meteorološkem računalniškem centru ugotovila naslednje:

- Obstajajo praktični in znanstveni razlogi za razvoj tehnik operativne srednjeročne napovedi vremena, ki bodo zasnovane na numeričnem integriranju fizikalno-matematičnih enačb. Računalniška moč, potrebna za uporabo takšnih tehnik je mnogo večja, kot jo imajo v nekaterih državnih službah za potrebe kratkoročne napovedi vremena.
- Najbolj učinkovita pot za razvoj in uporabo takšnih tehnik bi bila ustanovitev posebnega centra v ta namen.
- Najboljša pot za realizacijo takšnega centra bi bila ustanovitev centralizirane institucije z ekipo okrog 110 ljudi in opremljene z izredno močnim računalnikom. Taka institucija bi bila povezana z državnimi meteorološkimi službami s posebnimi visoko sposobnimi telekomunikacijskimi povezavami.
- Tak center bi dodatno k osnovni nalogi predstavljal izredno vzpodbudo raziskovanju na področju dinamične meteorologije v Evropi, posebno še raziskovanju NWP metod.
- Center bo dodatno podpiral državne meteorološke službe tudi z modernimi napravami za usposabljanje in obširno bazo podatkov.
- Ocenjevali so, da bo center skupaj s telekomunikacijskim omrežjem postal popolnoma operativen na svojem novem sedežu v petih letih po pozitivni odločitvi ministrov.
- V prvih petih letih bodo stroški znašali okrog 20 milijonov UA, nato se bodo v operativni fazi delovanja zmanjšali na 7.5 milijona UA letno.
- Tehnično in finančno bi bila najbolj ustrezna lokacija nekje v trikotniku London-Frankfurt-Pariz.
- Benefit analiza je pokazala, da bi bil letni ekonomski učinek boljših srednjeročnih napovedi vremena, v glavnem na področju kmetijstva, gradbeništva in transporta okrog 200 milijonov UA letno, kar pomeni, da je razmerje med stroški in ekonomskim učinkom boljše od 1:20.

Konferenca ministrov, ki jo je sklical Svet EGS, je novembra 1971 obravnavala poročilo strokovne delovne skupine in potrdila namero, da bodo ustanovili Evropski center za srednjeročno napoved vremena (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts – ECMWF). Na tej konferenci je center prvič dobil ime, ki ga ima še danes. Dokler ne bo začela veljati konvencija o ustanovitvi ECMWF, je Dr. Suessenberger, predsednik posebne delovne skupine, postal začasni predsednik Sveta ECMWF. Kasneje, ko je konvencija postala veljavna, je bil prvi redni predsednik Sveta od novembra 1975 do decembra 1976.

Od priprave konvencije do selitve na svojo lokacijo

Novembra 1971 je Svet EGS sprejel sklep o ustanovitvi ECMWF. Za oživitve te mednarodne organizacije je bila potrebna konvencija. Prvi predlog teksta konven-

cije so obravnavali že od 9. do 10. decembra 1971 na sestanku posebne skupine, ki se ga je udeležilo 32 predstavnikov iz 14 držav. Do končnega teksta konvencije je delo potekalo dve leti. Kljub temu, da je bil center COST projekt pod okriljem EGS, ga je konvencija definirala kot neodvisno mednarodno medvladno organizacijo. Povezava z EGS je ostala le v načinu pristopa in deponiranju instrumentov za pristop. Konvencija je namreč določila, da bodo države pristopnice deponirale pristopne dokumente pri Generalnem sekretariatu Sveta EGS, danes Evropske unije.

Konvencija v 1. členu določa značaj organizacije, organe (Svet, delovna telesa in direktorja), pa tudi lokacijo sedeža in jezike, ki jih bo uporabljala pri svojem delu. 2. člen določa delovno področje in namen organizacije, ostali člani pa podrobneje urejajo odgovornosti organov in poslovanje. Pri pripravi teksta konvencije je bil razen strokovnih in organizacijskih vprašanj glede na mednarodni značaj bodoče institucije ter načina financiranja med najtřimi orehi določitve lokacije bodočega centra. Prvi člen konvencije v 5. odstavku določa, da bo sedež centra v Shinfield Park blizu Readinga na teritoriju države Združenega kraljestva Velike Britanije in Severne Irske. Pot do te odločitve je bila vse prej kot lahka. Že na prvem sestanku decembra 1971 so se dotaknili tega vprašanja in postavili kriterije, ki naj jih kandidati gostitelji ponudijo. Razen izpolnjevanja osnovnega kriterija, da naj bo center nekje v trikotniku London- Frankfurt-Pariz so bili pomembni tudi drugi pogoji, kot na primer pogoji za nastanitev zaposlenih v centru, pa šolanje njihovih otrok in podobno. Tako je posebna delovna skupina, ki je imela nalogo proučiti možnosti lokacije centra, 2. avgusta 1972 identificirala naslednje možnosti:

- Belgija – v centru Bruslja;
- Danska – v Horsholmu, 23 km od Koebenhavna;

- Zvezna republika Nemčija – 2 km od Wiesbadna;
- Nizozemska – blizu Maastrichta;
- Združeno kraljestvo – v Readingu 60 km od Londona; in
- področje skupnega raziskovalnega centra v Ispra v Italiji – predlog Komisije EGS.

Preglednica 1. Dodatek k ECMWF konvenciji: Seznam držav, ki so sodelovale pri pripravi konvencije in njihov sorazmeren delež pri bodočem financiranju centra

države, ki so sodelovale pri pripravi konvencije	prispevek v %
Belgija	3,25
Danska	1,98
Federativna republika Nemčija	21,12
Španija	4,16
Francija	10,76
Grčija	1,18
Irska	0,50
Italija	11,75
Jugoslavija	1,65
Luksemburg	0,12
Nizozemska	3,92
Norveška	1,40
Avstrija	1,81
Portugalska	0,79
Švica	2,63
Finska	1,33
Švedska	4,19
Turčija	1,81
Združeno kraljestvo	16,66



Slika 2. levo: podpisovanje ECMWF konvencije; desno: Petar Miljević, vodja jugoslovanskega predstavnštva pri EGS (Arhiv ECMWF)



Slika 3. Prva ekipa ECMWF 1, novembra 1975, na dan ko je stopila v veljavo Konvencija o ustanovitvi ECMWF. Prvi z leve zgoraj je Lennart Bengtsson, kasnejši direktor, osmi z leve je prvi direktor Aksel Wiin-Nielson, peti z desne je David Burridge, tudi kasnejši direktor, tretji z desne zgoraj pa Zaviša Janjič, danes znan kot avtor NMM in NMM-B modelov. (Arhiv ECMWF)

Po precej sestankih, zapletih in prepričevanjih so pogajalci dosegli kompromis in se odločili za predlog Združenega kraljestva.

Precej naporov je zahtevalo tudi vprašanje jezika. Konvencija prav tako že v prvem členu, 6. odstavek določa, da bodo uradni jeziki nizozemski, angleški, francoski, nemški in italijanski, delovni pa angleški, francoski in nemški. Kasneje, predvsem po padcu Berlinskega zidu se je pokazalo, da je bil 22. člen precej nerodno in omejujoče formuliran. Ta v prvem odstavku namreč določa, da lahko konvencijo podpišejo le države, ki so sodelovale pri pripravi teksta konvencije in so taksativno naštetje v Dodatku. Pokazalo se je, da so to bile ustanovne države COST-a in da se države iz bivšega vzhodnega bloka ter novo-nastale države ne morejo včlaniti.

Dodatek je v preglednici 1 in je zanimiv, ker je postavil tudi način financiranja centra. Določili so namreč, da naj bo prispevek držav članic centra sorazmeren deležu v seštevku bruto-družbenega proizvoda vseh članic. Preglednica lepo prikazuje razmerja ekonomske moči posameznih držav v začetku 70. let prejšnjega stoletja.

11. oktobra 1973 je 15 držav podpisalo konvencijo in sicer: Belgija, Danska, Zvezna republika Nemčija,

Španija, Francija, Grčija, Irska, Italija, Jugoslavija, Nizozemska, Portugalska, Švica, Finska, Švedska in Združeno kraljestvo. Za podpis je bila odprta še do 11. aprila 1974. Avstrija jo je podpisala 22. januarja 1974, medtem ko je Luksemburg, Turčija in Norveška niso podpisale.

9. oktobra 1975 je Generalni sekretar COST-a poslal državam, ki so ratificirale konvencijo, pismo, s katerim jih je med ostalim obvestil, da »so izpolnjeni pogoji in da bo Konvencija o ustanovitvi ECMWF začela veljati za naslednje države: Belgijsko kraljestvo, Dansko, Zvezno republiko Nemčijo, Španijo, Francosko republiko, Irsko, Socialistično federativno republiko Jugoslavijo, Nizozemsko, Švicarsko konfederacijo, Finsko republiko, Švedsko in Združeno kraljestvo Velike Britanije in Severne Irske.« Konvencija je začela za 11 držav veljati in ECMWF je lahko začel z delom. Kasneje so konvencijo ratificirale še Avstrija, Italija, Grčija, Luksemburg, Norveška, Portugalska in Turčija.

Prva seja Sveta ECMWF je bila od 4. do 6. novembra 1975. Na njej so izvolili prvega predsednika Sveta, ki je bil, kot že rečeno dr. Suessenberger. Imenovali so tudi prvega direktorja. To je bil Aksel Wiin-Nielsen, ki je sestavil prvo ekipo in delo pri pripravi prvega operativnega modela ECMWF se je lahko pričelo. V sodelovanju z britansko vlado so sprožili postopke za začetek

gradnje potrebnih prostorov za delo na današnji lokaciji. Do vselitve leta 1979 so delali v najetih prostorih. Za razvoj in testiranje novega modela so uporabljali takratni računalnik britanske državne meteorološke službe v Bracknellu.

Od prvih korakov razvoja leta 1975 do danes

Prva petletka je bila za vse sodelujoče v procesu izgradnje centra in razvoja modela velik izziv. Vsi so bili veliki navdušenci in popolnoma predani delu pri razvijanju novega centra.

Pred njimi so bile predvsem naslednje naloge:

- zaposliti je treba dodatne ljudi do predvidenega števila;
- končati gradnjo zgradbe v Shinfield Park-u skupaj z računalniško sobo, pisarnami in prostori za konference;
- rešiti je bilo treba zelo kompleksne pravne in administrativne probleme ob nastanku mednarodne organizacije;
- bilo je potrebno nabaviti, instalirati ter vzdrževati v operativnem stanju glavni računalnik CRAY-1 in front-end računalnik Cyber 175;
- implementirati telekomunikacijski sistem, zasnovan na računalniku Regnecentralen 8000;
- organizirati tečaje in seminarje za raziskovalce iz držav članic na področju NWP;
- dizajnirati in implementirati je bilo potrebno kompleksen sistem za zbiranje podatkov, kontrolo njihove kakovosti ter arhiviranje;
- razviti je bilo potrebno kompleksno programsko opremo za asimilacijo podatkov modeliranje in jo spraviti v operativno obliko;
- Razviti je bilo treba posebno programsko opremo za kontrolo operativnih postopkov;
- Pravočasno je bilo treba pripraviti prvo operativno srednjeročno napoved vremena.

Namen je bil jasen: sanje in upanja, prisotna ob začetnih korakih priprav za vzpostavitev takega centra, je bilo potrebno spraviti v dejanja.

Junija 1979 se je ECMWF vselil v nove prostore in pogljal na novo razviti sistem za napoved vremena na takrat najsposobnejšem računalniku v Evropi CRAY-1 ter vzpostavil poskusno operativno delovanje. Prvo operativno srednjeročno napoved so izdali junija 1979. Od avgusta tega leta pa do danes je center redno izdajal svoje napovedi. Razen determinističnih 12-dnevnih napovedih je center v zadnjih letih svojo aktivnost razširil tudi na mesečne in sezonske napovedi. Danes je ECMWF poznan po vsem svetu po svojih visoko kakovostnih napovedih.

V svojem petintridesetletnem delovanju je ECMWF postavil standarde za razvoj numerične srednjeročne napovedi vremena, pa tudi standarde za mednarodno

sodelovanje. Vse članice so ponosne na vodilno vlogo centra v svetu in kljub občasnim težavam zadovoljivo obnavljajo vire, potrebne za vrhunske rezultate.

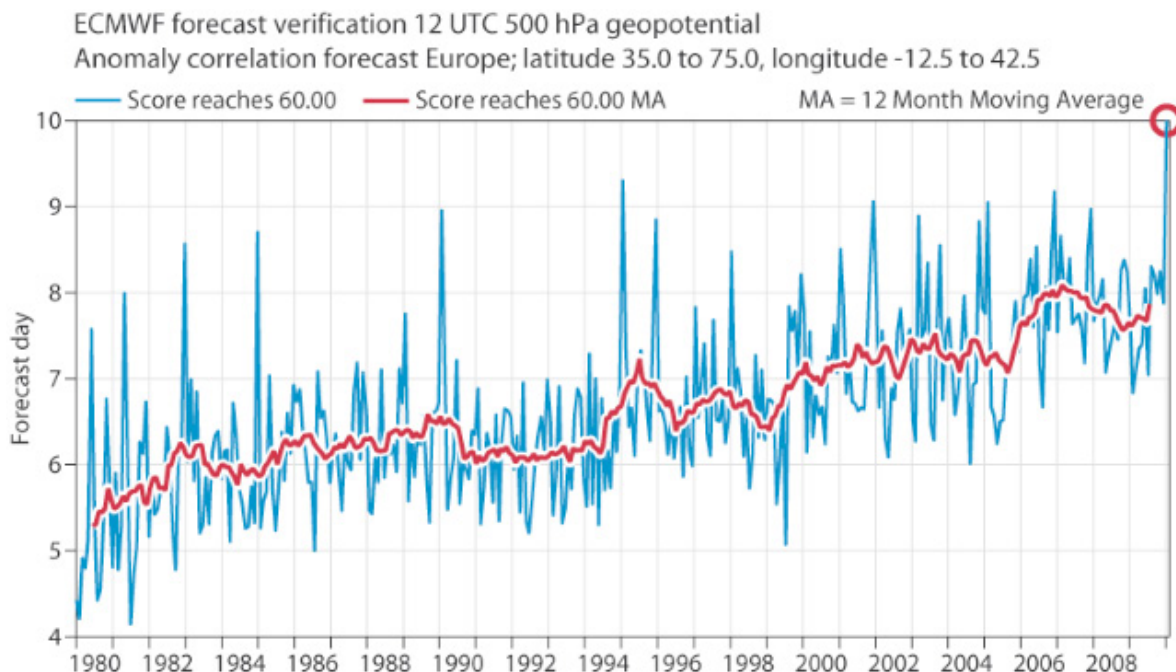
10. februarja 2010 je kakovost deterministične napovedi prvič v zgodovini centra pokazala sposobnost napovedi do 10 dni, kar je prikazano na Sliki 5. Slika nazorno prikazuje stalen napredek kakovosti ECMWF napovedi od začetne testne faze leta 1979 do danes.



Slika 3: sedež ECMWF, kakor izgleda danes (foto: J. Roškar)

V zadnjih 20. letih je vsekakor potrebno omeniti dva pomembna mejnika. Prvi se nanaša na obsežne politične spremembe v Evropi po padcu Berlinskega zidu in komunističnih režimov. Nekdanje države vzhodne Evrope so postale demokratične demokracije, na ozemljih nekaterih (ZSSR in SFRJ) pa so nastale nove samostojne države. Večina med njimi je že kmalu po letu 1990 spoznala potrebo po kvalitetni vremenski napovedi in izrazila željo po včlanitvi v ECMWF. Na žalost je Konvencija o ustanovitvi ECMWF dovoljevala članstvo samo državam, navedenih v že imenovanem dodatku k konvenciji. Za sprejem novih članic je bilo potrebno spremeniti konvencijo, kar pa je dolgotrajen proces, ki običajno traja več kot 10 let. Da bi vseeno omogočili sodelovanje državam, ki to želijo, so uporabili instrument pogodbe o sodelovanju (Cooperation Agreement). Takšno pogodbo je že leta 1992 podpisala Madžarska, do danes pa jo je podpisalo 13 držav, med njimi leta 1997 tudi Slovenija.

Kakor sem že omenil, je bilo potrebno za sprejem novih članic ustrezno spremeniti konvencijo. Postopek spremembe se je začel že sredi 90. tih let prejšnjega stoletja. Zataknilo se je pri problemu uradnih jezikov, pa razširili so delovno področje centra. Problem uradnih jezikov so rešili po vzoru Evropske unije, torej uradni so vsi jeziki članic, delovni jeziki pa so angleščina, francoščina in nemščina. Končno je Svet ECMWF na svoji 62. seji 22. aprila 2005 sprejel spremembe konvencije, oziroma Protokol o spremembah. Protokol



Slika 5. Verifikacija ECMWF napovedi za 12 UTC 500 hPa geopotencial (Vir: ECMWF)

je potreboval celih 5 let, da so ga ratificirale vse dosedanje članice. Zadnja je to storila Avstrija, ki je tudi že posredovala ratifikacijske listine Sekretariatu EU. Spremenjena konvencija, ki dovoljuje sprejem novih članic, bo začela veljati 6. junija 2010.

Slovenija je že uradno obvestila ECMWF o nameri, da bo postala članica, takoj ko bo to mogoče. Tako pričakujemo, da bomo v drugi polovici leta 2010 začeli formalne postopke za članstvo.

Viri:

www.ecmwf.int;
www.wmo.int;
Austin Woods: Medium-Range Weather Prediction, The European Approach, 2005

Dosedanji direktorji ECMWF:

- prof. dr. Aksel Wiin-Nielsen, Danska, od 1. januarja 1974 do 31. decembra 1979;
- Jean Labrousse, Francija, od 1. januarja 1980 do 31. decembra 1981;
- prof. dr. Lennart Bengtsson, Švedska, od 1. januarja 1982 do 31. decembra 1990;
- dr. David Martin Burridge, Vel Britanija, od 1. januarja 1991 do 17. junija 2004;
- Dominique Marbouty, Francija, od 18. junija 2004 do danes.

Letna konferenca Evropske meteorološke zveze in Evropska konferenca o aplikacijah na področju meteorologije 2009

Tanja Cegnar, Agencija RS za okolje

Letna konferenca Evropske meteorološke zveze (EMS Annual Meeting) in Evropska konferenca o aplikacijah na področju meteorologije (European Conference on Applied Meteorology – ECAM) sta potekali v Toulousu v konferenčnem centru Meteo France (francoske državne meteorološke službe) od 28. septembra do 2. oktobra 2009. Udeležilo se ju je nad 500 meteorologov in drugih strokovnjakov s področja ozračja in okolja, soorganizator pa je bila tokrat Francoska meteorološka služba. Že od leta 2006 sem kot predstavnica ARSO članica organizacijskega odbora konferenc EMS in zadolžena za sklop Komunikacija in izobraževanje, v katerem je običajno 5 sekcij, med njimi tudi medijska.



Konferenčni center na območju Meteo France

Konferenca je tokrat potekala z motom *Visoka ločljivost meteoroloških izdelkov - aplikacije in storitve*; s tem naj bi nakazali, da se vse več naporov usmerja k uporabnikom in njihovim potrebam po bolj natančnih informacijah, tako v prostoru kot tudi v času. Že tradicionalno sta konferenci združeni v enoto in udeleženci večinoma niti ne ločijo, kateri del pripada eni in kateri drugi. Letos smo imeli pet tematskih sklopov, to so bili:

- aplikacije na področju meteorologije,
- ozračje in vodni cikel,
- komunikacija in izobraževanje,
- klimatologija,
- numerična napoved vremena.

V vsakem tematskem sklopu je bilo več sekcij, tako da je bil razpon obravnavanih tem res zelo širok in je vsakdo lahko našel kaj zanimivega s svojega interesnega področja.



Otvoritvena svečanost in podelitev nagrade Kipp & Zonen

Konferenco je odprl predsednik EMS Fritz Neuwirth, prisotne pa so pozdravili tudi predsednik Francoskega meteorološkega društva Jean Jouzel, predstavnica PRIMET Pirkko Saarikivi in Bruce Sumner. Otvoritvena slovesnost je tradicionalno tudi priložnost za podelitev večine nagrad, ki jih podeljuje EMS mladim znanstvenikom ter posebne nagrade podjetja Kipp&Zonen. Predsednik EMS je s predavanjem o dosežkih EMS obeležil tudi deseto obletnico EMS. Prikazal je rezultate ankete, v kateri so sodelovala vsa društva, ki so včlanjena v EMS; povprašali so jih o pričakovanjih, informiranosti in koristih, ki jih imajo od članstva. Rezultati so vzpodbudni in podajajo smernice za nadaljnje delovanje EMS.



Plenarna strateška predavanja so sledila otvoritveni slovesnosti, generalni sekretar Svetovne meteorološke organizacije Michel Jarraud med predavanjem.

Slovesnosti so sledila strateška plenarna predavanja, ki so opredelila strokovni okvir konference. O vlogi Svetovne meteorološke organizacije pri storitvah visoke ločljivosti je govoril generalni sekretar Svetovne meteorološke organizacije Michel Jarraud. Adrian Simmons iz ECMWF je predstavil razvoj storitev GMES na področju ozračja, sledil pa je predsednik Meteo France, Francois Jacq; navzoče je pozdravil tudi v imenu ministrstva, ki je v Franciji pristojno za meteorologijo.

Z izjemo plenarnih predavanj je delo potekalo sočasno v 4 dvoranah, veliko pa je bilo tudi posterjev. Tokrat smo jim posvetili več pozornosti in dva najboljša posterja nagradili. Že tradicionalno konferenco spremlja tudi razstava podjetij, ki ponujajo meteorološko opremo in storitve ter literaturo; tokrat je bilo prisotnih 14 razstavljalcev.

Poleg osrednjih dveh konferenc je potekalo še več vzporednih dogodkov; družabni dogodki so bili dragocena priložnost za navezavo stikov in oblikovanje novih strokovnih projektov. Posebej omenimo tudi letno skupščino EMS in sestanek upravnega odbora EMS, ki sta bila že dan pred začetkom konference. Med konferenco pa smo že imeli pripravljani sestanek za naslednjo konferenco, ki bo od 13. do 17. septembra 2010 v Zürichu, Švica.



Okroglo mizo je vodil Ewen McCallum, med predavatelji sta bila Olivier Moch in Laurent Dubus

Med posebnimi dogodki omenimo tudi okroglo mizo z naslovom Vizija za meteorološke aplikacije in storitve v visoki ločljivosti. Vodil jo je Ewen McCallum iz MetOffice, VB. Panelisti so bili Olivier Moch, Laurent Dubus, Brian Golding, David Richardson, Robert Mureau in Jean-Marie Carriere.



Srebrno odlikovanje, ki ga vsako leto podeljuje EMS za izjemne znanstvene dosežke, je letos prejel Lennart Bengtsson; udeležence je počastil s predavanjem Zakaj je globalno ogrevanje tako neenakomerno?



Naslovnica zgoščenke s predavanji medijske sekcije in predstavitev nagradencev na področju posredovanja vremenskih in podnebnih informacij javnosti.

Zastopstvo ARSO na konferenci je bilo tokrat skromno. Sodelovali smo z dvema posterjema in tremi predavanji, poleg tega sem vodila medijsko sekcijo, ki si je v kratki zgodovini EMS že uspela pridobiti poseben status. Izdali smo že DVD s prispevki in priporočili te sekcije, vključeni so tudi povzetki obeh nagradjenih projektov za približanje vremenskih in podnebnih informacij strokovni in laični javnosti, predstavitev letošnjega nagradjenca za življenjsko delo in najboljšega TV napovedovalca vremena. Uvodni del medijske sekcije je bil namenjen etičnim vprašanjem posredovanja podnebnih informacij, še posebej posredovanju informacij o podnebnih spremembah javnosti. V razpravi smo oblikovali stališča, ki so zapisana na zgoščenki in jih bomo v razmislek in morebitni sprejem posredovali upravnemu odboru EMS.

Medijsko nagrado za življenjsko delo je prejel Károly Vissy, ki je v svoji dolgi meteorološki karieri vtisnil neizbrisni pečat madžarski meteorologiji in oral ledino na področju posredovanja vremenskih informacij javnosti. Diplomiral je iz meteorologije na Eötvös Loránd University of Sciences leta 1957 in se še istega leta zaposlil v Madžarski meteorološki službi (Hungarian Meteorological Service), zadnjih 43 let je sodeloval z različnimi mediji in opravil pionirsko delo na področju podajanja vremenskih informacij v medijih.



Károly Vissy je prejel nagrado za življenjsko delo na področju posredovanja vremenskih informacij javnosti in delovanja v medijih

V imenu ustvarjalcev projektov za posredovanje vremenskih in podnebnih informacij javnosti pa sta nagrade prejela Marco Virgilio za cikel televizijskih oddaj *MeteoWeekend* in Rob van Dorland za podnebni portal.



*Nagrajenca med komunikacijskimi projekti: vodja *MeteoWeekend* Marco Virgilio (zgoraj) ter vodja nizozemske platforme za posredovanje informacij o podnebnih spremembah Rob van Dorland (spodaj)*

Nagrado za najboljšo TV vremensko napoved je prejel Danny Roup iz Izraela. Že vrsto let pokale za najboljšega TV napovedovalca vremena izdeluje steklarna Rogaška.



Danny Roup s pokalom steklarne Rogaška, ki ga EMS podeljuje najboljšemu TV napovedovalcu vremena

Več o Evropski konferenci za aplikacije na področju meteorologije in letni konferenci Evropske meteorološke zveze najdete na spletnem naslovu: <http://meetings.copernicus.org/ems2009/>



Posterji in razstava so pomemben del konference

Pomen fenoloških podatkov pri proučevanju vpliva podnebnih sprememb na okolje

Uporaba fenoloških podatkov je raznovrstna. Uporabni so za vsakodnevne in povsem uporabne namene. Pomembni so kot vhodni podatki za številne agrometeorološke in hidrološke modele, za kalibracijo podatkov daljinskega zaznavanja in za sledenje okoljskih in podnebnih sprememb. Podobno kot to navajajo številni tuji strokovni viri, so tudi proučevanja časovnih vrst fenoloških podatkov zabeleženih v Sloveniji pokazala, da spomladanske fenofaze danes nastopijo bolj zgodaj kot še v začetku petdesetih let in da je sprememba odvisna od spremembe temperature zraka. Tako tudi v mednarodnem fenološkem vrtu v Ljubljani od devetdesetih let dalje spomladi opazimo zgodnejše olistanje. Trend za sivi topol je pokazal, da v poprečju olista dobre tri dni na desetletje prej kot v začetku šestdesetih let. Bolj zgodaj zacvetijo tudi vrbe.



Slika 2. Olistanje hrasta (*Quercus robur* Wolf) v Mednarodnem fenološkem vrtu v Ljubljani

S fenološkimi podatki pomagamo določiti območja z večjim ali manjšim tveganjem za spomladansko pozebo. Na primer, s projekcijo časa cvetenja sadnega drevja v prihodnost do leta 2025, za katero scenariji podnebnih sprememb napovedujejo, da se bo temperatura dvignila za 1 ali 3° C, se je pokazalo, da bo cvetenje od 4 do 14 dni zgodnejše in, da se bo zaradi tega tveganje za pozebo povečalo do take mere, da danes sadjarska območja v Sloveniji, ne bodo več primerna za gojenje določenih sadnih vrst.

Pri proučevanju podnebnih sprememb in njihovega vpliva na rastline so fenološki podatki neprecenljive vrednosti, še posebej kadar podatkovni nizi zajemajo daljše časovno obdobje ali celo, če segajo v obdobje, ko sistematične meritve vremenskih spremenljivk še niso obstajale. S pomočjo fenoloških podatkov vinske trte, ki so bili skrbno zapisani za samostanskimi zidovi Kloster Neuburga, so strokovnjaki rekonstruirali temperaturo zraka za več stoletij nazaj.



Slika 3: Dozoreli želodi hrasta (*Quercus robur* Wolf) v Mednarodnem fenološkem vrtu v Ljubljani.

Za promocijo fenologije je bil v novejšem času izjemnega pomena projekt COST 725 »Ustanovitev evropske podatkovne platforme«. Projekt je v skupni bazi združil več kot 7 milijonov fenoloških podatkov 21-tih evropskih držav. V projektu COST 725 je uspešno sodelovala tudi Slovenija. Podatkovna baza je zapustila vidno sled tudi v svetovnem merilu, saj so rezultati potrdili vpliv spremenjenih podnebnih razmer na rastline v širšem evropskem prostoru. Strokovnjaki so s proučevanjem 125 000 podatkovnih nizov za 542 rastlinskih vrst nesporno dokazali, da globalno segrevanje spreminja nastop spomladanskih in poletnih fenoloških faz. Spomladanske fenološke faze v povprečju nastopijo 7.5 dni prej kot pred 30 leti. Ta ugotovitev je prispevala k odmevnosti četrtega poročila druge delovne skupine Medvladnega panela za podnebne spremembe (IPCC). Prav zasluga projekta je, da je pomen fenoloških podatkov spet priznan. Nekatere evropske države ponovno uvajajo program fenoloških opazovanj ali pa jih vzpostavljajo povsem na novo.

Prav te dni je ideja projekta COST 725 prerasla v projekt Panevropske fenološke baze (PEP 725), ki bo idejo in rezultate v okviru EUMETNET-a v prihodnjih letih nadgradila in predvsem ohranjala podatkovno bazo živo tudi v prihodnjih letih.

Ana Žust, Agencija za okolje

PREDNOVOLETNO SREČANJE ČLANOV SMD

Aleška Bernot Pernarčič, Agencija RS za okolje

Dne 22. decembra 2009 smo bili člani SMD povabljeni na tradicionalno prednovoletno srečanje v veliko sejno sobo, v četrtem nadstropju Agencije Republike Slovenije za okolje.



Med izbiranjem dobrot za zakusko v bližnji trgovini

Glede na dejstvo, da smo člani SMD zaposleni v različnih institucijah na različnih lokacijah, nekateri pa so že upokojeni, je prednovoletno srečanje prilika, ob kateri se zberemo skupaj v res velikem številu. Letos se nas je srečanja udeležilo več kot štirideset.



Priprava na predavanje

Naše prednovoletno druženje se je, kot običajno, po uvodnem nagovoru predsednika društva, gospoda Jožefa Roškarja, začelo s potpisnim predavanjem. Naš mlajši član, študent meteorologije, Boštjan Muri, nam je predstavil svoje vtise s popotovanja po Grenlandiji. Polni vtisov o njegovi pešpoti po brezpotjih in ledenikih zelenega otoka na daljnem severu, kjer

sonce poleti ne zaide, smo srečanje nadaljevali z zakusko ter prijetnim kramljanjem ob nazdravljanju z dobro kapljico.

Čas druženja nam je hitro mineval in razšli smo se z voščili in dobrimi željami za prihajajoče leto 2010.



Izmenjava dobrih želja



Naša upokojena profesorja



Neutrudni veterani...

Nagrajenec SMD za leto 2009

Komisija za oceno predlogov za nagrado Slovenskega meteorološkega društva v sestavi prof. dr. Andrej Hočevar, Branko Gregorčič in dr. Gregor Gregorič je ocenila prispеле predloge za nagrade in priznanja za leto 2009. Na sestanku 4. marca 2010 je i odločila, da društvo podeli nagrado Bojanu Paradižu za 60. let aktivne kariere na področju meteorologije.

Bojan Paradiž je prejel nagrado za življensko delo

Bojan Paradiž od leta 1950 pa vse do danes deluje na različnih področjih meteorologije, pri čemer je potrebno izpostaviti razvoj merilnih instrumentov - zlasti anemometre za šibke vetrove in njegov nepogrešljiv prispevek k organizaciji meritev vetra pri smučarskih skokih in poletih v Planici.

Veliko zaslug ima za organizacijo službe in vzpostavitev merilne mreže za varstvo zraka pred onesnaženjem, najprej na tedanjem HMZ, kasneje pa na EIMV. Svetoval je pri projektiranju najvišjega dimnika v tedanji državi, ki so ga zgradili v Trbovljah.

Tudi po upokojitvi je ostal aktiven na strokovnem področju in svoje delo nadaljeval v okviru podjetja "Studio Okolje", kjer deluje še danes. Ukvarja se s sodobnimi merilnimi tehnologijami, med drugim s tridimenzionalnimi ultrazvočnimi meritvami vetra, akustičnim vertikalnim sondiranjem atmosfere in optičnimi meritvami onesnaženosti zraka.

Širina področja delovanja in 60-letna kariera predstavljata unikum v slovenski meteorološki srenji. Prehodel je pot od sinoptika, meteorološkega opazovalca in organizatorja na Kredarici, do vrhunskega strokovnjaka za merilno opremo za detekcijo onesnaženosti zraka.



Nagrado SMD je Bojanu Paradižu podelil predsednik društva Jožef Roškar. Podelitev nagrade je bila 2. dni po svetovnem dnevu meteorologije, 25. marca 2010.



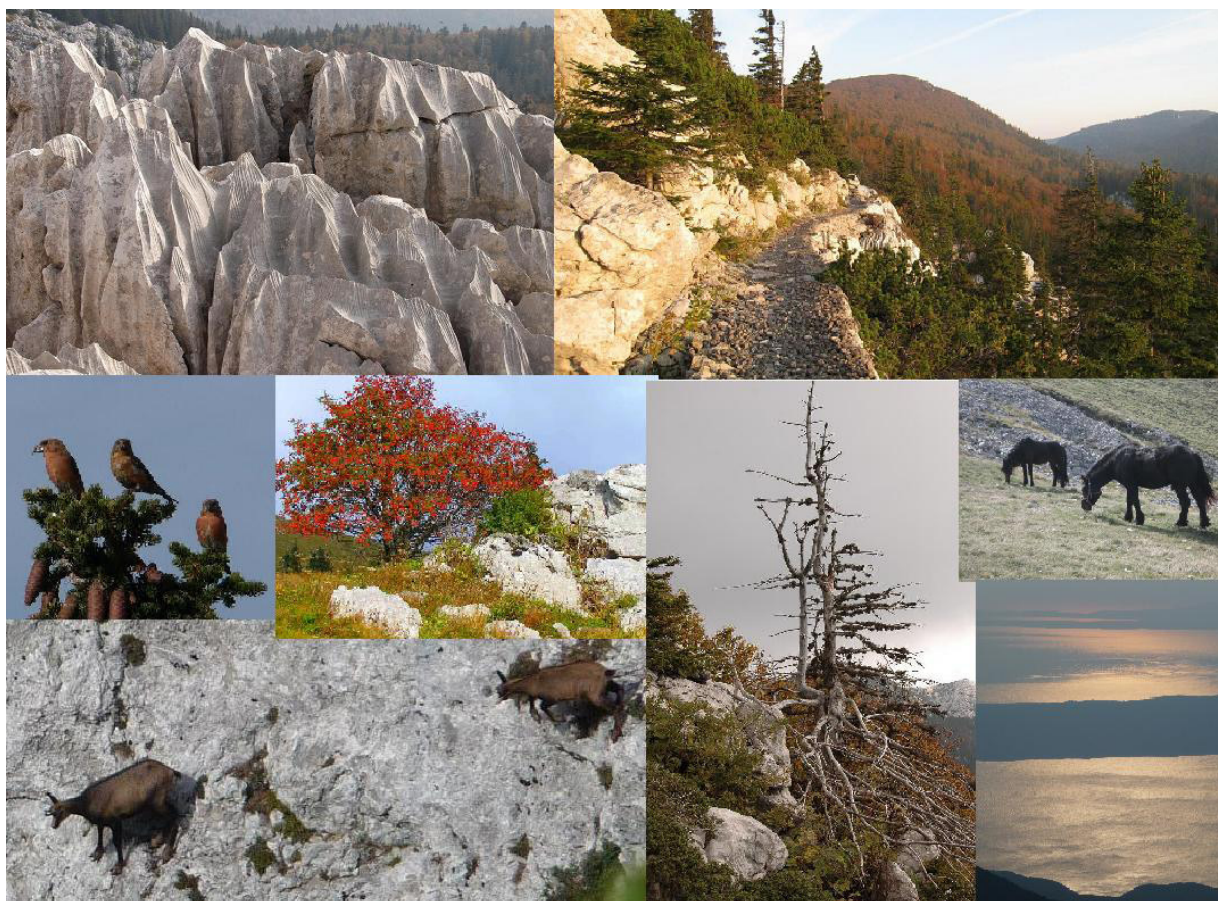
Po podelitvi je imel nagrajenec predavanje na aktualno temo: "Podnebne spremembe nekoč in danes"

Skupni izlet Hrvaškega in Slovenskega meteorološkega društva na Zavižan

26.–27. september 2009

Tajda Mekinda Majaron, Agencija RS za okolje

Ideja za ožvitev izletniške dejavnosti društva in obnovitev že tradicionalno dobrega sodelovanja s hrvaškimi kolegi, se je porodila že na občnem zboru, kjer je z izvolitvijo novega vodstva društvo dobilo nov zagona. Da bo cilj tega izleta najvišja hrvaška meteorološka postaja tako pravzaprav ni bilo več presenečenje. Pa še datum izleta je bil tako dobro izbran, da je predsednik SMD Jožef Roškar lahko obujal spomine na dogodke pred natanko 25 leti, ko je skupaj s takratnim Generalnim sekretarjem Svetovne meteorološke organizacije prof. G.O.P. Obasijem obiskal to meteorološko postajo.



Slika 1. Velebitska narava. Foto: Čedo Branković, Janez Markošek, Zorko Vičar, Boris Zupančič

Meteorološka postaja Zavižan

Meteorološka postaja Zavižan leži na višini 1594 m pod hribom Vučjak in je najvišja meteorološka postaja na Hrvaškem. Ker je ta del Velebita poleti vedno obiskovalo veliko ljudi, so že leta 1927 tu postavili planinsko kočjo, ki se je takrat imenovala Krajačeva kuća. Leta 1953 je v njej začela delovati meteorološka opazovalnica, zato so kočjo nadgradili. Redna meteorološka opazovanja na Zavižanu so se

pričela 1. oktobra tega leta. Sprva je bila to zgolj klimatološka postaja s tremi opazovanji dnevno, od 1. septembra 1964 pa je tudi sinoptična in fenološka postaja, načrti pa so, da bi postaja postala planinski meteorološki observatorij.

Že zdaj je program opazovanj na tej postaji precej obširnejši, kot to velja za postaje v nižini. Specialne meritve kot so: določanje količine vode v megli, merjenje vsebnosti vode v snežni odeji in njene gostote, ocenjevanje oblike snežnih kristalov in merjenje

vertikalnega profila minimalne temperature zraka se na Hrvaškem izvajajo samo na meteorološki postaji na Zavižanu. Izvajajo tudi mikroklimatske meritve fitocenoz. Od leta 1978 je postaja vključena v državne in mednarodne programe spremljanja onesnaženosti zraka in padavin.



Slika 2. Pozdrav predsednice Hrvaškega meteorološkega društva Amele Jeričević in tajnice Katarine Smacelj. Foto: Zorko Vičar

Družina Vukušić

Za meteorološko opazovalnico Zavižanu lahko rečemo, da je dom družine Vukušić, ki že več generacij dela na najvišji meteorološki postaji na Hrvaškem. Leta 1961 se je tu kot opazovalec zaposlil Dražen Vukušić. Kasneje so se mu pridružili vsi njegovi štirje otroci, edini ki je ostal vse do danes, pa je Ante, ki dela in živi tu že več kot 35 let. Ante na planini preživi vse leto. Velebit je surov, še posebej pozimi, ko je zaradi obilice snega izoliran od ostalega sveta. Ante v takšni izolaciji preživi kakšno leto tudi šest mesecev. Družbo mu delajo edino njegovi sorodniki in izkušeni planinci, ki vedno najdejo način, da se prebijejo do koč. Poleti pa je situacija popolnoma drugačna, Zavižan je preplavljen z ljudmi in je najbolj obiskan predel v Nacionalnem parku »Sjeverni Velebit«.



Slika 3. Ante Vukušić (levo) je opazovalec na Zavižanu že več kot 35 let. Foto: Zorko Vičar

Sobota, 26. september 2009

Iz Slovenije se nas je izleta udeležilo 18 članov, iz Hrvaške pa 28. Nekateri so bili sicer z nami samo prvi ali samo drugi dan, saj je omejeno število ležišč v planinskem domu, omogočalo samo štiridesetim udeležencem izleta, da smo na Zavižanu tudi prespali.

Na izlet smo se odpravili z lastnimi avtomobili. Kmalu po odhodu iz meglene Ljubljane nas je pozdravilo sonce, v Senju pa še »olujna bura«, kot se za to mestece spodobi. Tam smo se sestali s hrvaškimi kolegi, ki so nas pogostili s pijačo v bližnji kavarni, nato pa smo se v konvoju, sledeč njihovem avtobusu, odpeljali v osrčje NP Severni Velebit, na Zavižan.

Tudi tu je veter kazal vso svojo moč, kar pa nas ni prestrašilo, da ne bi po dobrodošlici in kosilu v različnih zasedbah osvajali okoliških vrhov: Veliki Zavižan, Balinovac, Velika Koza in Vučjak so klonili eden za drugim. Sprehodili smo se tudi skozi lepo urejen botanični vrt, kjer pa je žal že vse odcvetelo. V pozni pomladi in poleti pa mora biti sprehod skozi botanični vrt zares zanimiv, saj je v njem našlo svoj dom več kot 700 različnih rastlin. No na srečo pa tudi zdaj ni bilo vse posušeno saj so rdeči plodovi jerebike popestrili pogled na gozd, obilje sladkih borovnic in malo bolj trpkih brusnic pa naš jedilnik



Slika 4. Opazovalni prostor na Zavižanu, desno zadaj je mreža za merjenje količine vode v megli. Foto: Zorko Vičar

Proti večeru, ko smo se vsi znova zbrali pred koč, je sledil strokovni del izleta - ogled meteorološke postaje Zavižan. Opazovalec Ante nam je razkazal opazovalni prostor, še posebej je bil ponosen na tropske ribice, ki so plavale v kalni vodi posode A. Ribice prezimuje v akvariju v koči, v toplejšem delu leta pa skrbijo za to, da na površini vode v A posodi ne plava nobena mušica. Teh je lahko včasih toliko, da že močno vplivajo na izhlapevanje vode. V opazovalnem prostoru je tudi mali botanični vrt s približno 40 vrstami rastlin, ki ga je uredil in zanj prav tako, kot za vse ostalo skrbi Ante.

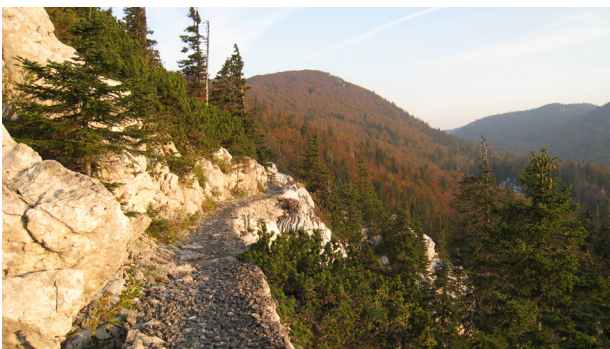


Slika 5. Glavnina udeležencev izleta pred planinskim domom. Foto: Zorko Vičar

Po čudovitem sončnem zahodu sta nas tema in mraz pregnala v kočo, kjer smo ob topli lončeni peči, s pesmijo in šalami preživeli prijeten večer. Šale o Muji in Hasi so se izkazale še vedno za zelo aktualne. Ker se je naslednji dan obetal lep dan z zanimivim pohodom po Premužičevi stazi, smo se večinoma kar zgodaj odpravili spat.

Nedelja, 27. september 2009

»Premužičeva staza« je planinska pot, ki vodi vzdolž Velebita. Začne se v bližini planinskega doma na Zavižanu in poteka prek prelaza Veliki Alan do Oštarijskih vrat v srednjem Velebitu. Zgrajena je bila v štirih letih od 1930 do 1933 in predstavlja biser graditve planinskih poti na Hrvaškem. Imenuje se po gozdarskem inženirju Anti Premužiču (1889 – 1979), ki jo je projektiral, organiziral izgradnjo in v njej tudi sodeloval.



Slika 6. Premužičeva staza. Foto: Boris Zupančič

Steza poteka po skoraj neprehodnem velebitskem krasu in je trasirana tako, da nima velikih vzponov ali spustov. Ves čas je opremljena tudi z učnimi tablam, na katerih se lahko sproti seznanimo z naravnimi in zgodovinskimi posebnostmi Velebita. V celoti je dolga 57 km, po NP Severni Velebit, kjer doseže tudi najvišjo točko 1620 m, pa poteka v dolžini 16 km.



Slika 7. Pri Rossbijevi kolibi stoji eden izmed petih totalizatorjev v tem delu Velebita. Foto: Janez Markošek

Naš cilj tega dne je bila Rossijeva koliba, ki je natanko na 5,1 km poti. Nekaterim je bil izlet prekratek in so ga še malo podaljšali, spet drugi so si ga malo olajšali in se kos poti do začetka steze peljali z avtobusom. Vsi pa smo bili dobre volje, k čemur je vsekakor prispevalo tudi čudovito in ravno prav toplo. V poletni pripeki pa utegne biti hoja po velebitskem krasu precej bolj naporna. Ko smo se vrnili na Zavižan nas je tam že čakalo odlično kosilo s pečeno jagnjetino. Po kosilu pa smo siti in prijetno utrujeni še malo posedeli pred kočo in uživali tople jesenske žarke, preden smo se podali na štiriurno vožnjo domov.



Slika 9. Jerebika v polnem žaru. Foto: Zorko Vičar

Za konec pa še nekaj podnebnih značilnosti meteorološke postaje Zavižan

Temperatura zraka:

- srednja letna temperatura zraka: 3,5 °C,
- najhladnejši mesec: februar (-4,3 °C)
- najtoplejši mesec: julij (12,2 °C)
- povprečno število ledenih dni na leto 29,
- povprečno število toplih dni v 10 letih 2,

Veter:

- povprečna jakost vetra poleti 3 Bf,
- povprečna jakost vetra pozimi 4 Bf,
- veter 6-7 Bf: 85 dni na leto,
- veter nad 8 Bf: 17 dni na leto

Padavine:

- povprečna letna količina padavin: 1899 mm
- mesec z največ padavin: november: 222mm
- mesec z najmanj padavin: julij (96 mm)



Slika 10. Škraplje. Foto: Janez Markošek

- povprečno število padavinskih dni: 165
 - 42% padavinskih dni je s sneženjem
- Ekstremi:
- najnižja izmerjena temperatura: -28,6 °C (10. februar 1956)
 - najvišja izmerjena temperatura: 27,6 °C (27. julij 1983)

Udeleženci izleta iz Slovenije:

Zalika Črepinšek, Miha Demšar, Vera Engelman, Dušan Hrček, Metod Koželj, Janez Markošek, Tajda Mekinda Majaron, Gizela in Janko Mesec, Jožef Roškar, Iztok Sinjur, Hilda Solomun, Jasna Vehovar, Andrej Velkavrh, Gregor Vertačnik, Zorko Vičar, Boris Zupančič, Gabrijel Pesjak

Udeleženci izleta iz Hrvaške:

Oba dneva: Amela Jeričević, Zvone Jeričević, Dino Jeričević, Marin Jeričević, Čedo Branković, Nada Branković, Milan Sijerković, Lidija Sijerković, Darko Vranek, Kruno Drvar, Zlatica Gliha, Vesna Levar, Ruža Gapit, Karmela Caušić, Davor Caušić, Katarina Smacelj

Sobota (iz Pule): Ivan Ljuština, Dragica Ljuština, Nada Brajković, Darko Brajković, Delia Sverko, Aldo Sverko, Jadranka Jakovljevič, Andrej Jakovljevič

Nedelja (iz Krka): Renata Sokol, Jadran Jurković, Drago Jud s soprogo

Viri:

Gajić-Čapka Marjana: Zavižan između snijega, vjetra i sunca: monografija u povodu 50. obljetnice meteorološke postaje Zavižan, Zagreb 2003.

Občni zbor SMD 2010

Miha Demšar, Agencija RS za okolje

Letošnji občni zbor v marcu 2010 je potekal v znamenju novih načrtov v tekočem letu ter enega največjih povečanj števila članov v zgodovini Slovenskega meteorološkega društva

Dne 11. marca 2010 ob 19. uri je v prostorih Agencije Republike Slovenije potekal vsakoletni občni zbor. Ker se nas je zboru udeležilo približno 30 članov, smo zbor zasedanjem nadaljevali ob 19:30, ko smo ugotovili sklepčnost in izglasovali predsednika občnega zbora Branka Gregorčiča, zapisnikarja Miha Demšarja ter overtalja zapisnika Zorka Vičarja in Iztoka Sinjurja.

Predsednika društva Jožef Roškar je povzel delo društva v letu 2009, ko so delo prevzeli novi člani organov. V lanskem letu je tako društvo spremenilo svojo logo, s pomočjo sponzorskih sredstev smo izdali svojo prvo številko časopisa Vetrnica in posodobili društveno spletno stran, pripravili smo štiri strokovna predavanja, v okviru sodelovanja s sosednjimi meteorološkimi društvi je bil organiziran skupni dvodnevni izlet na Zavižan s hrvaškim meteorološkim društvom, prav tako pa je naš član g. Jurij Jerman pripravil predavanje v Zagrebu. V preteklem letu se je društvo v medijih tudi odzvalo glede problema obrambe pred točo.

Finančno poročilo je pripravil blagajnik Andrej Velkavrh. Društvo je imelo v preteklem letu 2900 EUR prihodkov (članarine, sponzorstvo) ter 3096 EUR odhodkov. Tako je bilo stanje na računu ob koncu leta 1520 EUR.

Pred začetkom letošnjega zbora smo dobili 20 prošenj za včlanitev v društvo, ki smo jih na zboru tudi pregledali. V društvo so bili sprejeti vsi kandidati, tako da je skupno število članov naraslo na 111. Med sprejetimi kandidati je bilo deset študentov meteorologije, šest kandidatov, ki so diplomirali iz meteorologije ali pa so kako drugače strokovno povezani z meteorologijo, ter štirje kandidati, ki se ljubiteljsko v prostem času ukvarjajo z meteorologijo.

Gregor Gregorič je kot predsednik Komisije za nagrado in priznanje SMD predstavil predloge, ki so prispeli. Komisija odločila, da nagrado SMD za leto 2009 prejme gospod Bojan Paradiž.

Na koncu je predsednik društva še podal načrte za tekoče leto, in sicer sta predvideni izdaji dveh števil Vetrnice, sodelovanje s sosednjimi meteorološkimi društvi, organiziranje predavanj, organiziranje poletne šole v juniju za ljubitelje meteorologije, skeniranje starih razprav in objava na internetu ter odzivnost društva na morebitne aktualne dogodke povezane z meteorologijo.



Utrinki iz občnega zbora (Foto: Iztok Sinjur)

Prostorsko in časovno podrobna dinamika troposferskega ozona v razgibanem reliefu

Rahela Žabkar

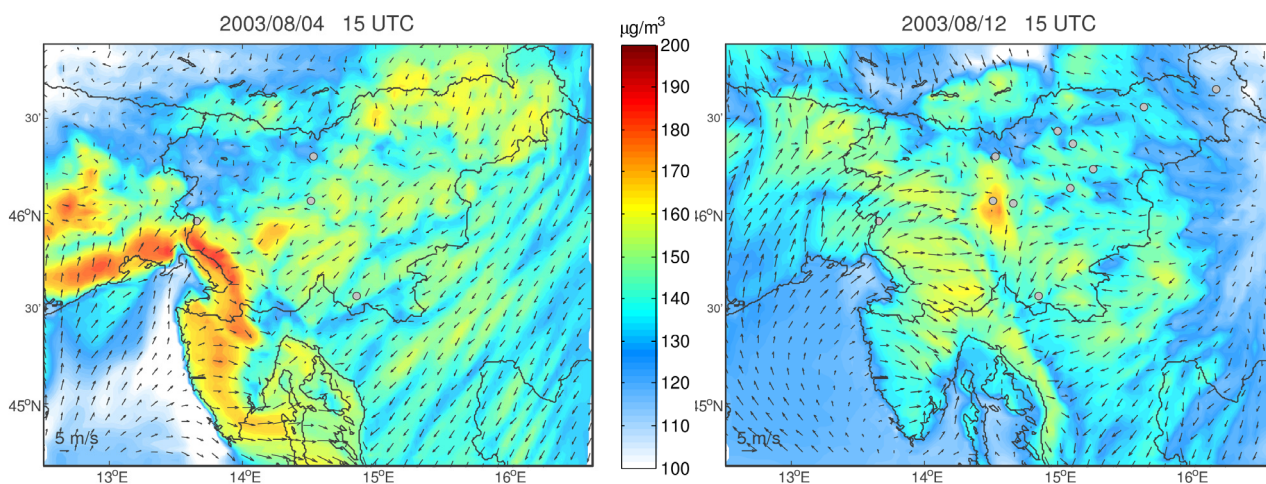
V Sloveniji je pogostnost preseganj zakonsko predpisanih vrednosti ozona v topli polovici leta običajno največja na Primorskem. Vzhodno od Alpsko-Dinarske gorske pregrade so najvišje dnevne gostote ozona v zraku v povprečju nižje kot na Primorskem, vendar pa so tudi v osrednji Sloveniji občasno izmerjene ekstremno visoke vrednosti ozona.

V disertaciji raziskujem značilnosti časovne in prostorske dinamike epizod z visokimi izmerjenimi gostotami ozona v Sloveniji. S statistično analizo trajektorij, narejeno za toplo polovico dveh let, preiskujem vpliv izvora zračnih mas na prizemne vrednosti ozona na nekaj izbranih merilnih mestih. Eno od vprašanj, ki jih obravnavam, je tudi vpliv Padske nižine na onesnaženost zraka z ozonom pri nas. Osrednja tema mojega dela pa je študija dinamike epizod s sklopljenim meteorološko-fotokemijskim modelom WRF-Chem.

Tako sem v okviru disertacije med drugim analizirala sposobnost modela, da sledi dejanskim vrednostim ozona, kot tudi vrednostim izmerjenih meteoroloških spremenljivk v razgibanem reliefu Slovenije. Poleg tega so bili z namenom analizirati občutljivost simuliranih vrednosti ozona na različne vire negotovosti,

narejeni nekateri ekperimenti, v katerih ocenjujem in primerjam vpliv negotovosti v antropogenih emisijah, začetnih in robnih kemijskih pogojih, horizontalni ločljivosti modela in meteorološkem opisu planetarne mejne plasti zraka na simulirane vrednosti ozona. Rezultati teh eksperimentov so pokazali, da so simulirane vrednosti ozona prve 2 do 3 dni epizod oziroma simulacij najbolj občutljive na začetne kemijske pogoje. Kljub temu, da v nadaljnjih dneh vpliv začetnih kemijskih pogojev pade, pa v določenih okoliščinah, lahko celo po 6 ali 7 dneh simulacije, postane ponovno bolj pomemben. Poleg tega se je izkazalo, da je za podrobnejše modeliranje ozona nad razgibanim območjem Slovenije v primeru stagnantnih anticiklonalnih situacij najbolj problematičen meteorološki opis planetarne mejne plasti zraka v modelu.

Na osnovi rezultatov simulacij lahko zaključimo, da je za časovni razvoj obravnavanih epizod značilen potek v treh fazah, tesno vezanih na časovni razvoj sinoptične situacije. S pomočjo značilnosti vsake od teh faz lahko razložimo tako izvor onesnaženih trajektorij iznad severnega Jadrana (rezultat analize trajektorij), kot tudi večjo pogostost pojavljanja najvišjih koncentracij ozona na območju Mediteranske Slovenije.



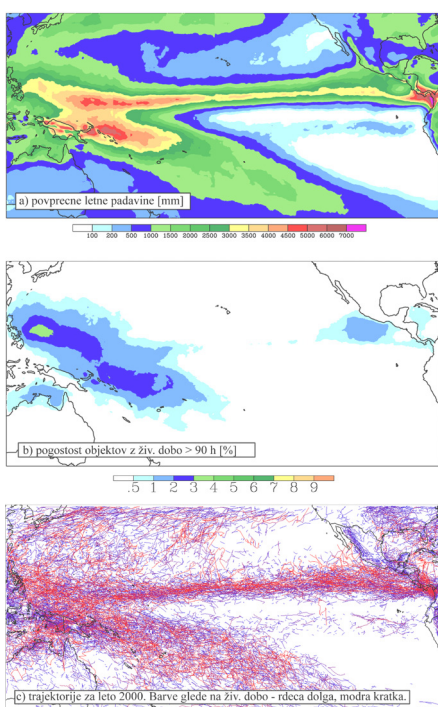
Slika 1: Primer simuliranih gostot ozona v plasti zraka pri tleh ter veter na 10 m tekom ene od obravnavanih epizod. Levo: 4. avgust 2003 ob 15UTC, ko so bile na obalnem pasu izmerjene bistveno višje gostote ozona kot drugje po Sloveniji. Desno: 8. avgust 2003 ob 15UTC, ko je bil najvišji dnevni maksimum ozona izmerjen v Ljubljani.

Objektivna analiza in verifikacija padavin nad niskimi in srednjimi geografskimi širinami

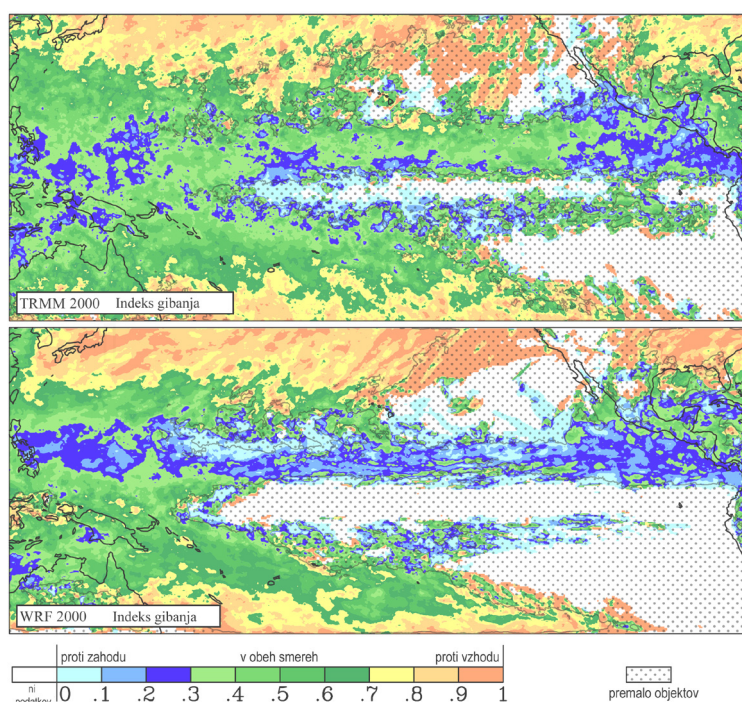
Gregor Skok

V okviru doktorske naloge se je naredila analiza padavin na območju Pacifika z uporabo objektne metode. Objekti so definirani kot zaključena območja padavin (padavinski sistemi), katerim lahko določimo lastnosti (lokacijo, velikost, življenjsko dobo, smer gibanja, ...). V okviru doktorske naloge se je nadgradila osnovna oblika objektne metode MODE (metoda razvita na inštitutu NCAR, Boulder, ZDA in je na voljo kot del paketa MET - paketa orodij za verifikacijo modelskih rezultatov), tako da nadgrajena metoda poleg ostalega omogoča tudi analizo časovnega razvoja objektov. Metoda se je uporabila pri analizi in primerjavi padavin treh padavinskih produktov - TRMM in PERSIANN, ki padavine merita predvsem preko inštrumentov na satelitih, ter simulacije tropskega kanala z modelom WRF. Za analizo smo si izbrali področje tropskega Pacifika. Izvedena je bila robustna analiza občutljivosti, s katero so se določili smiselne vrednosti parametrov metode. Analiza dveh satelitskih padavinskih produktov je pokazala, da se padavinski sistemi, ki so zelo veliki ali imajo zelo dolgo življenjsko dobo, pojavljajo predvsem v zahodnem delu Paci-

fika ali pa na manjšem območju blizu obale Mehike. Metoda je pokazala dobro sposobnost sledenja padavinskim sistemom. Pokazalo se je, da gibanje padavinskih sistemov v intertropski konvergenčni coni (ITCZ) lahko poteka v obe smeri (proti vzhodu in proti zahodu), čeprav je gibanje v vzhodnem delu ITCZ običajno bolj pogosto proti zahodu, medtem ko v vzhodnem delu prevladuje gibanje sistemov proti zahodu. Gibanje sistemov v zmernih širinah je bilo predvsem v smeri proti vzhodu. Te ugotovitve so bile skupne obema satelitskima produktoma. Izvedli smo tudi primerjavo padavin med satelitskim produktom TRMM in modelsko simulacijo z modelom WRF. Primerjava podatkov triletnega časovnega obdobja je pokazala veliko razlik vendar tudi nekaj ujemanj. Npr. količina padavin je precej večja v simulaciji z WRF, v simulaciji z WRF so na območju ITCZ trajektorije veliko bolj ravne kot v satelitskem produktu TRMM, gibanje v ITCZ v TRMM poteka v obeh smereh (proti vzhodu in proti zahodu), medtem ko v simulaciji z WRF prevladuje gibanje v smeri proti zahodu.



Slika 1. Za padavinski produkt TRMM so prikazane povprečne letne padavine, pogostost padavinskih sistemov z dolgo življenjsko dobo ter trajektorije v letu 2000.



Slika 2. Indeks gibanja proti vzhodu in zahodu za leto 2000 za padavinske sisteme iz produkta TRMM ter simulacijo z WRF. Modre barve - prevladuje gibanje proti zahodu, rdeče barve - prevladuje gibanje proti vzhodu, zelene barve - gibanje v obeh smereh se pojavlja podobno pogosto.

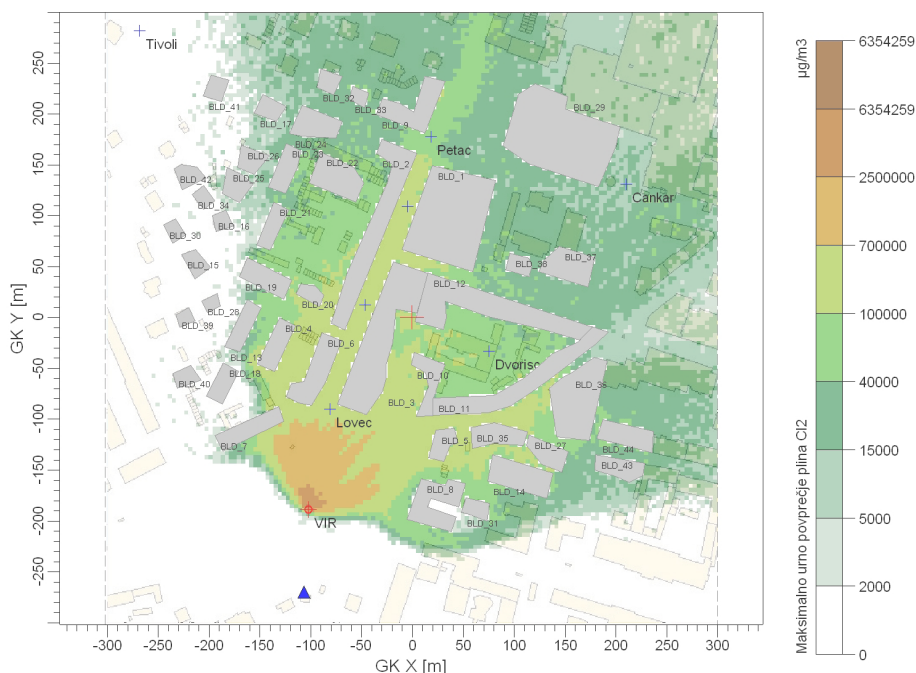
Modeliranje disperzije ob nenadnem izpustu polutantov

Žiga Švegelj

Določene vrste polutantov v atmosferi lahko negativno vplivajo na človeštvo in na okolje v katerem bivamo. Ogrozijo lahko naše zdravje, ter škodujejo živalski populaciji in vegetaciji. Zaradi tega nas zanimajo kratkoročni, predvsem pa dolgoročni, vplivi emisij industrijskih obratov, cestnega in v nekaterih primerih tudi zračnega prometa, ter emisij, ki so posledica nepričakovanih oziroma nenadnih izpustov kot so nesreče, eksplozije itd. Zlasti v specifičnih meteoroloških razmerah, tu mislimo predvsem na obdobja, ko prevladuje zelo stabilna atmosfera in so koncentracije polutantov posledično zelo visoke, je naše okolje lahko ogroženo. Disperzija polutantov v ozračju je torej eden izmed pomembnejših atmosferskih procesov, ki glede na meteorološke razmere poskrbi, da se delci širijo v ozračju. Disperziji ali širjenju delcev v zraku skušamo slediti poleg z dejanskimi meritvami na terenu tudi z različnimi disperzijskimi modeli. Disperzijski modeli opisujejo fizikalna dogajanja ob procesu disperzije. Pri simulaciji časovnega poteka poti posameznega delca v ozračju nad določeno lokacijo se pojavijo tudi matematični problemi, ki jih zapišemo v obliki numeričnih algoritmov, zato disperzijskim modelom nemalokrat rečemo tudi numerični modeli.

Cilj uporabe modelov je oceniti oziroma napovedati koncentracijo polutantov okoli vira onesnaženja. Glavna razloga za uporabo modelov sta torej dva: pojasniti, kakšna je bila pot polutanta v preteklosti in oceniti oziroma napovedati, kako hitro se bo polutant gibal skozi atmosfero v prihodnosti.

Za modelne izračune potrebujemo vhodne podatke, ki zajemajo meteorološke in reliefne lastnosti atmosfere in terena nad katerim izvajamo simulacijo. Kvalitetni meteorološki podatki so za kvalitetne modelne izračune na področju Slovenije, kjer nam velikokrat otežijo delo specifične meteorološke spremembe, zelo pomembni. Težavni so predvsem za Slovenijo značilni prevladujoči šibki vetrovi, zaradi katerih modelni izračuni v večini primerov niso več reprezentativni. Simuliranje disperzije v dveh različni okoljih, to sta skoraj raven teren na Ljubljanskem barju in urbanizirano mesto, je torej s stališča modeliranja velik izziv, še posebej ob šibkih vetrovih pri katerih je za realno stanje v atmosferi poleg modelnih izračunov potrebno izvajati tudi meteorološke meritve, ki podajajo dejansko stanje atmosfere.



Slika1. Izračunano polje maksimalnih urnih koncentracij plina klora na urbaniziranem področju v centru mesta Ljubljane.

Razvrščanje v skupine z metodo voditeljev

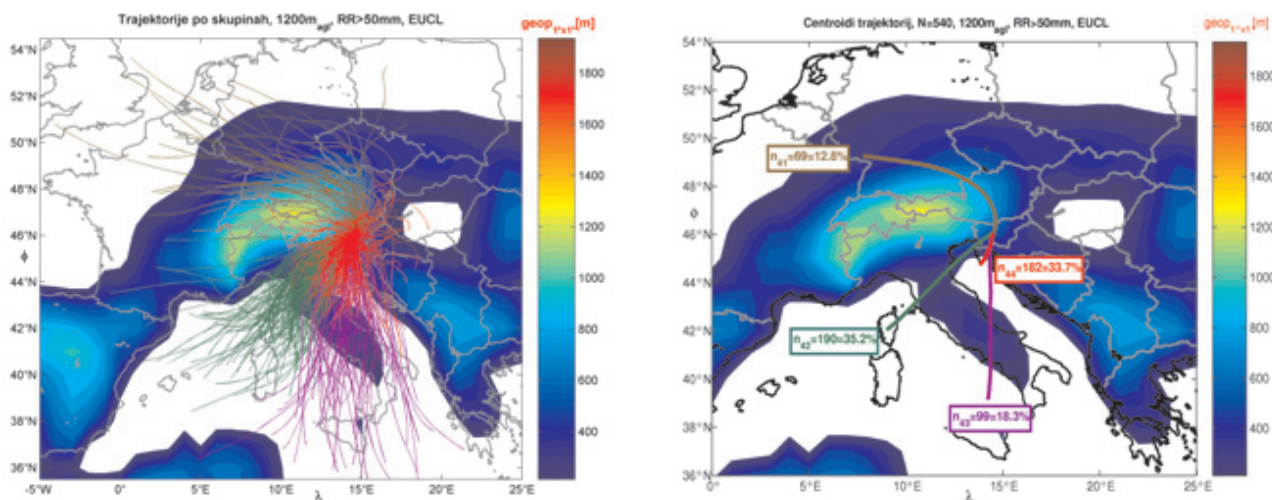
Leon Kegel

Razvrščanje v skupine z metodo voditeljev (k-means) postaja pomembna statistična metoda v proučevanju meteoroloških procesov. Pomembno je poudariti, da osnovna metoda voditeljev daje rešitev lokalnega optima, ki globalno gledano ni nujno najboljša.

V diplomskem delu razvrščam trajektorije nazaj časovne dolžine 24 ur s končnimi točkami na različnih višinah nad lokacijo meteorološke postaje Ljubljana Bežigrad. Iz celotnega nabora trajektorij izračunanih na poljih reanaliz ERA-40 (izračun trajektorij vsakih 6 ur v obdobju 2. 1. 1958 do 31. 12. 2001) sem po ključu določenega padavinskega praga (50 mm, 30 mm) izbral tako določene trajektorije in opravil razvrščanje.

Večina dela je bila posvečena analizi postopka razvrščanja. Namen je bil podati nekatere odgovore na to, kako ovrednotiti opravljeno razvrščanje s pomočjo različnih orodij. Prvi del vrednotenja sloni na t.i. indeksih zunanega vrednotenja, ki sledi stabilnosti razvrščanja različnega števila trajektorij nekega nabora. Drugi del skuša približati opis vrednotenja s pomočjo medskupinskih razlik in podobnosti v skupinah. V diplomski obravnavam tudi vpliv različnih mer podobnosti oziroma razdalij na razvrščanje.

V zaključnem delu predlagam merila za vrednotenje razvrščanja in skušam dobljene rezultate projicirati na morebitne spremembe v zračnem toku zaradi vpliva klimatskih sprememb.



Slika 1. Primer razvrstitve trajektorij nad padavinskim pragom 50 mm. Levo: vse trajektorije, obarvane glede na pripadnost skupini. Desno: težiščne trajektorije skupin.

Objektivna interpolacija padavin na podlagi vremenskih tipov

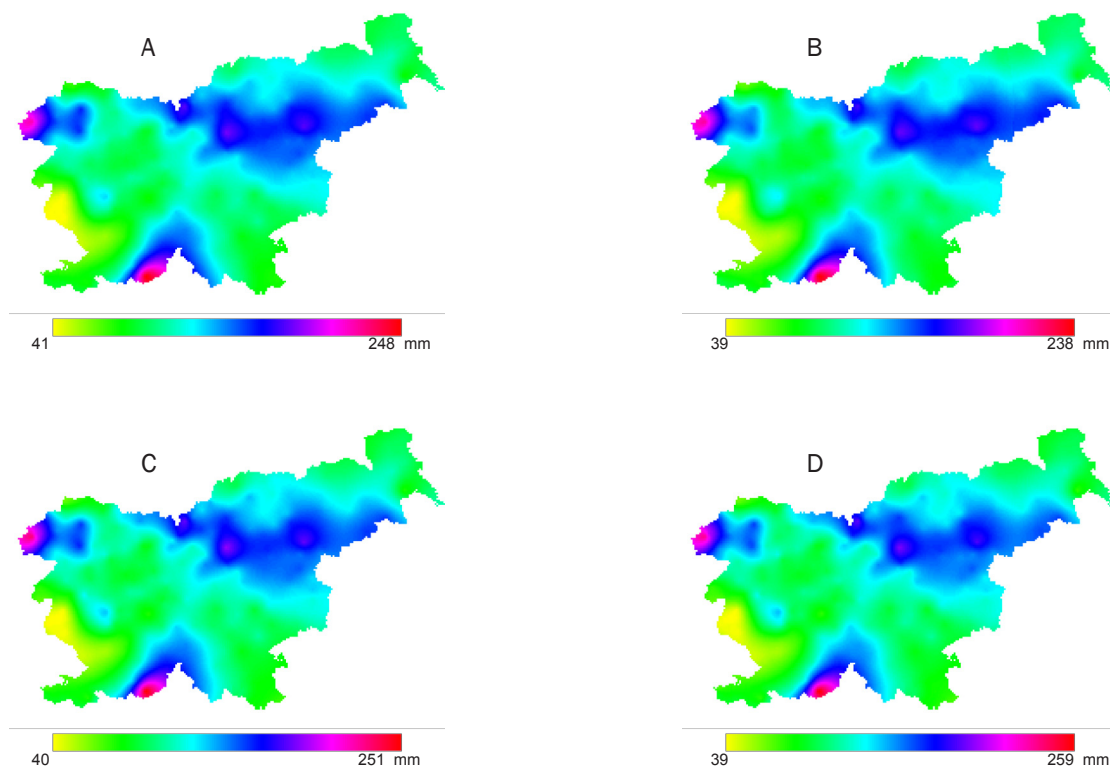
Luka Honzak

V diplomskem delu so najprej predstavljene klasifikacije vremenskih tipov, tako starejše kot novejšje, ki so predmet raziskav v okviru mednarodnega sodelovanja COST733. Nato so prikazane prostorske interpolacijske metode, pri čemer je poudarek na krigingu, ki smo ga uporabili za izris kart. Pričujoče delo torej prikazuje možnost grupacije tipov določene klasifikacije in njihovo uporabo za interpolacijo padavin.

Ker so se v začetku nastanka diplomskega dela aktivnosti v okviru mednarodnega sodelovanja COST733 šele dobro začele, klasifikacije še niso bile dobro preverjene. Zato smo izbrali objektivno klasifikacijo GWT, ki vsaj delno temelji na dobro poznani in že dolga leta uporabljani klasifikaciji Grosswetterlagen. Ker klasifikacija vsebuje preveliko število tipov (18), mi pa smo jih želeli imeti manj (4), smo za vsak tip izrisali padavinske karte za obdobja 1981–2000, 1991–2000 in 1981–1990, pri čemer smo ločili hladno in toplo polovico leta. Za različna obdobja smo izračunali korelacijo med kartami posameznih tipov in na podlagi različnih kriterijev (objektivno: korelacija med kartami, subjektivno: primerjava sinoptičnih kart, padavinskih kart) naredili pet novih tipizacij s štirimi tipi. Tako za

toplo kot za hladno polovico leta se je najbolje obnesla tipizacija na podlagi korelacij za obdobje 1981–2000, zato smo na podlagi te naredili klimatološke karte tipov s splošnim krigingom.

Za verifikacijo rezultatov smo si izbrali šest primerov, tri za toplo in tri za hladno polovico leta, ter naredili padavinske karte na podlagi tipov na dva različna načina: z osnovnim krigingom na razliki med podatki in klimatološko podlago iz tipov (C) ter podobno, le da smo naredili osnovni kriging za vsak tip posebej in karte med seboj uteženo sešteli (D). Za primerjavo smo karte zrisali tudi brez uporabe tipov; tu smo uporabili osnovni (A) in splošni kriging (B). Za vse karte smo izračunali šest statističnih parametrov in na podlagi tega ugotovili, da dobimo z interpolacijo na podlagi vremenskih tipov v določenih primerih boljše karte, kot če tipov ne bi uporabili (oktober 1988 – slika 1). V nekaterih primerih je bila interpolacija na podlagi tipov malo slabša, v nekaterih pa bistveno. Glavna vzroka sta, da tipizacija v osnovi ni povezana s padavinami, ampak sinoptičnimi vzorci, ter da geografske spremenljivke v večini primerov pojasnijo velik del variance.



Slika 1. Karta padavin različnih interpolacij za oktober 1988.

Projekcije podnebnih sprememb na območju Slovenije z modelom RegCM3

Boštjan Muri

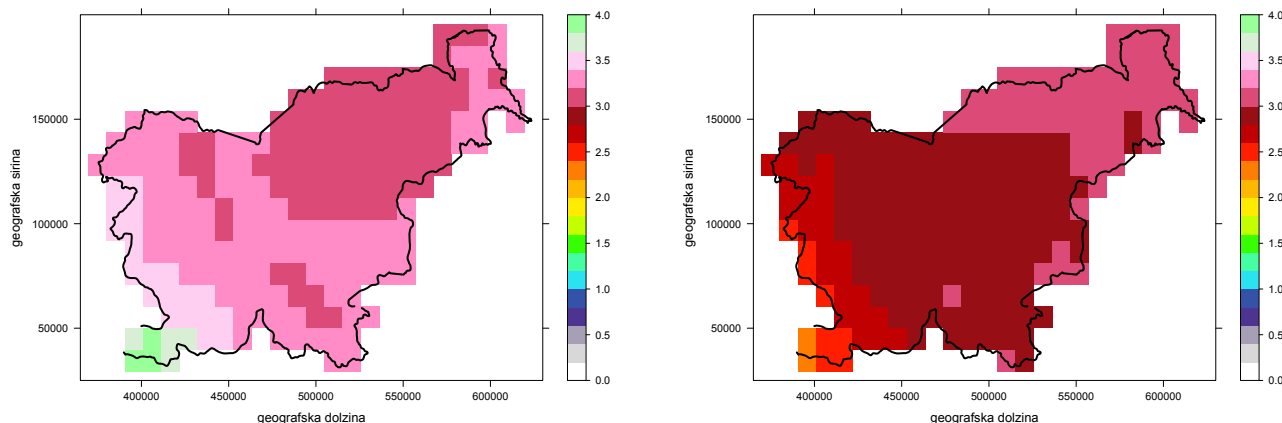
V diplomskem delu so bile uporabljene simulacije prihodnjega podnebja na območju Slovenije za obdobja 1961–1990, 2021–2050 in 2071–2100, pripravljene z regionalnim podnebnim modelom RegCM3 v ločljivosti 10 km x 10 km. Kot scenarij izpusta toplogrednih plinov in delcev je bil privzet IPCC scenarij A1B. Da bi bile lahko napovedi srednje dnevne temperature, količine padavin in nekaterih izrednih vremenskih dogodkov modela RegCM3 za prihodnji obdobji ovrednotene, njegove rezultate primerjamo s homogeniziranimi nizi meritev iz opazovalnih postaj v obdobju 1961–1990. Pri prostorski interpolaciji meritev v pravilno modelsko mrežo uporabimo geostatistično metodo splošni kriging, pri čemer upoštevamo vpliva orografije v modelu in ločljivosti modela.

Primerjava srednjih dnevni temperatur med napovedmi RegCM3 in opazovanji v obdobju 1961–1990 kaže, da je model najslabši pri opisu najhladnejšega in najtoplejšega letnega časa. Pozimi je razlika med RegCM3 in opazovanji velika, saj je v osrednji, vzhodni ter jugovzhodni Sloveniji model povprečno pretopen za 3,0 °C. Pri tem se moramo zavedati, da ločljivost modela ni dovolj dobra za opis temperaturne inverzije, ki nastaja pozimi v kotlinah. Za ostale letne čase so odstopanja manjša, saj povprečna razlika le poleti v nekaterih regijah preseže 1,0 °C. Projekcije tempe-

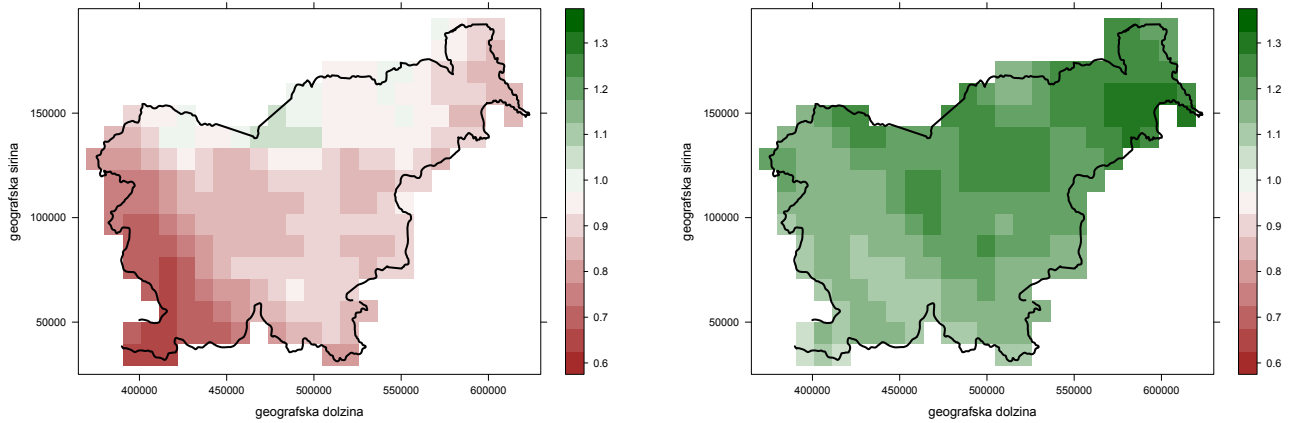
rturnih sprememb za obdobje 2071–2100 kažejo najvišje dvige v srednji dnevni temperaturi za poletje na področju jugozahodne Slovenije.

Sezonske padavine so v modelu močno precenjene, predvsem v jugozahodni Sloveniji. Projekcije za prihodnji obdobji kažejo trend večje količine padavin na vzhodu Slovenije, v osrednji Sloveniji količina padavin ostaja približno enaka, na zahodu pa se padavine zmanjšujejo. Več padavin pozimi je posledica višjih temperatur v tem letnem času. Poleti v obdobju 2071–2100 opazimo zelo izrazit trend v smeri zmanjšanja padavin, saj se ponekod v jugozahodni Sloveniji količina padavin zmanjša tudi za 30 %.

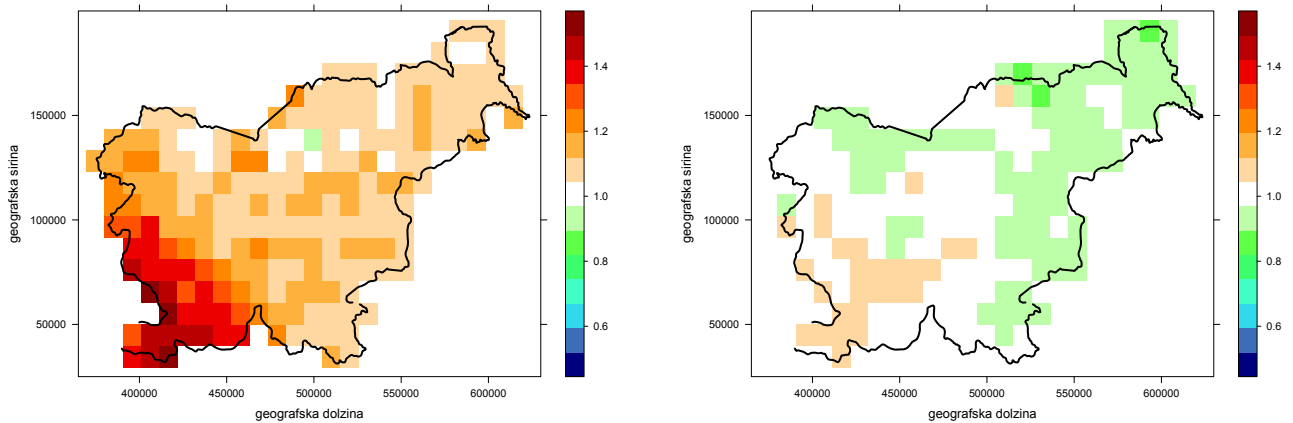
Pri najdaljših suhih obdobjih nastopi težava, ker je RegCM3 premoker, zato gledamo dolžino najdaljšega obdobja, v katerem kumulativna padavin ne preseže 20 mm. V tem primeru model napove podaljšanje pojava za 40 % poleti v jugozahodni Sloveniji. Tako podaljšanje bi nedvomno močno spremenilo razmere v kmetijstvu. V osrednji in vzhodni Sloveniji spremembe niso tako skrajne. Pri največjih enodnevnih padavinah v prihodnosti lahko izpostavimo šibak trend v smeri povečanja nalivov v osrednji in vzhodni Sloveniji. Podobno lahko zaključimo tudi pri največjih petdnevnih padavinah.



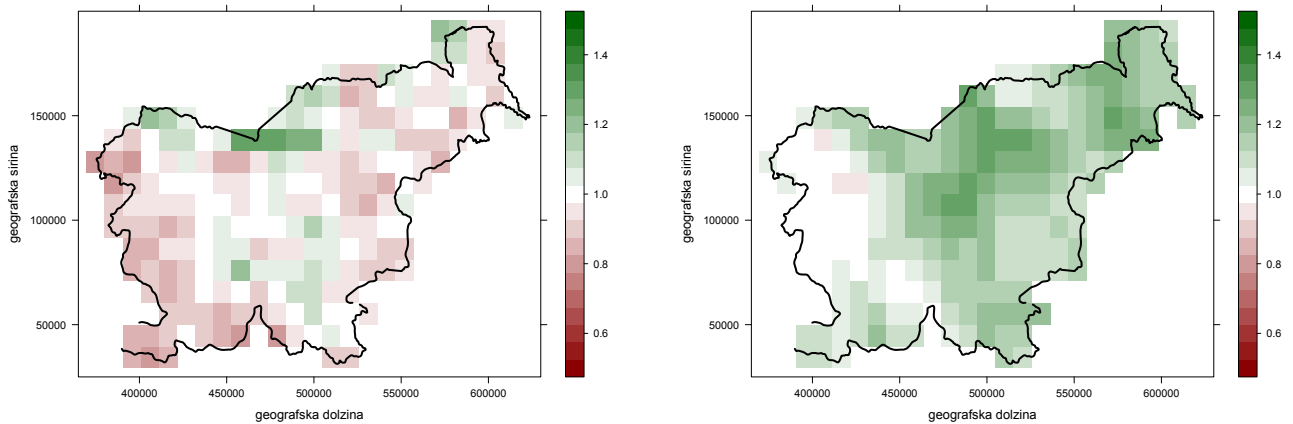
Slika 1. Spremembe poletnega (a) in zimskega povprečja (b) srednje dnevne temperature zraka (v °C) v Sloveniji za obdobje 2071 - 2100 glede na obdobje 1961 - 1990.



Slika 2. Spremembe poletnega (a) in zimskega povprečja (b) količine padavin v Sloveniji. Podano je razmerje med obdobjema 2071–2100 in 1961–1990.



Slika 3. Spremembe poletnega (a) in zimskega povprečja (b) najdaljših suhih obdobj v Sloveniji. Podano je razmerje med obdobjema 2071 - 2100 in 1961 - 1990.



Slika 4. Spremembe poletnega (a) in zimskega povprečja (b) največjih petdnevnih padavin v Sloveniji. Podano je razmerje med obdobjema 2071 - 2100 in 1961 - 1990.

Modeliranje vetra v prizemni mejni plasti z vidika podnebnih sprememb

Kay Sušelj, Jet Propulsion Laboratory/California Institute of Technology
kay.suselj@jpl.nasa.gov,

Povzetek

Poznavanje značilnosti vetrovnega polja v prizemni mejni plasti je pomembno za vrsto aplikacij, vključno z vetrno industrijo. Članek je povzetek doktorskega dela (celotno delo je dostopno na <http://oops.uni-oldenburg.de/volltexte/2009/912>), kjer sem se ukvarjal z dvema vidikoma modeliranja vetra: ocenjevanjem podnebnih sprememb hitrosti vetra nad severnim Atlantikom ter Evropo v enaindvajsetem stoletju ter da bi dobil bolj realne ocene vetra pri tleh s pomočjo modela za omejeno področje z večjo horizontalno ločljivostjo, še z izboljšavo parametrizacije turbulence v prizemni mejni plasti Mellor-Yamada-Janjić, ki je del mezo-meteorološkega modela Weather and Research Forecasting Model (WRF). Trend hitrosti vetra v drugi polovici dvajsetega stoletja nad severnim Atlantikom in Evropo sem statistično povezal s pritiskom na morskem nivoju. Iz sprememb polj pritiska, ki so rezultati vseh podnebnih modelov, uporabljenih za četrto poročilo Medvladnega foruma o podnebnih spremembah (IPCC) med preteklo klimo in klimo pri upoštevanju scenarija toplogrednih plinov A2, sem na podlagi statistične povezave med trendom hitrosti vetra in pritiskom na morskem nivoju ocenil spremembo hitrosti vetra v enaindvajsetem stoletju. Glavni rezultat analize je, da se bo v enaindvajsetem stoletju hitrost vetra pozimi povečevala predvsem nad osrednjim severnim Atlantikom, medtem ko v ostalem delu leta ne pričakujemo značilnih sprememb hitrosti vetra. V parameterizaciji prizemne mejne plasti Mellor-Yamada-Janjić sem prilagodil definicijo glavne dolžinske skale, ki med drugim pomembno vpliva na vertikalno difuzijo gibalne količine in skalarnih količin. Najpomembnejša sprememba je zamenjava Prandtlove dolžinske skale z dolžinsko skalo, ki je odvisna od stabilnosti atmosfere pri tleh. Z novo dolžinsko skalo lahko bolje modeliramo vertikalne gradiente hitrosti vetra pri tleh.

Ključne besede: hitrost vetra pri tleh, prizemna mejna plast, klimatske spremembe hitrosti vetra

Abstract

The knowledge of the near surface wind speed is important for numerous applications including wind energy. The paper is a short abstract of the author's thesis (available online: <http://oops.uni-oldenburg.de/volltexte/2009/912>) and deals with i) the possible future change of the near-surface wind climate over Europe and North Atlantic and ii) improvement of Weather Research and Forecasting (WRF) model to simulate wind conditions in the lower part of the atmospheric boundary layer. The change of the near-surface wind speed over Europe and northern Atlantic in the future climate under Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) A2 scenario of greenhouse gasses was investigated by statistical downscaling of the results of 16 general circulation models (GCM). The statistical model relates the trend of empirical orthogonal functions of wind with the sea level pressure (SLP) patterns over the second half of the 20th century. The change of the strength of the SLP patterns from the last four decades of the 20th to the last four decades of the 21st century was used to derive the climate change of the wind speed. In winter season, virtually all climate models show increase of the SLP gradient over the Western Europe, which leads to the increase of the westerly winds over northern Atlantic and Western Europe. The peak increase of the wind speed between 0.5 m/s and 2.5 m/s over the central northern Atlantic is expected. In summer season, the change of the wind speed is expected to be small. One year long hindcast of wind conditions using Weather Research and Forecasting Model (WRF) reveals a bias of modelled wind shear compared to the tower measurements over the North Sea (FINO) and Baltic Sea (Östergårsholm). Mellor-Jamada-Janjić (MYJ) parameterisation of the turbulence which was used as a surface and boundary layer parameterisation in WRF was identified as the most probable reason for the bias. A correction of the MYJ scheme is proposed by changing the master length scale,

which serves as a closure assumption of the scheme. Most important, Prandtl mixing length scale which was used as a surface layer length scale was corrected for surface stability. It is shown that WRF with improved MYJ scheme is well suited to represent the wind shear in the lower part of the marine atmospheric boundary layer.

Keywords: *Near-surface wind speed, boundary layer, climate change of wind speed*

Uvod

Poznavanje trenutne klime vetra v prizemni mejni plasti in morebitnih sprememb v naslednjih desetletjih je pomembno zaradi ekonomskih razlogov, kot je pridobivanje vetrne energije in tudi zaradi razumevanja advekcije zračnih mas, ki imajo pomemben vpliv nad lokalnimi podnebnimi spremembami (npr. Van Oldenburgh in van Ulden, 2003). V četrtem poročilu Mednarodnega foruma o podnebnih spremembah (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), je zapisano, da je zanesljivost podnebnih napovedi hitrosti vetra nad severno Evropo majhna (Christensen in sod., 2007). Zaradi razmeroma velike horizontalne ločljivosti globalnih podnebnih modelov so raziskave s področja podnebnih sprememb vetra usmerjene v dinamično in statistično izboljšavo horizontalne ločljivosti (downscaling) globalnih podnebnih modelov. Räisänen in sod. (2004) ter Pryor in sod. (2005) so ugotovili, da je hitrost vetra nad severno Evropo primarno pogojena s spremenljivostjo ozračja na kontinentalni skali, ki je zadosti velika, da jo globalni podnebni modeli dobro opišejo. Posledično so rezultati dinamične izboljšave ločljivosti (s pomočjo regionalnih podnebnih modelov) odvisni od rezultatov globalnega modela, ki so uporabljeni kot robni ter začetni pogoj regionalnim modelom. Po drugi strani je statistična izboljšava ločljivosti obetavna metoda, saj je računsko nezahtevna in tako omogoča izboljšavo ločljivosti velikega števila rezultatov globalnih podnebnih modelov, na podlagi katerih lahko poleg predvidene podnebne spremembe ocenimo tudi zanesljivost napovedi.

Za izdelavo statističnega modela izboljšave ločljivosti je potrebno najti statistično povezavo med vrednostmi meteoroloških spremenljivk, za katere bi radi ocenili podnebno spremembo (odvisna spremenljivka), in spremenljivk, ki so dobro napovedane z globalnimi podnebnimi modeli ter pomembno vplivajo na odvisno spremenljivko (pojasnjevalne spremenljivke) v pretekli klimi. V tem delu sem uporabil pritisk na morskem nivoju (pojasnjevalna spremenljivka) za napoved hitrosti vetra na desetih metrih nad zemeljskim površjem (odvisna spremenljivka). Če zasledimo trend pojasnjevalne spremenljivke v prihodnji klimi, ga lahko prevedemo v podnebno spremembo odvisne spremenljivke s pomočjo povezave v preteklem podnebj. Statistične metode predpostavljajo, da ostane povezava med odvisno in pojasnjevalno spremenljivko enaka v prihodnosti ter da ostane pojasnjevalna spremenljivka

glavni razlog podnebnih sprememb odvisne spremenljivke. Podrobneje so zgoraj navedene predpostavke predstavljene in deloma upravičene v npr. Corti in sod. 1999 ter Schwierz in sod. 2006. V literaturi je kar nekaj prispevkov, ki ugotavljajo podnebne spremembe vetra nad severno Evropo s pomočjo statistične izboljšave ločljivosti (Alexandersson in sod. 2000; Pryor in Barthelmie 2003; Pryor in sod. 2006). Problem zgoraj navedenih del je, da so rezultati negotovi in si deloma nasprotujejo. Po mojem mnenju je eden od bistvenih razlogov za negotovost rezultatov v izbiri pojasnjevalnih spremenljivk in povezave med pojasnjevalnimi in odvisnimi spremenljivkami. Pojasnjevalne spremenljivke v zgoraj navedenih delih so tipično izbrane tako, da pojasnijo čim večji delež kovariance med pojasnjevalnimi in odvisnimi spremenljivkami ali pa čim večji delež variance pojasnjevalne spremenljivke. Bolje bi bilo, če bi pojasnjevalne spremenljivke opisale čim večji del trenda odvisnih spremenljivk, kajti na daljši časovni skali trend vodi v klimatsko spremembo. V okviru doktorskega dela sem ocenil spremembo hitrosti vetra tako, da sem poiskal prostorske vzorce hitrosti vetra in pripadajoče časovne poteke, ki opišejo čim večji trend hitrosti vetra v pretekli klimi ter jih povezal s prostorskimi vzorci zračnega pritiska na morskem nivoju in njihovim pripadajočim časovnim potekom. Prostorski vzorci pritiska so dobljeni kot linearna korelacija med časovnimi poteki hitrosti vetra in poljem pritiska. Časovni poteki polj pritiska, ki so projekcija prostorskih vzorcev polj pritiska na celotno polje pritiska, so optimalno korelirani s časovnimi poteki hitrosti vetra. Iz trenda časovnih potekov pritiska v prihodnji klimi sem izrazil podnebno spremembo hitrosti vetra. V ta namen sem uporabil rezultate re-analiz Evropskega centra za srednjeročne napovedi (ECMWF) – ERA40 (za preteklo klimo) in rezultate podnebnih modelov, uporabljenih pri sestavi četrtega IPCC poročila. Rezultati ERA40 re-analiz so bili uporabljeni za izdelavo statističnega modela. Podnebno spremembo hitrosti vetra sem ocenil iz razlike med rezultati pritiska na morskem nivoju iz podnebnih modelov med preteklo klimo, kjer so bile uporabljene merjene koncentracije toplogrednih plinov in podnebja po IPCC A2 scenariju. A2 scenarij je eden izmed IPCC scenarijev z večjimi koncentracijami toplogrednih plinov.

Zelo pomemben vidik numeričnega modeliranja vetra v prizemni mejni plasti je parametrizacija turbulence, kjer je njen vpliv na gibanje v večjih prostorskih skalah

izrazit. Zaradi omejene časovne in prostorske ločljivosti meteorološki modeli ne morejo opisati turbulence eksplicitno, ampak je potrebno statistično opisati njen vpliv na gibanje v večjih prostorskih skalah (parametrizacija). Matematično se vpliv turbulence na dogajanje v večjih skalah izraža kot gradient kovariance med perturbacijami komponent hitrosti in med perturbacijami komponent hitrosti ter potencialne temperature v Navier-Stokesovi enačbi za gibanje zraka in enačbi za ohranitev energije. V meso-meteoroloških modelih se uporabljajo parametrizacije turbulence različnih kompleksnosti. Zelo popularno družino parametrizacij turbulence sta izpeljala Mellor in Yamada (1974; 1982), zatorej MY modeli. MY modeli so drugega reda. To pomeni, da so zasnovani na prognostičnih enačbah kovarianc perturbacij, medtem ko so kovariance tretjega reda in ostali členi višjih redov, ki nastopajo v enačbah za kovariance drugega reda parametrizirani, torej zapisani s poenostavljenimi enačbami na podlagi znanih parametrov. Osnovni MY model tako prispeva deset novih prognostičnih enačb k meteorološkemu modelu: šest za kovariance perturbacij komponent hitrosti, tri za kovarianco med perturbacijami komponent hitrosti in potencialne temperature in eno za varianco perturbacije potencialne temperature. Ker je osnovni MY model računsko izredno zahteven, sta ga Mellor in Yamada sistematično poenostavila in s pomočjo analize velikostnih redov izpeljala celo družino modelov. Najpopularnejši model je tako imenovani stopnje 2.5, kjer je ohranjena samo prognostična enačba za turbulentno kinetično energijo (tke), ki predstavlja sled kovariančnega tenzorja perturbacij hitrosti, medtem ko so ostale prognostične enačbe poenostavljene v diagnostične. MY model stopnje 2.5 je izredno popularen, saj prispeva le eno prognostično enačbo, hkrati pa so rezultati zadovoljivi. Kot robni pogoj za MY model stopnje 2.5 pri tleh lahko uporabimo MY model stopnje 2, kjer so vse prognostične enačbe poenostavljene v diagnostične. Moeng in Wyngaard (1989) in Cheng in sod. (2002) so identificirali tri glavne probleme MY modelov, med drugim tudi definicijo glavne dolžinske skale (GDS), ki vpliva na hitrost turbulentne disipacije in difuzije ter služi za parametrizacijo nekaterih členov višjega reda. V originalnem MY modelu je GDS kombinacija dveh ekstremnih vrednosti. Pri tleh je enaka Prandtlovi skali, ki je sorazmerna z višino nad tlemi; na vrhu prizemne mejne plasti pa je sorazmerna z razmerjem med prvim in ničtim momentom tke. Na podlagi več različnih študij: i) rezultatov modelov turbulence (Nakanishi 2001), ii) ocene GDS na podlagi turbulentnih meritev in iii) analize striženja vetra (Sušelj 2009) sem spremenil Prandtlovo dolžinsko skalo tako, da upošteva stabilnost atmosfere pri tleh. Prandtlova skala (Prandtl 1925) je bila namreč izpeljana za primer, kjer je turbulenca primarno posledica vetrovnega striženja - nevtralna atmosfera. Dodatno sem spremenil dolžinsko skalo, tako da je nova dolžinska skala manjša na vrhu stabilne prizemne plasti, kar pa ne vpliva bistveno na

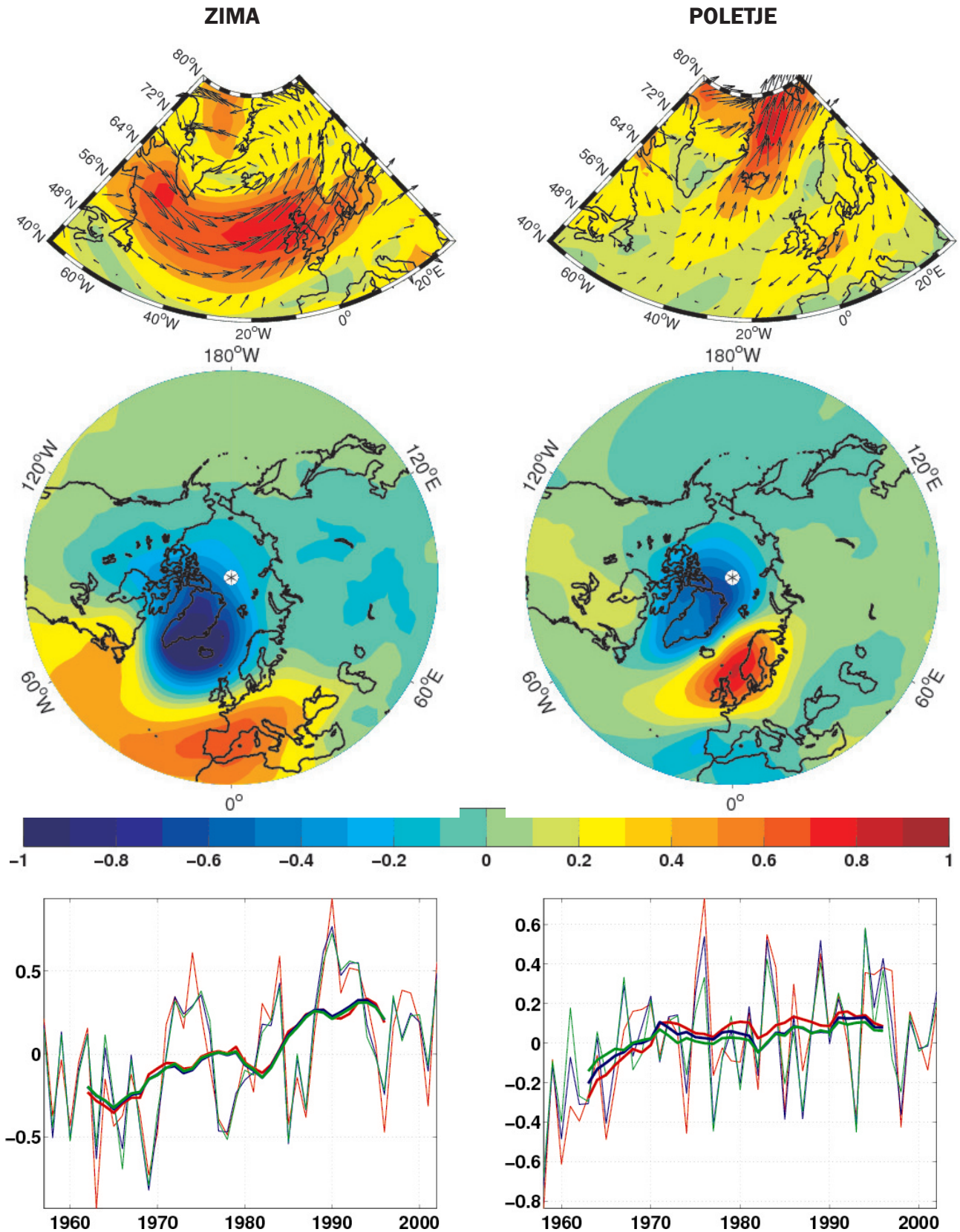
rezultate modela. Izboljšano GDS sem uporabil v MY modelu turbulence, ki je del meteorološkega modela Weather Research and Forecasting Model (WRF). Z na novo definirano dolžinsko skalo lahko bolje modeliramo vetrovno striženje pri tleh.

V nadaljevanju članka je predstavljena analiza spremembe klime vetra in izboljšava parametrizacije turbulence v prizemni mejni plasti. Na koncu je podano nekaj bistvenih zaključkov.

Podnebna sprememba vetra pri tleh

Statistični model za hitrost vetra

Statistični model, ki povezuje polje hitrosti vetra in polje pritiska pri tleh, je bil narejen na povprečnih dnevnikih komponentah hitrostih vetra nad severnim Atlantikom in Evropo (40N-80N g.š. in 70W-30E g.d.) in pritiskom na morskem nivoju nad severno poloblo v obdobju 45 let (od septembra 1957 do avgusta 2002). Komponente hitrosti vetra in vrednosti pritiska na morskem nivoju so dobljeni iz ECMWF re-analiz s prostorsko ločljivostjo ene geografske stopinje. Prvi korak pri izdelavi statističnega modela je prepoznavanje vzorcev v polju komponent hitrosti vetra, ki pojasnijo največji del trenda nad severnim Atlantikom in Evropo. V ta namen sem uporabil trendne empirične ortogonalne funkcije (TEOF, Hannachi 2007). Metoda TEOF je podobna metodi empiričnih ortogonalnih funkcij (EOF), ki je precej razširjena metoda v proučevanju podnebja (npr. Von Storch in Zwiers 2002). Obe metodi iz polja neke spremenljivke, merjene ob različnih časih in na različnih lokacijah, poiščeta kombinacije prostorskih vzorcev ter njim pripadajoč časovni potek, tako da vsak izbor prostorskih vzorcev in časovnih potekov maksimizira neko predpisano mero variabilnosti pod pogojem, da so prostorski vzorci ortogonalni med seboj. V primeru EOF metode, so vzorci izbrani tako, da opišejo največji delež variabilnosti osnovnega polja, v primeru TEOF metode pa tako, da pojasnijo največji del, ne nujno linearne, trenda v osnovnem polju. TEOF metoda je zatorej optimalnejša za iskanje trendov v geofizikalnih poljih. Za izdelavo empiričnega modela za napovedovanje sprememb hitrosti vetra sem vzorce hitrosti vetra povezal s poljem pritiska na morskem nivoju tako, da sem izračunal linearne korelacijske koeficiente med časovnim potekom, ki pripada vzorcem hitrosti vetra in poljem pritiska za vsako lokacijo posebej. Tako sem dobil karto korelacij med poljem pritiska in časovnim potekom hitrosti vetra. Projekcija korelacij polj pritiska na originalno polje pritiska nam da časovni potek polj pritiska, ki ga lahko uporabimo kot pojasnjevalno spremenljivko za časovni potek pripadajočih vzorcev hitrosti vetra. Če predpostavimo, da se prostorski vzorci vetra ne spreminjajo, lahko na podlagi sprememb časovnih potekov polj pritiska v prihodnjem podnebnju izračunamo



Slika 1. Zgornja vrsta: TEOF vzorci vetra; Druga vrsta: pripadajoči vzorci polj pritiska; Zadnja vrsta: časovni potek vzorcev vetra (rdeča) in pritiska (modra). Zaradi jasnosti so časovni poteki povprečeni na letni oziroma devet-letni časovni skali. TEOF vzorci vetra in pritiska so v enotah lokalnega standardnega odklona (vrednosti polj v vsaki točki so normalizirane z standardnim odklonom). Vzorci in časovni poteki so dobljeni iz 45 let ERA40 re-analiz.

Figure 1. Trend empirical orthogonal functions (TEOFs) of wind (upper panel) and corresponding patterns of sea level pressure (middle panel), both in the units of the local standard deviation. Lower panel: time series corresponding to wind (red) and sea level pressure (blue) patterns. For clarity the time series are averaged on yearly and 9-yearly time scale.

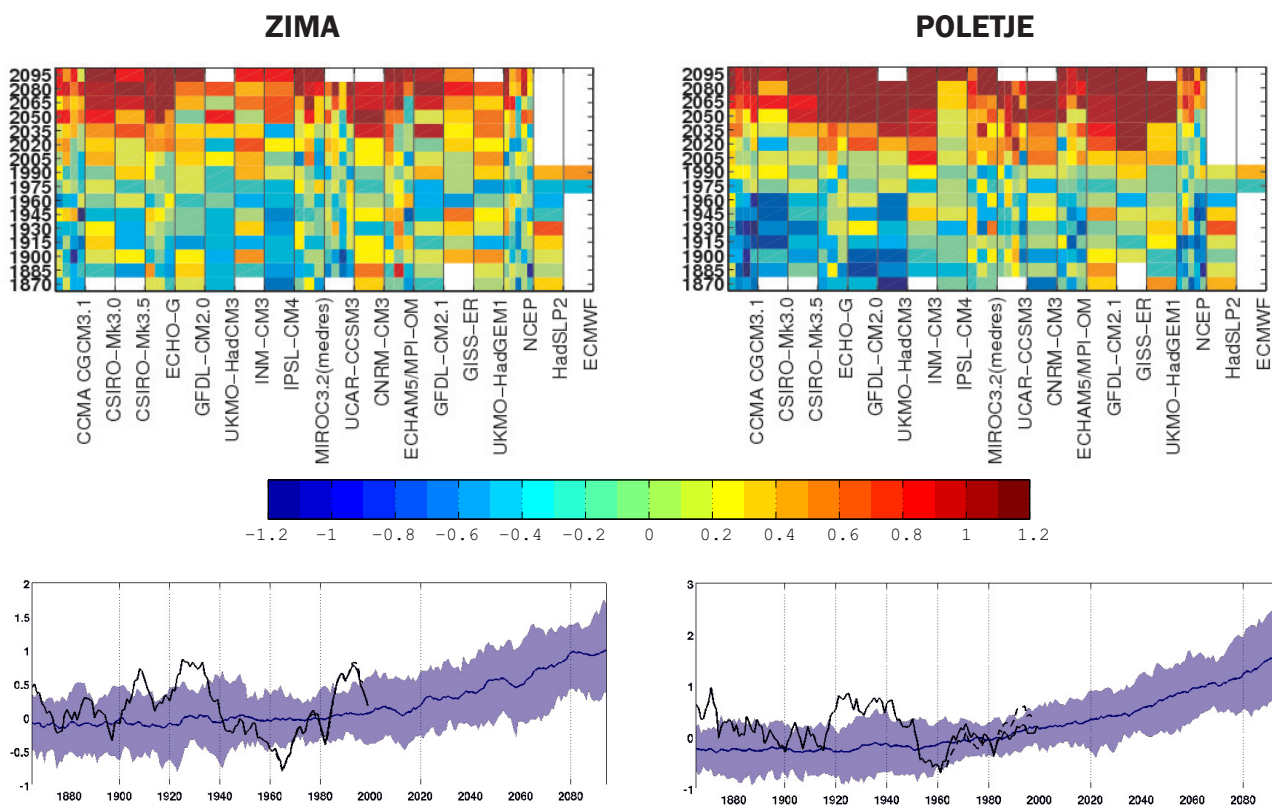
predvideno spremembo hitrosti vetra. Metodologija je podrobneje opisana v Sušelj 2009. V tem članku je prikazanih nekaj pomembnih rezultatov za zimo (december-februar) in poletje (junij-avgust).

V obeh sezonah, poletju in zimi, ima le prvi časovni potek hitrosti vetra statistično značilen trend. Zato je v nadaljnji analizi uporabljen le prvi vzorec hitrosti vetra in pripadajoča časovni potek. Slika 1 prikazuje prva vzorca hitrosti vetra, pripadajoča vzorca pritiska na morskem nivoju ter časovne poteke, ki pripadajo prostorskim vzorcem. Zaradi jasnosti so prikazani časovni poteki povprečeni na letni, oziroma devet-letni časovni skali. Prostorski vzorec hitrosti vetra skupaj s pripadajočim časovnim potekom pojasnjuje trend povečevanja zahodnika v drugi polovici dvajsetega stoletja nad večjim delom severnega Atlantika in severne Evrope. Kot je razvidno iz časovnega poteka, je trend povečevanja nelinearen. Nad severovzhodnim delom domene je opazen trend povečevanja severnega do severozahodnega vetra. V zimi je prvi TEOF vzorec vetra koreliran z zonalnim gradientom pritiska na morskem nivoju. Vzorec pritiska je podoben vzorcu Severno Atlantske Oscilacije (North Atlantic Oscillation, NAO; Hurrell in sod. 2003). Znano je, da se je v preteklih desetletjih NAO indeks, ki meri razliko pritiska na morskem

nivoju med severozahodno in severovzhodno Evropo povečeval (Hurrell in sod. 2003). Tako lahko trend v povečevanju zahodnika deloma povežemo s trendom NAO indeksa. Poleti prvi vzorec hitrosti vetra skupaj s časovnim potekom pojasnjuje trend povečevanja predvsem južnega vetra nad severnim Atlantikom in je posledica povečevanja gradienta pritiska med Skandinavijo in Islandijo. Časovni potek kaže, da je trend izoliran predvsem na prvo desetletje ECMWF re-analize.

Spremembe hitrosti vetra v 21. stoletju

Za razumevanje spremembe klime vetra v 21. stoletju je potrebno razumeti spremembo polja pritiska na morskem nivoju, natančneje trend časovnega poteka vzorcev pritiska na morskem nivoju. Namreč, v statističnem modelu je časovni potek pritiska tisti, ki povzroči spremembo hitrosti. Časovne poteke pritiska na morskem nivoju sem izračunal s projekcijo prostorskih vzorcev pritiska iz slike 1 na polja pritiska rezultatov šestnajstih podnebnih modelov, ki so bili podlaga za četrto IPCC poročilo. Večina modelov ima več naborov rezultatov, ki so posledica integracije pri različnih začetnih pogojih. Več o podnebnih modelih in njihovih rezultatih si lahko preberete na: <http://www->

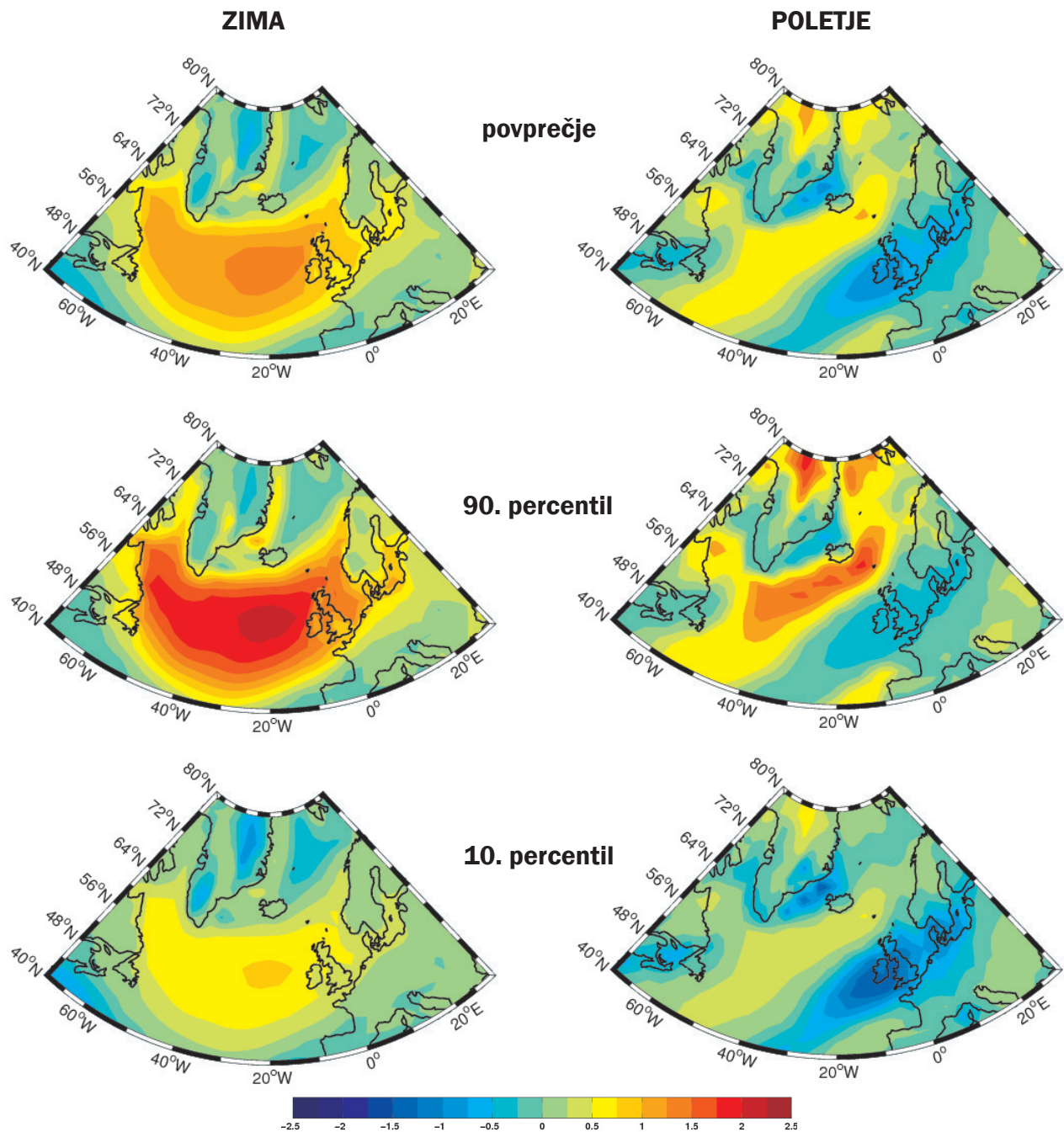


Slika 2. Časovni poteki vzorcev pritiska, ki so povezani s prvim TEOF hitrosti vetra. Prva vrsta prikazuje 15-letno povprečno vrednost časovnega poteka za vsak posamezen model, druga vrsta povprečje vseh modelov (modra), ter obseg med 10 do 90 percentilom (svetlo modra površina) ter vrednost iz HadSLP dataset (črna črta).

Figure 2. Time series of the sea level pressure patterns related to the TEOF patterns of wind. Upper panel: decadal variability for each model, lower panel: model mean (blue line), range between 10th and 90th percentile (blue area) and values from HadSLP dataset.

pcmdi.llnl.gov/ipcc/about_ioacc.php. V tej analizi sem polje pritiska sestavljal iz preteklega podnebja (1860-2000), kjer so bile uporabljene merjene koncentracije toplogrednih plinov, in prihodnjega podnebja, kjer so bile koncentracije toplogrednih plinov definirane po IPCC A2 scenariju. Dodatno sem uporabil polja pritiska iz HadSLP analize (Allan in sod. 2006) kot meritve v drugi polovici devetnajstega in v dvajsetem stoletju.

Praktično vsi podnebni modeli prikazujejo relativno konstanten časovni potek polja pritiska do začetka 21. stoletja ter statistično značilen porast v 21. stoletju tako pozimi kot tudi poleti. (Slika 2). Zanimivo je, da je variabilnost časovnega poteka v rezultatih podnebnih modelov v preteklosti podcenjena glede na časovni potek iz HadSLP. Podrobnejša analiza pokaže, da je to posledica dejstva, da so časovni poteki in HadSLP statistično korelirani na med-letni časovni skali (atmosfera ima dolgoročni spomin), medtem ko podnebni modeli medletne korelacije ne simulirajo pravilno. Podoben problem imajo podnebni modeli tudi pri simulaciji NAO (npr. Osborn 2004; Miller in sod 2006).



Slika 3. Spremembe hitrosti vetra med preteklo (1961-2000) in prihodnjo (2061-2100) klimo kot rezultat statističnega modela. Prikazane so povprečna sprememba, devetdeseti ter deseti percentil iz rezultatov podnebnih modelov. Vse slike so v enotah ms⁻¹.

Figure 3. Change of the wind speed between past (1961-2000) and future (2061-2100) climate. The mean change (povprečje), the 90th percentile (90 percentil) and the 10th percentile (10 percentil) change is shown. Wind speed is in ms⁻¹.

Ne glede na zgoraj opisano pomanjkljivost podnebnih modelov lahko porast časovnega poteka prevedemo na spremembo hitrosti vetra v prihodnjem podnebj (2061-2100) glede na preteklo (1961-2000) s pomočjo statističnega modela (slika 3). V zimskem času pričakujemo največjo spremembo hitrosti vetra nad osrednjim severnim Atlantikom (med 0.5 m/s in 2.5 m/s), medtem, ko je na osnovi rezultatov podnebnih modelov v poletnem času sprememba hitrosti vetra majhna in nekonsistentna.

Izboljšava parametrizacije turbulence

Mellor-Yamada-Janjič parametrizacija turbulence in njene prilagoditve

V tem poglavju je opisana izboljšava Mellor-Yamada (MY) parametrizacije turbulence, ki jo je Janjič (2002) prilagodil tako, da je numerično stabilna in uporabil v meteorološkem modelu WRF, zato je imenuje Mellor-Yamada-Janjič (MYJ) parametrizacija. Spremenil sem jo tako, da sem na novo definiral glavno dolžinsko skalo (GDS). GDS lahko formalno definiramo kot statistično mero za velikost turbulentnih vrtincev. Morda najbolj očiten, vendar nikakor ne edini način, kjer GDS nastopa v parametrizaciji turbulence, je enačba za kovariance hitrostnih perturbacij, ki nastopajo v Navier-Stokesovi enačbi in predstavljajo vertikalno difuzijo:

$$\overline{u'_i w'} = -S_M l q \frac{\partial u_i}{\partial z} \quad (1)$$

V zgornji enačbi je S_M brezdimenzijski parameter (Mellor in Yamada 1982), q predstavlja hitrostno skalo, kjer je turbulentna kinetična energija (tke) enaka $1/2 q^2$, ostali simboli imajo običajen pomen. Torej, GDS je pomemben parameter, ki med drugim določa kako uspešno turbulenca vpliva na gibanje na večjih skalah. Mellor in Yamada (1982) sta v svojem delu predlagala GDS tako, da je blizu tleh enak Prandtlovi skali:

$$l_S = kz \quad (2)$$

kjer je z višina nad tlemi in $k=0.4$ von Karmanova konstanta. Proti vrhu prizemne mejne plasti višina nad tlemi postane nepomemben parameter za opis turbulence, zato je pri vrhu prizemne plasti uporabljena naslednja GDS:

$$l_B = \alpha \frac{\int_0^{h_t} qz dz}{\int_0^{h_t} q dz} \quad (3)$$

kjer je zgornja meja integrala (h_t) vrh prizemne mejne plasti in $\alpha=0.3$ je konstanta. V splošnem je GDS v prizemni mejni plasti definirana kot harmonična vsota l_S in l_B , tako najkrajša od dolžin omejuje skupno GDS.

$$\frac{1}{l} = \frac{1}{l_S} + \frac{1}{l_B} \quad (4)$$

Problem Prantlove skale je v prizemni mejni plasti, ki ni blizu nevtralne. Prantlova skala (Prandtl 1925) je bila namreč izpeljana za primer, kjer je turbulenca primarno posledica vetrovnega striženja, kar je tipično za nevtralna atmosfero. V stabilni (labilni) atmosferi pričakujemo da bodo vertikalna gibanja omejena (okrepljena) in s tem bo vertikalna dolžina tipičnih vrtincev zmanjšana (povečana), kar bi se moralo poznati v povečani (zmanjšani) GDS. Torej, v primeru da bi radi popravili l_S , potrebujemo brezdimenzijski parameter, ki bo opisoval stabilnost prizemne mejne plasti. Ponuja se $\zeta=z/L$ (kjer je L Obukova dolžinska skala), saj glede na definicijo L , ζ dejansko opisuje razmerje med strižnimi silami in stabilnostnimi silami, ki prispevajo h produkciji tke . Torej predlagam popravek l_S oblike:

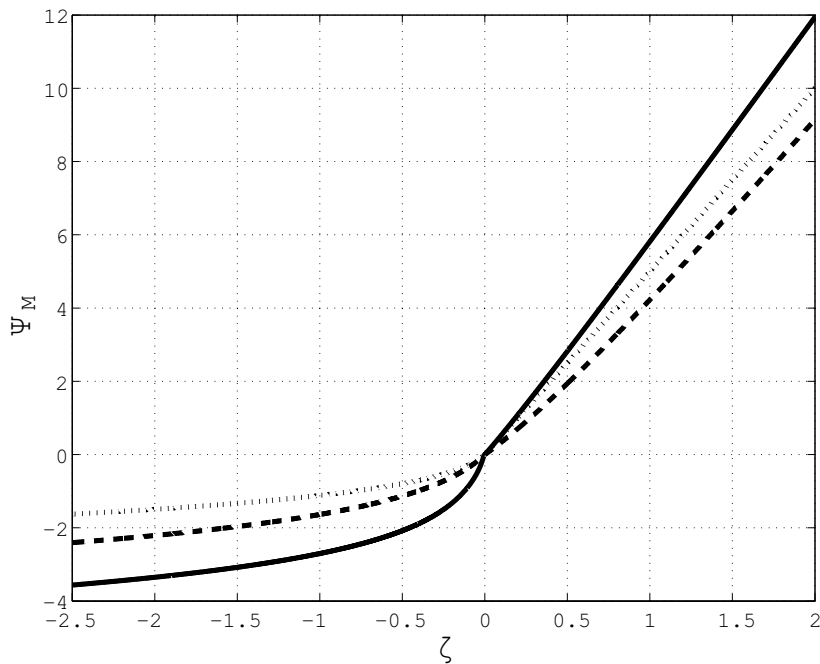
$$l = kz(a + b\zeta)^c \quad (5)$$

kjer na podlagi rezultatov simulacij turbulentnega modela (Nakanishi2001) in meritev hitrosti vetra v visoki časovni resoluciji (Sušelj in Sood 2010) uporabim naslednje vrednosti za konstante: i) v stabilni atmosferi ($\zeta>0$): $a=1$, $b=2.7$ in $c=-1$ in ii) v nestabilni atmosferi ($\zeta<0$): $a=1$, $b=-100$ in $c=0.2$.

Parametrizacija turbulence potrebuje robni pogoj pri tleh. V skoraj vseh meteoroloških modelih, tako kot v WRF modelu, je robni pogoj izražen s pomočjo Monin-Obukhove (MO) teorije podobnosti, ki predpostavlja logaritemski profil vetra (potencialne temperature), popravljen s funkcijo stabilnosti. Za komponente hitrosti vetra se MO zapiše kot:

$$u(1) = u_* \log \frac{z}{z_0} + \psi \left(\frac{z}{L} \right) \quad (6)$$

kjer je u_* trenjska hitrost pri tleh, z_0 predstavlja hrupavost podlage ter ψ funkcija stabilnosti. Dokazati se da, da je MY model stopnje 2 (poenostavljen model stopnje 2.5) ekvivalenten MO teorije podobnosti (Łobocki 1992), ali drugače povedano: iz MY modela stopnje 2 lahko izpeljemo funkcijo stabilnosti, ki je največja neznanka v MO teoriji. Funkcija stabilnosti je pomembno odvisna od GDS pri tleh. Iz MY modela 2 in na novo definirano dolžinsko skalo sem izpeljal funkcijo stabilnosti (Slika 4). Nova funkcija stabilnosti se opazno razlikuje od funkcije stabilnosti v originalnem WRF modelu kot tudi od funkcije stabilnosti, izpeljane iz MY modela z originalno GDS. V stabilni (nestabilni) atmosferi ima nova funkcija stabilnosti večjo (manjšo) vrednost iz česar sklepamo, da bo gradient hitrosti vetra pri tleh večji (manjši) glede na gradient hitrosti iz originalnega WRF modela.



Slika 4. Funkcija stabilnosti za hitrost vetra (enačba 6) v odvisnosti od nedimenzijskega parametra ζ . Pikčasta črta – originalna funkcija stabilnosti v WRF modelu, črtkana – izpeljana iz MY stopnje 2 modela z originalno GDS, polna črta – izpeljana iz MY stopnje 2 modela z izboljšanim GDS.

Figure 4. Stability function for momentum (Eq. 6). Dotted line – original WRF value; dashed line – based on Mellor-Yamada level 2 model with the original master length scale; full line – based on Mellor-Yamada level 2 model with improved length scale

Primerjava simulacij vetra pri tleh z osnovno in izboljšano MYJ parametrizacijo

WRF model sem uporabili za izboljšavo ločljivosti meteoroloških polj NCEP analiz v obdobju enega leta in primerjal rezultate z meritvami na dveh meteoroloških postajah, ki merita vertikalne profile vetrovnega polja: FINO v Severnem morju (Neumann in sod., 2004) in Östergarsholm v Baltiku (Rutgerson in sod., 2001). Obe postaji merita hitrosti vetra na več nivojih, FINO med 60 m in 80 m ter Östergarsholm do približno 30 m nad morsk gladino. Za primerjavo sem izbral postaje nad morjem, da se izognem negotovostim pri parametrizaciji energijskih tokov nad kopnim. V tem članku so prikazani le nekateri pomembni rezultati vetrovnega striženja. Več informacij o meritvah, simulacijah in nekaterih drugih rezultatih lahko najdete v Sušelj in Sood 2010.

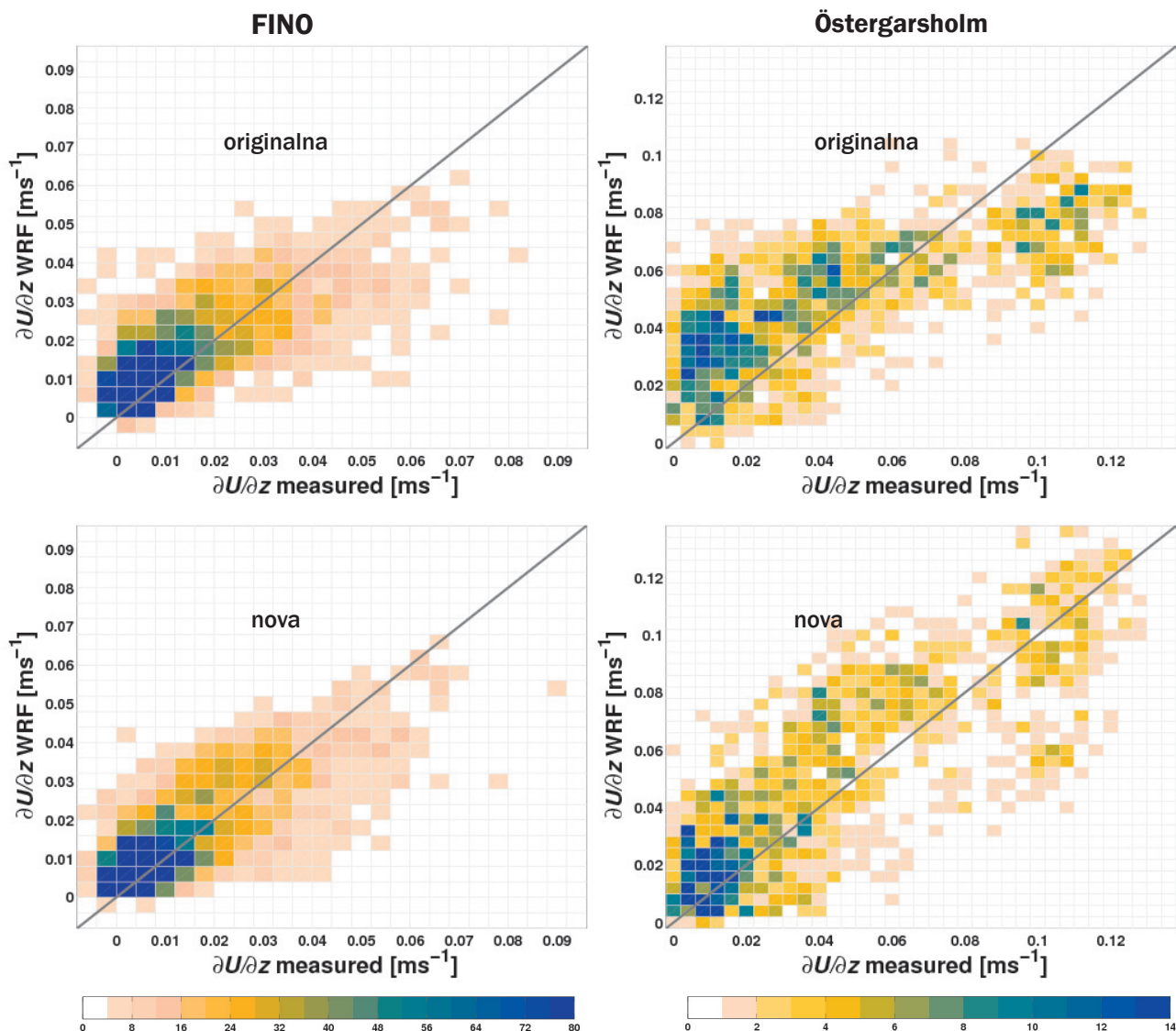
Slika 5 prikazuje dvo-dimenzionalni histogram vetrovnega striženja, kjer prva dimenzija predstavlja merjeno in druga simulirano vetrovno striženje. Iz rezultatov originalne WRF parametrizacije je razvidno, da so velika vetrovna striženja podcenjena in majhna precenjena glede na meritve, predvsem blizu morske gladine (Östergarsholm). WRF model z novo parametrizacijo je bistveno bolj uspešen pri simulaciji tako primerov z velikim kot tudi z majhnim vetrovnim striženjem. Višje v prizemni mejni plasti (FINO) WRF z originalno parametrizacijo precej dobro opiše vetrovno striženje. Razlika

med rezultati iz izboljšane in originalne parameterizacije je na teh višinah zanemarljivo majhna.

Zaključki

V članku sta bila predstavljena dva vidika modeliranja klime v prizemni mejni plasti, in sicer modeliranje klime vetra s pomočjo enostavnih statističnih modelov za izboljšavo ločljivosti globalnih podnebnih modelov ter spremembo parametrizacije turbulence v prizemni mejni plasti.

Izboljšava ločljivosti je bila narejena na podlagi TEOF funkcij. V primerjavi s prejšnjimi analizami vetra in izboljšanimi ločljivostmi je TEOF metoda boljša, saj išče vzorce, ki pojasnijo trend in tako so posledično vzrok za podnebne spremembe. Za izboljšavo horizontalne ločljivosti so bili uporabljeni rezultati globalnih modelov, ki so bili podlaga četrtemu IPCC poročilu. Rezultati analize so pokazali, da pričakujemo pomembno povečanje hitrosti vetra nad severnim Atlantikom v hladnem delu leta in sicer med med 0.5 m/s in 2.5 m/s, medtem ko v drugih letnih časih trend ni značilen. Analiza, kot je bila narejena sedaj, ne odgovori na vprašanje, kaj se bo zgodilo z ekstremnimi hitrostmi vetra. Negotovo ostaja tudi vprašanje medletne variabilnosti hitrosti vetra, saj je podnebni modeli ne simulirajo pravilno.



Slika 5. Dvodimenzionalni histogram vetrovnega striženja med meritvami in WRF simulacijo. Levo za postajo FINO, kjer je vetrovno striženje izračunano med višinama 80 m in 40 m v obdobju enega leta. Desno za postajo Östergarsholm za vetrovno striženje med višino 30 m in 20 m za obdobje 7 mesecev. Vetrovno striženje iz meritev je bilo povprečeno na urni interval. Zgornja vrsta primerja originalno parametrizacijo, spodnja pa izboljšano parametrizacijo z meritvami.

Figure 5. Two-dimensional histogram of measured against simulated wind shear for FINO (left) and Östergarsholm (right). Upper panel is for original WRF parameterization, lower for improved parameterization.

V drugem delu članka je bila predstavljena izboljšava Mellor-Jamada-Janjić parametrizacije turbulence v prizemni mejni plasti. Z izboljšano parametrizacijo lahko bolje simuliramo vertikalne profile vetra pri tleh, kar ni zelo pomembno za potrebe vetrne industrije, vendar med drugim pomembno vpliva na tok toplote in vlažnosti med atmosfero in zemeljskim površjem. Eden izmed glavnih problemov parametrizacij turbulence v meteoroloških modelih je, da ne upoštevajo kondenzacije, ki lahko pomembno vpliva na turbulenco predvsem takrat, ko je atmosfera blizu kondenzacije (nad morjem).

Zahvale: Evropska komisija me je finančno podpirala v času priprave doktorske naloge v okviru Marie-Curie

programa ModObs: "Atmospheric modelling for wind energy, climate and environment applications: exploring added value from new observation technique". Zahvaljujem se dvema recenzentoma, ki sta mi pomagala izboljšati članek.

Literatura

Alexandersson, H., H. Tuomenvirta, T. Schmith in K. Iden, 2000: Trends of storms in NW Europe derived from an updated pressure data set. *Climate R.*, 14, 71–73.

Allan, R. J. in T. J. Ansell, 2006: A new globally complete monthly historical mean sea level pressure data

set (HadSLP2): 1850-2004. *J. Climate.*, 19, 5816-5842

Cheng, Y., V. M. Canuto in A. M. Howard, 2002: An improved model for the turbulent PBL. *J. Atmos. Sci.*, 59, 1550-1565.

Christensen, J. H., in sod., 2007: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, poglavje: Regional Climate Projections. Cambridge, Cambridge University Press, .

Corti, S., F. Molteni in T. N. Palmer, 1999: Signature of recent climate change in frequencies of natural atmospheric circulation regimes. *Nature*, 398, 799-802.

Hannachi, A., 2007: Pattern hunting in climate: a new method for finding trends in gridded climate data. *Int. J. Climatol.*, 27, 1-15.

Hurrell, J. W., Y. Kushnir, G. Ottersen in M. Visbeck, 2003: An overview of the North Atlantic Oscillation. *The North Atlantic Oscillation: Climatic Significance and Environmental*, American Geophysical Union, Geophysical Monographs, Vol. 134.

Janjić, Z., 2002: Nonsingular implementation of the Mellor-Yamada level 2.5 scheme in the NCEP meso model. Office Note 437.

Łobocki, L., 1992: Mellor-Yamada simplified second-order closure models: analysis and application of the generalized von Karman local similarity hypothesis. *Boundary-Layer Meteorol.*, 59, 83-109.

Mellor, G. L. in T. Yamada, 1974: A hierarchy of turbulence closure models for planetary boundary layers. *J. Atmos. Sci.*, 31, 1791-1806.

Mellor, G. L. in T. Yamada, 1982: Development of a turbulence closure model for geophysical fluid problems. *Rev. Geophys. Space Phys.*, 20, 851-875.

Miller, R. L., G. A. Schmidt, and D. T. Shindell, 2006: Forced annular variations in the 20th century Intergovernmental Panel on Climate Change fourth assessment report models. *J. Geophys. Res.*, 111, D18101.

Moeng, C. in J. C. Wyngaard, 1989: Evaluation of turbulent transport and dissipation closures in second-order modeling. *J. Atmos. Sci.*, 14, 2311-2330.

Nakanishi, M., 2001: Improvement of the Mellor-Yamada turbulence closure model based on large-eddy simulation data. *Boundary-Layer Meteorol.*, 99, 349-378.

Neumann, T., K. Nollop in K. Herklotz, 2004: First operating experience with the FINO1 research platform in the North Sea. *DEWI Magazine*, 24

Osborn, T. J., 2004: Simulating the winter North Atlantic Oscillation: the roles of internal variability and greenhouse gas forcing. *Clim. Dynam.*, 22, 605-623.

Pryor, S. C. in R. J. Barthelmie, 2003: Long-term trends in near-surface flow over Baltic. *Int. J. Climatol.*, 23, 271-289.

Pryor, S. C., R. J. Barthelmie in E. Kjellström, 2005: Potential climate change impact on wind energy resource in northern Europe: analyses using regional climate model. *Clim. Dynam.*, 25, 815-835.

Prandtl, L., 1925: Bericht über Untersuchungen zur ausgebildeten Turbulenz. *ZAMM-Z. Angew. Math. Me.*, 5, 136-139.

Pryor, S. C., J. T. Schoof in R. J. Barthelmie, 2006: Winds of change? Projections of near-surface winds under climate change scenarios. *Geophys. Res. Lett.*, 33, L11702

Räisänen, J., et al., 2004: European climate in the late twenty-first century: regional simulations with two driving global models and forcing scenarios. *Clim. Dynam.*, 22, 13-31.

Rutgerson, A., A.-S. Smedman in A. Omstedt, 2001: Measured and simulated latent and sensible heat fluxes at two sites in the Baltic Sea. *Boundary-Layer Meteorol.*, 99, 53-84

Schwierz, C., C. Appenzeller, H. C. Davies, M. Linger, W. Müller, T. F. Stocker in M. Yoshimori, 2006: Challenges posed by and approaches to study of seasonal-to-decadal climate variability. *Climate Change*, 79, 31-63.

Sušelj, K 2009: Modeling of the near-surface wind speed: Boundary Layer and Climate Aspects. *Doktorska naloga*, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg.

Sušelj, K in A. Sood: 2010: Improving Mellor-Yamada-Janjić parameterization for lower marine planetary boundary layer. *Boundary -Layer Meteorol.* doi: 10.1007/s10546-010-9502-3

van Oldenburgh, G. J. in A. Van Ulden, 2003: On the relationship between global warming, local warming in the Netherlands and changes in circulation in the 20th century. *Int. J. Climatol.*, 23, 1711-1724

von Storch, H. and F. W. Zwiers, 1999: *Statistical analysis in climatology*. Cambridge, CamUniv. Press.

Analiza upravljanja s tveganjem zaradi toče z uporabo atmosferskih modelov in dreves odločanja

Benedikt Strajnar, Agencija RS za okolje



V obliki znanstvene monografije so predstavljeni rezultati interdisciplinarne študije v okviru programa Konkurenčnost Slovenije 2006 – 2013, ki jo skupno opravili sodelavci Kmetijskega zavoda Maribor, Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani in Fakultete za kmetijstvo in biosistemske vede Univerze v Mariboru.

Meteorološko najbolj zanimiv del študije je ocena pogostnosti toče, pripravljene s pomočjo opazovanj. V študiji je zaradi pomanjkanja talnih opazovanj pogostnost toče ocenjena s pomočjo radarskih meritev in metod objektivnega prepoznavanja. Pristop je omejen z napako metode ter s sorazmerno kratkim časovnim nizom. Izrazita prednost je izvrstna pokritost območja, kar še posebej velja za severovzhodni del Slovenije, ki ga študija obravnava. Pripravljena karta pogostnosti kaže na večjo ogroženost jugozahodnih obronkov Pohorja in okolice Gornje Radgone ter nekoliko manjšo ogroženost Dravskega in Murskega polja, toča pa je bila v obravnavanem obdobju manj pogosta v delu Slovenskih Goric. Razpon pogostnosti toče je od 0,2 do 2 dogodka na leto v kvadratnem kilometru površine.

V nadaljevanju je bil razvit osnutek sistema za podporo odločanju pri opravljanju s tveganjem zaradi toče. Glede na pričakovano stopnjo ogroženosti, vrsto kulture ter ob

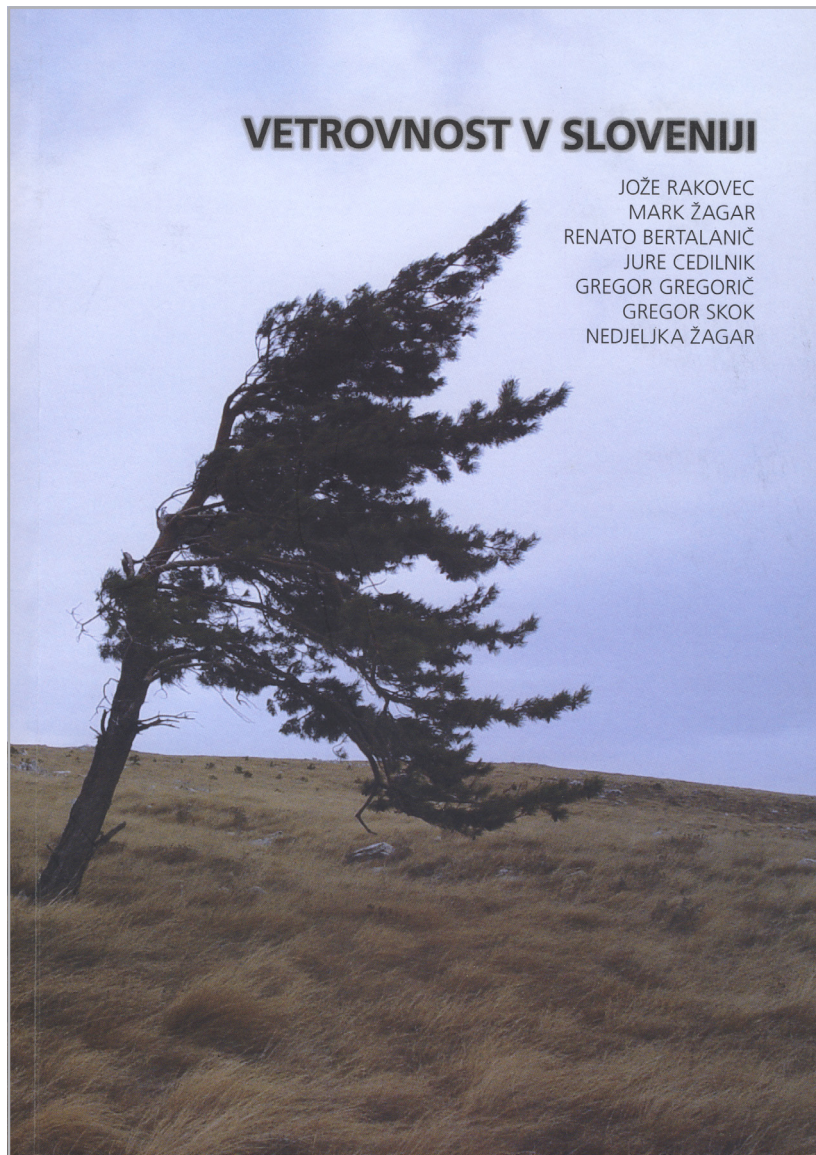
upoštevanju stroškov pridelave, tržnih cen in morebitnih stroškov izbrane strategije branjenja se s pomočjo dreves odločanja določi najbolj ekonomičen pristop k problemu: pasivna obramba z zavarovanjem, aktivna obramba z mrežami ali nič od tega.

Pripravljene izračuni kažejo, da je model zavarovanja v kmetijstvu najprimernejši način zmanjševanja tveganja škode zaradi toče. Z dvigom ozaveščenosti tveganja v kmetijstvu in s povečanjem zajema kmetijskih površin v zavarovalni sistem (nad 70 odstotkov) bi bili ustvarjeni tudi pogoji za zniževanje zavarovalnih premij. Z nadaljevanjem polovičnega subvencioniranja zavarovalnih premij se v nekaj letih pričakuje večji obseg zavarovanja. To pomeni tudi razporeditev tveganja na širše območje in s tem zmanjšano tveganje. Aktivno branjenje s protitočnimi mrežami se v študiji izkaže kot ekonomsko upravičeno le na območjih z večjim tveganjem toče, v intenzivnih nasadih in za specializirane pridelovalce.

Projekt je lep primer sodelovanja različnih strok, ki bo tudi v prihodnosti nujno pri načrtovanju strategij in ukrepov za zmanjševanje izgub zaradi neurij s točo. Sistem za podporo odločanju, ki je osnovan v študiji, bi lahko s pridom uporabili tudi posamezni pridelovalci v kmetijstvu.

Vetrovnost v Sloveniji

Jože Rakovec, Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani



Publikacija prinaša podatke o izmerjenem vetru na nekaterih izbranih meteoroloških postajah, mesečne in letne geografsko referencirane karte izračunane povprečne hitrosti vetra 10 m in 50 m nad tlemi in mesečne in letne karte izračunane gostote moči vetra 50 m nad tlemi. Na koncu je tudi kritična primerjava med modelskimi vrednostmi ter nekaterimi meritvami po nižinah, z nekaterimi drugimi študijami vetrovnosti pri nas in v naši širši okolici ter z nam dostopnimi (izrazito redkimi) meritvami vetra na gorskih grebenih.

Neprekinjenih meritev vetra, ki bi tudi trajale daljše obdobje, je v Sloveniji le malo. Zato se glede meritev naslonimo na petnajstletno obdobje od začetka 1990 do konca 2004, ko je v Sloveniji delovalo 43 meteoroloških postaj z registriranimi (večinoma elektronskimi) anemometri. Za izpostavljene lege neposrednih podatkov o vetru nimamo, pa tudi sicer jih ni dovolj za npr. statistični pristop k izdelavi kart s geostatističnimi metodami s podatki iz točkovnih meritev vetra. Zato smo uporabili dinamični pristop: polja meteoroloških spremenljiv iz arhiva reanaliz vremena Evropskega centra za srednjeročne prognoze (ECMWF) - ERA-40 so služila kot začetni in stranski robni pogoji za modeliranje v boljši ločljivosti. Uporabljen je bil model ALADIN najprej s 30-kilome-

trsko ločljivostjo po horizontali in potem še enkrat nad manjšim območjem (Slovenija in sosednje dežele z ločljivostjo 10 km. Sledila je še dinamična adaptacija vetra z modelom ALADIN-DADA z ločljivostjo 2,5 km. Veter na višini 10 m nad tlemi je izračunan iz vetra na 50 m po logaritemskem profilu. Dodatno sso bila izračunana tudi polja vetra s kinematičnim masno-konsistentnim modelom Aiolos v ločljivosti 1 km. Opozoriti moramo, da so glede na meritve vrednosti v Vipavski dolini podcenjene, saj niti DADA, niti Aiolos ne zmoreta dobro simulirati pospeševanja toka burje po pobočjih navzdol.

Karte povprečno modelske hitrosti vetra na višinah 10 m in 50 m od tal in gostote njegove moči na višini 50 m nad tlemi so osrednji del te publikacije. Na grebenih Alpsko-Dinarske gorske pregrade, ter Julijskih in Kamniško-Savinjski Alp daje npr. DADA hitrosti 6-7 m/s v zimskih mesecih (od novembra do marca), sicer pa do 4-5 m/s. Po nižinah je pogosto veter 1-2 m/s. Model Aiolos pa daje predvsem boljšo predstavo o regionalizaciji vetrovnosti, območja najvišjih hitrosti so zato bistveno manjša, pa tudi sama hitrost je za en razred nižja. Iz podatkov modelov so izračunane tudi povprečne tretje potence hitrosti vetra in iz tega povprečne gostote moči vetra in sicer za višino 50 m nad tlemi (saj so sodobne vetrnice za izrabo vetrne energije vsaj tako visoke, ali pa še višje). Vrednosti segajo pozimi preko devet razredov: od manj kot 100 Wm⁻² do preko 800 Wm⁻², poleti pa ne sežejo preko 400 Wm⁻².

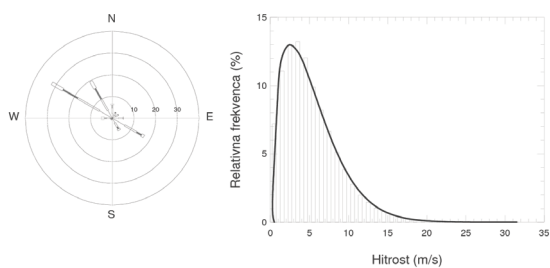
Ker žal ni kaj dosti podatkov za primerjavo z neposrednimi meritvami v višjih legah, avtorji ne morejo s popolno gotovostjo potrditi svojih izračunanih rezultatov na takih najbolj vetrovnih območjih. Vseeno pa so na podlagi nekaterih primerjav ocenili, da so vsaj na grebenih in vrhovih vrednosti hitrosti po modelu DADA (ki so višje), kar blizu razmeram v naravi. Karte vetrovnosti je torej treba obravnavati z omejitvami. Ujemanje

z razmerami v naravi ni povsod enako dobro. Posamezne napake, ki se pojavljajo pri hitrosti vetra in so pri tej kar sprejemljivo majhne, so namreč pri gostoti moči vetra lahko seveda sorazmerno večje – zaradi potenciranja na tretjo potenco. Zato kart vetrovnosti ni smiselno jemati povsem kvantitativno, temveč bolj kvalitativno – v smislu regionalizacije bolj ali manj vetrovnih območij v Sloveniji.

ZNAČILNOSTI VETROV NAD SLOVENIJO

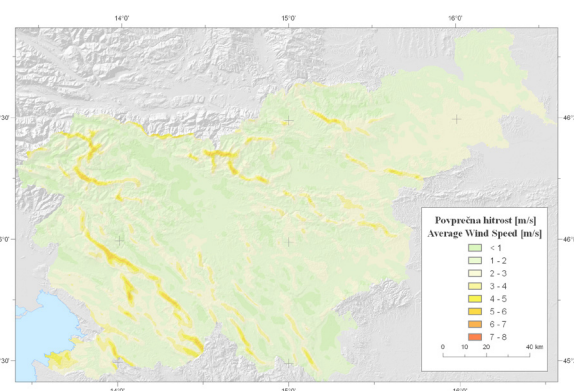
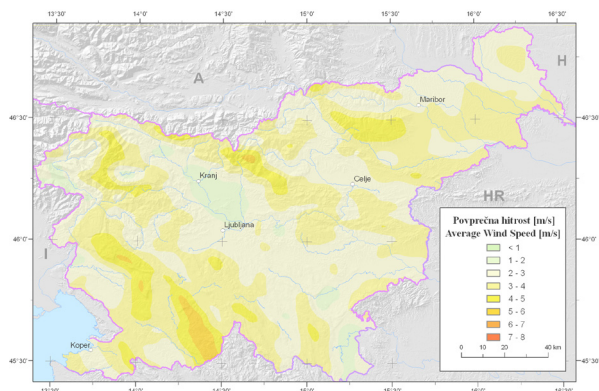
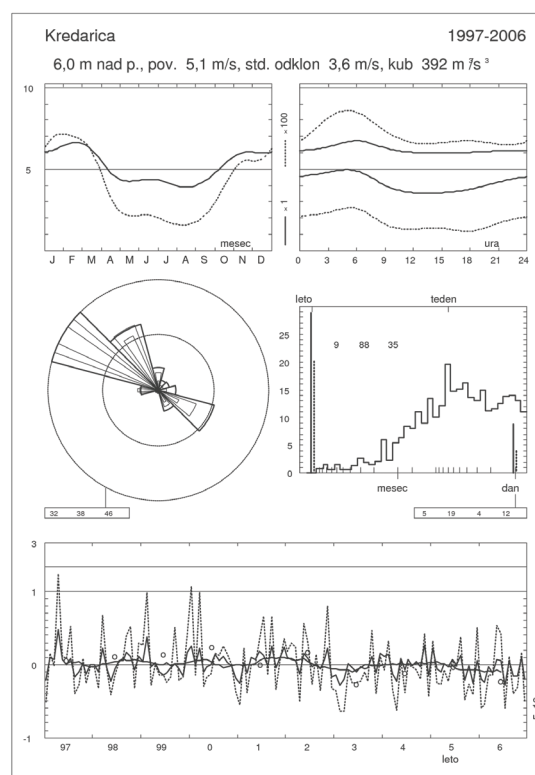
povprečna hitrost vetra po urah v dnevu za posamezne mesece in za leto													
ura	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec	leto
0-1	6.1	6.8	6.6	5.0	4.6	4.8	4.5	4.0	4.6	5.4	6.1	5.9	5.3
1-2	6.2	6.7	6.7	5.1	4.7	4.6	4.6	4.1	4.4	5.6	6.0	5.9	5.3
2-3	6.1	6.8	6.5	5.2	4.7	4.8	4.7	4.1	4.4	5.6	6.0	6.0	5.4
3-4	6.4	7.0	6.7	5.1	4.6	5.0	4.8	4.3	4.5	5.6	6.0	6.1	5.5
4-5	6.5	6.7	6.6	5.0	4.8	5.2	4.9	4.3	4.5	5.4	5.9	6.3	5.5
5-6	6.7	6.7	6.7	5.0	4.9	5.2	4.9	4.6	4.5	5.4	5.9	6.1	5.5
6-7	6.7	6.8	6.6	5.0	4.8	4.8	4.9	4.4	4.5	5.3	5.9	6.3	5.5
7-8	6.5	6.8	6.5	4.9	4.6	4.5	4.5	4.4	4.4	5.4	5.9	6.3	5.4
8-9	6.4	6.7	6.4	4.8	4.2	4.3	4.2	4.0	4.3	5.3	5.8	6.2	5.2
9-10	6.3	6.7	6.3	4.7	4.1	4.1	4.0	3.8	4.2	5.0	5.7	6.1	5.0
10-11	6.0	6.7	6.1	4.4	3.9	3.8	3.8	3.8	4.0	4.9	5.8	6.1	4.9
11-12	6.1	6.5	5.8	4.2	3.7	3.6	3.6	3.9	3.9	5.0	6.1	6.0	4.7
12-13	6.0	6.3	5.7	4.2	3.6	3.5	3.6	3.5	4.0	4.7	5.7	4.7	4.7
13-14	6.2	6.4	5.4	4.4	3.5	3.6	3.4	3.4	3.7	4.7	5.8	5.7	4.6
14-15	6.0	6.3	5.4	4.4	3.6	3.8	3.5	3.3	3.7	4.9	6.0	5.8	4.7
15-16	6.0	6.3	5.4	4.3	3.7	3.7	3.6	3.4	3.8	5.0	6.1	6.0	4.7
16-17	5.9	6.5	5.7	4.5	3.9	3.8	3.8	3.4	4.0	5.2	6.3	6.0	4.9
17-18	6.0	6.6	6.0	4.6	3.9	4.1	3.7	3.5	4.2	5.6	6.5	6.1	5.0
18-19	6.0	6.7	6.2	4.7	3.9	4.4	3.8	3.8	4.5	5.5	6.6	6.1	5.1
19-20	6.1	6.7	6.2	4.9	4.1	4.5	3.9	3.8	4.4	5.5	6.3	6.1	5.2
20-21	6.2	6.5	6.3	4.9	4.3	4.5	4.1	3.9	4.5	5.5	6.1	6.0	5.2
21-22	6.1	6.5	6.3	5.0	4.4	4.7	4.2	3.9	4.5	5.5	6.0	5.8	5.2
22-23	6.1	6.7	6.4	5.1	4.7	4.7	4.4	3.9	4.5	5.5	5.9	5.8	5.3
23-24	6.1	6.9	6.5	5.0	4.6	4.7	4.5	4.0	4.7	5.5	5.9	6.0	5.3
pov.	6.2	6.6	6.2	4.8	4.3	4.4	4.2	3.9	4.3	5.3	6.0	6.0	5.1

vetrovna roža – pogostost vetra iz posameznih smeri po razredih hitrosti																	
sektor	frekv.	<1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	13	15	17	>17	A	k
0	6.6	83	130	128	131	124	109	90	73	53	59	16	4	0	0	5.2	1.78
30	3.0	153	174	187	190	155	78	33	20	8	3	0	0	0	0	3.6	1.91
60	3.2	145	177	197	223	162	64	21	8	1	0	0	0	0	0	3.4	2.21
90	5.1	157	202	201	195	139	58	28	13	5	2	0	0	0	0	3.3	1.86
120	16.8	76	143	168	158	129	97	69	49	35	43	20	8	4	1	4.7	1.46
150	6.4	85	133	168	142	113	85	58	49	41	56	34	19	9	6	4.9	1.28
180	0.8	343	297	239	89	23	5	3	0	1	0	0	0	0	0	1.9	1.62
210	0.5	433	294	187	72	8	3	3	0	0	1	0	0	0	0	1.7	1.42
240	0.8	307	217	178	111	64	48	25	21	10	14	4	2	0	0	2.6	1.15
270	5.0	78	78	85	97	96	88	82	76	63	108	70	42	22	17	7.3	1.63
300	32.1	35	74	105	121	125	114	102	80	62	81	43	25	14	20	6.7	1.53
330	19.6	43	77	89	99	105	108	105	97	80	103	53	25	11	6	7.1	1.91
skupaj	100.0	72	111	129	132	120	99	82	66	51	67	34	18	9	9	5.7	1.45



ZNAČILNOSTI VETROV NAD SLOVENIJO

Diagrami karakteristik vetra na Kredarici (za podrobne razlage glej pojasnila v začetku tega poglavja)	
kraj:	obdobje:
višina anemometra nad terenom, povprečna hitrost in njen standardni odklon, povprečna tretja potenca hitrosti, povprečni dnevi	
roža vetra	spekter hitrosti vetra
časovni potek	



V publikaciji so predstavljene tako klimatološke značilnosti vetra v merilnih točkah (zgoraj: klimatološki odtis vetra na Kredarici) kot modelski rezultati v različnih skalah (levo spodaj: povprečna letna hitrost vetra na 10 m, model DADA, desno spodaj: povprečna letna hitrost vetra na 10 m, model Aiolos)

Okolje se spreminja

Digitalna publikacija o podnebnih spremembah in njihovih vplivih na vodno okolje

Tanja Cegnar, Agencija RS za okolje



Na Agenciji RS za okolje je veliko dejavnosti posredno ali neposredno vezanih na področje podnebnih sprememb. Pred leti smo že izdali knjižico Živeti s podnebnimi spremembami, v kateri smo predstavili podnebne značilnosti Slovenije in probleme, ki so povezani s podnebnimi spremembami. V najnovejši publikaciji pa smo se posvetili predvsem dejstvu o opaženih spremembah in trendom na osnovi zbranih podatkov. Zbrali smo tudi razmišljanja o potrebi po prilagajanju, argumente in motive za ukrepanje. Podnebnih sprememb namreč ne moremo preprečiti ali zaustaviti niti z najbolj radikalnimi ukrepi za blaženje (zmanjševanje izpustov toplogrednih plinov), lahko jih zgolj

upočasimo. Prilagajanje na podnebne spremembe je nujno potrebno, da pa bi se ustrezno odzvali, moramo poznati sedanje razmere, naravno spremenljivost podnebja in trende, prav tako pa tudi projekcije podnebja v prihodnosti.

Publikacija Okolje se spreminja je dosegljiva v digitalni obliki, vendar je glede na velik interes v pripravi tudi že tiskana verzija, saj želimo spoznanja in dejstva o dokumentiranih spremembah okolja približati najširšemu krogu deležnikov v procesu upravljanja in načrtovanja posegov v okolje.

POMEMBNEJŠI DOGODKI

JUNIJ

8.–12. JUNIJ 2010, OSLO, NORVEŠKA

Oslo Science Conference: Polar Science - Global Impact

www.ipy-osc.no

20.–23. JUNIJ 2010, BOSTON, ZDA

Urban Environmental Pollution - UEP 2010

www.uep2010.com

2.–7. JULIJ 2010, TORINO, ITALIJA

Euroscience Open Forum: Passion for Science

www.esof2010.org

AVGUST

3.–13. AVGUST 2010, FRASCATI, ITALIJA

5th Earth Observation Summer School

<http://envisat.esa.int/envschool>

30. AVGUST–3. SEPTEMBER 2010, ROSTOCK, NEMČIJA

SAF Training-Workshop on Climate Monitoring

<http://www.cmsaf.eu/workshop>

SEPTEMBER

6.–9. SEPTEMBER 2010, READING, ZDRUŽENO KRALJ.

ECMWF 2010 Annual Seminar: Predictability in the European and Atlantic regions from days to year

http://www.ecmwf.int/newsevents/meetings/annual_seminar/2010/index.html

13.–17. SEPTEMBER 2010, ZUERICH, ŠVICA

10th EMS Annual Meeting 8th European Conference on Applied Climatology (ECAC)

<http://meetings.copernicus.org/ems2009>

20.–24. SEPTEMBER 2010, CORDOBA, ŠPANIJA

2009 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference

http://www.eumetsat.int/Home/Main/News/Conferences_and_Events/714765?l=en

20.–24. SEPTEMBER 2010, BONN/KÖLN, NEMČIJA

DACH2010: Deutsch-Österreichisch-Schweizerische Meteorologietagung

<http://meetings.copernicus.org/dach2010/>

29. SEPTEMBER–1. OKTOBER 2010, KJOTO, JAPONSKA

First International Workshop on Nonhydrostatic Numerical Models

<http://www-clim.kugi.kyoto-u.ac.jp/nhm-ws/ws2010>

OKTOBER

4.–7. OKTOBER 2010, EXETER, ZDRUŽENO KRALJESTVO

32nd EWGLAM and 17th SRNWP meeting

<http://www.metoffice.gov.uk/conference/srnwp2010/>

NOVEMBER

15.–17. NOVEMBER 2010, TOULOUSE, FRANCIJA

LSA SAF User Training-Workshop

<http://landsaf.meteo.pt/workshops.jsp>

29. NOVEMBER–2. DECEMBER 2010, ŽENEVA, ŠVICA

EUMETCAL: The Sixth Eumetcal Workshop

<http://www.eumetcal.org/the-european-virtual-organisation/workshops-and-meetings/article/the-sixth-eumetcal-workshop-wmo>

LETO 2011

3.–7. OKTOBER 2011, MAJORKA, ŠPANIJA

6th European Conf. on Severe Storms, ECSS 2011

<http://www.essl.org/ECSS/2011/>



Planinska koča na Zavžanu z meteorološko hišico (Foto: Iztok Sinjur)

SPONZORJI, KI SO OMOGOČILI IZID VETRNIC:



AMES d.o.o.

Jamova 39
1000 Ljubljana



ARSO

Vojkova ul. 1/b
1000 Ljubljana



CGS plus d.o.o.

Brnčičeva ulica 39
1000 Ljubljana



Klaro d.o.o.

Peruzzijeva ulica 84b
1000 Ljubljana



REALIZACIJA GRAFIČNIH IDEJ

Solos d.o.o.

Dunajska cesta 114
1000 Ljubljana