



PRIMIJENJENA ZNANSTVENA ISTRAŽIVANJA U DRŽAVNOM HIDROMETEOROLOŠKOM ZAVODU

u povodu 50 godina istraživanja i 70 godina osnivanja DHMZ-a

50
70

Primijenjena znanstvena istraživanja u Državnom hidrometeorološkom zavodu
u povodu 50 godina istraživanja i 70 godina osnivanja DHMZ-a

Državni hidrometeorološki zavod
Zagreb, 2019.

Glavna urednica

dr. sc. Branka Ivančan-Picek

Izdavač

Državni hidrometeorološki zavod

Za izdavača

dr. sc. Branka-Ivančan-Picek, ravnateljica

Urednički odbor

dr. sc. Alica Bajić

Vesna Đuričić, dipl. inž.

dr. sc. Marjana Gajić-Čapka

dr. sc. Krešo Pandžić

Sonja Viđić, dipl. inž.

dr. sc. Višnja Vučetić

dr. sc. Ksenija Zaninović

Recenzenti

mr. sc. Edita Lončar

dr. sc. Nadežda Šnik

Lektura

dr. sc. Alemko Gluhak

Korektura teksta

Vesna Đuričić, dipl. inž.

Likovno oblikovanje knjige i naslovnice

Mia Vučić, univ. spec. grafike

Tisak

Tiskara Zelina d.d.

Naklada

500 primjeraka

CIP zapis je dostupan u računalnome katalogu

Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu

pod brojem 001019417.

ISBN 978-953-7526-05-4

Sadržaj

| | |
|---|-----|
| 1. Povijest nastanka znanstvene jedinice (Branka Ivančan-Picek)..... | 4 |
| 1.1. Uvod | 5 |
| 1.2. Razvoj i sadašnje stanje | 8 |
| 2. Primjenjena istraživanja za potrebe društva i gospodarstva (Alica Bajić, Marjana Gajić-Čapka)..... | 20 |
| 2.1. Sigurnost i zaštita ljudi i imovine (Branka Ivančan-Picek, Vlasta Tutiš)..... | 23 |
| 2.2. Klima i klimatske promjene (Ksenija Cindrić Kalin, Lidija Cvitan, Marjana Gajić-Čapka, Ivan Güttler, Melita Perčec Tadić, Lidija Srnec, Ksenija Zaninović)..... | 49 |
| 2.3. Prostorno planiranje, urbanizam i graditeljstvo (Alica Bajić, Lidija Cvitan, Marjana Gajić-Čapka, Melita Perčec Tadić, Renata Sokol Jurković, Ksenija Zaninović)..... | 75 |
| 2.4. Energetika (Alica Bajić, Marjana Gajić-Čapka)..... | 88 |
| 2.5. Promet (Alica Bajić)..... | 110 |
| 2.6. Zaštita okoliša (Sonja Vidič)..... | 122 |
| 2.7. Zdravlje, rekreacija i turizam (Marjana Gajić-Čapka, Lidija Srnec, Ksenija Zaninović)..... | 154 |
| 2.8. Poljoprivreda i šumarstvo (Višnja Vučetić)..... | 168 |
| 2.9. Vodno gospodarstvo | 184 |
| 2.9.1. Meteorološki dio (Ksenija Cindrić Kalin, Marjana Gajić-Čapka)..... | 184 |
| 2.9.2. Hidrološki dio (Ksenija Cesarec, Dijana Oskoruš, Krešo Pandžić)..... | 199 |
| 3. Znanstveno-istraživački projekti (Branka Ivančan-Picek)..... | 224 |
| 3.1. Uvod | 225 |
| 3.2. Povijesni pregled domaćih projekata | 226 |
| 3.3. Povijesni pregled međunarodnih projekata | 237 |
| 4. Međunarodna suradnja (Branka Ivančan-Picek)..... | 252 |
| 5. Planovi za budućnost (Branka Ivančan-Picek)..... | 276 |
| 6. Prilozi: | 284 |
| Prilog 1: Popis djelatnika CMI-a i SMIR-a (Vesna Đuričić)..... | 285 |
| Prilog 2: Popis znanstvenika i istraživača CMI-a i SMIR-a (Vesna Đuričić)..... | 291 |
| Prilog 3: Popis znanstvenika i istraživača DHMZ-a (Vesna Đuričić)..... | 295 |
| Prilog 4: Popis magistarskih radova i doktorskih disertacija (Vesna Đuričić)..... | 301 |
| Prilog 5: Popis skupova (radionice, konferencije) u organizaciji DHMZ-a (Vesna Đuričić)..... | 309 |
| Prilog 6: Popis studija i elaborata..... | 320 |

D1

Povijest nastanka
znanstvene
jedinice

Branka Ivančan-Picek



1.1. Uvod

Od davnine postoje zapisi i rasprave meteorološkog sadržaja na našim prostorima. Najstariji radovi datiraju od II. stoljeća prije Krista. Autor najstarijih hrvatskih meteoroloških rasprava jest Herman Dalmatin podrijetlom iz središnje Istre (oko 1110.–1143. pr.Kr.). Popis autora i radova meteorološkog sadržaja na području Hrvatske od najstarijih dana pa sve do sredine 19. stoljeća može se naći u knjizi *50 godina rada Državnog hidrometeorološkog zavoda 1947.–1997.* (Pandžić, urednik, 1998.). Tema tih radova uglavnom je vezana uz klimatologiju, uz postanak i pojavu vjetrova *bure i juga*, prognozu vremena, svjetlost i optičke pojave, uz praktičnu primjenu meteorologije u životu i slično. Sredinom XIX. stoljeća i u Hrvatskoj, usporedno s razvojem mjernih instrumenata i uspostavom mreže meteoroloških mjerjenja, započinje razvoj meteorologije kao egzaktne prirodne znanosti.

Meteorologija, kao jedna od mlađih grana primijenjene fizike, posljednjih desetljeća napreduje ogromnim koracima. U skladu sa svjetskim razvojem informatike i tehnologije, omogućen je detaljniji uvid u mnoge do sada neistražene atmosferske pojave i procese malih prostornih razmjera te razmjerne kratka vremenskog trajanja, ali i prognozu nadolazećih vremenskih prilika sljedećih nekoliko dana, sezona, pa i godina. Brz napredak znanosti i tehnologije u uvjetima globalizacije čine stjecanje znanja i njegovu produktivnu primjenu temeljnim izazovom konkurentnog gospodarstva i društva. U ovoj knjizi dan je pregled razvoja hrvatske meteorologije i hidrologije u okviru meteorološke i hidrološke službe u drugoj polovici XX. i na početku XXI. stoljeća. To je doba naglog tehnološkog ubrzanja na globalnoj razini koje je zahtijevalo brze promjene i prilagodbe u svakodnevnom operativnom i znanstvenom radu. U četrdeset godina prosječnog radnog vijeka, bilo je potrebno savladati eksponencijalnu liniju razvoja tehnologije od telegraфа, pisaćega stroja, teleksa, prvih računala, interneta, osobnih i prijenosnih računala, superračunala, pa sve do virtualnog svijeta brzih pretraživača, mogućnosti pohrane i prijenosa goleme količine podataka, mobilnih aplikacija itd. Eksponencijalna linija tehnološkog razvoja omogućila je i nagli razvoj meteorologije. Suvremene metode motrenja radarima i satelitima omogućile su prikupljanje velike količine podataka o svojstvima atmosfere, zemljine površine i oceana. Njihova obrada i analiza postaje svakim danom sve brža, a dodatno razvoj združenih numeričkih modela omogućuje detaljan uvid u fizikalne procese u sustavu atmosfera–tlo–more na svim vremenskim skalamama, od kratkoročnih pa sve do klimatskih projekcija do kraja XXI. stoljeća.

Točne i pravodobne meteorološke i klimatološke informacije, bilo da se radi o upozorenju na opasnu vremensku pojavu ili pak o informaciji o mogućim klimatskim promjenama na određenom području, ključne su u sprečavanju većih šteta i u prilagodbi društva. Jedna od bitnih pretpostavki za izdavanje takvih informacija jest kvalitetan i međunarodno konkurentan znanstveno-istraživački rad uz prenošenje i uključivanje njegovih rezultata u primjenu u svim društvenim aktivnostima i gospodarskim granama.



Slika 1.1.1. Prijem podataka radio vezom, 1980-ih godina (iz arhive DHMZ-a).

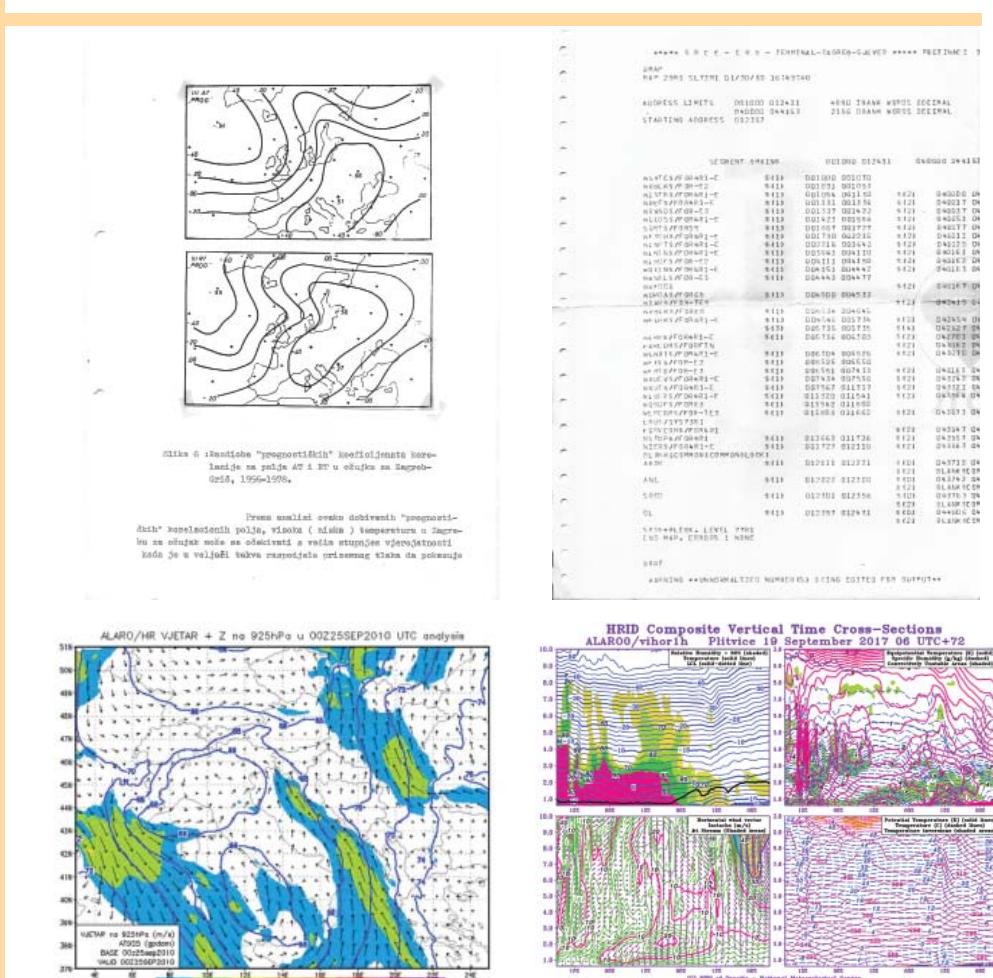
Sve do kraja 80-ih godina, do uvođenja računala u rad zaposlenika DHMZ-a, priprema znanstvenih i stručnih materijala bila je dugotrajan i složen proces. Uglavnom se sve crtalo rukom, a završna faza bilo je iscrtavanje pojedinih grafova i slika tušem na prozirnom papiru pausu. Tekstovi su pisani na pisaćim strojevima.

Svi složeniji računalni programi rađeni su na Sveučilišnom računskom centru SRCE. Pisali su se bušenjem kartica koje su posebnim čitačima prenosile informacije računalu.

Svaka greška u programu zahtjevala je ponavljanje procesa, tj. novo bušenje kartica i novi odlazak na SRCE te čekanje ispisa programa i rezultata izračuna. Grafičkih programa nije još bilo i svi su se rezultati izračuna crtali ručno.

Takov *ručni rad*, iz današnje perspektive raspoloživih hardverskih i softverskih mogućnosti, može se činiti kao daleka prošlost. No, od tada je prošlo samo tridesetak godina! Upravo je to razdoblje najvećih tehnoloških promjena kakvih nije bilo nikada prije u povijesti ljudskog razvoja.

Potreba za brzom prilagodbom na nova tehnološka rješenja zahtijevala je i ogroman dodatni napor i neprestanu edukaciju naših stručnjaka. A budućnost, čini se, nastavlja s eksponencijalnom linijom razvoja.



Slika 1.1.2. Primjer grafičkog prikaza meteorološkog polja i popratnog teksta te ispis računalnog programa na SRCU 1980. godine (gore); suvremeni prikaz meteoroloških polja (dolje).

1.2. Razvoj i sadašnje stanje

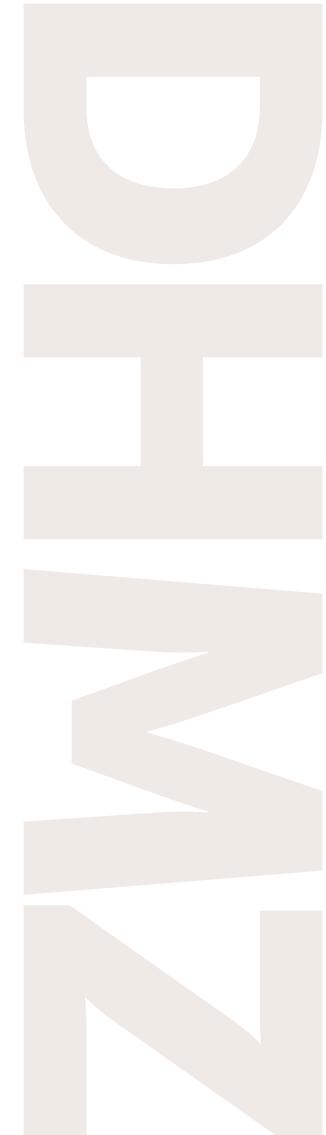
Do osnutka Hidrometeorološke službe u Hrvatskoj 1947. godine znanstveno-istraživački rad odvijao se u sklopu Geofizičkog zavoda (danас Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu), s koјim je poslije nastavljena suradnja, posebice na obrazovanju kadra i zajedničkim projektima.

Razvoj i unapređenje meteorologije kao znanosti i meteorološke službe kao podrške raznim granama privrede bio je jedan od osnovnih zadataka novoosnovane Hidrometeorološke službe (više u *30 godina rada i razvoja Hidrometeorološkog zavoda SR Hrvatske*, 1979.). Uz brojne pojedince, rad kojih je ostao zapisan u obliku studija, prikaza i članaka u raznim publikacijama i časopisima (*Meteorološka bibliografija Jugoslavije 1947.-1967.*, 1973.) određene istraživačke zadatke obavljali su stručnjaci u sektorima klimatološko-meteorološkom, sinoptičkom i agrometeorološkom. U početku je taj rad imao karakter stručnoga rada s ciljem poboljšanja metoda analize i prognoze vremena, obrade i analize klimatoloških, hidroloških i agrometeoroloških podataka te izrade klimatskih atlasa.

Internom odlukom Savjeta radne zajednice ondašnjega Republičkog hidrometeorološkog zavoda (RHMZ) osniva se 12. srpnja 1968. Sektor za meteorološka istraživanja. U okviru rada toga sektora bila su meteorološka i aerološka istraživanja za potrebe raznih investitora i korisnika iz gospodarstva kao i za vlastite potrebe unapređenja motrenja, praćenja klime te prognoze vremena. Sastavni dio toga sektora bio je meteorološko-aerološki opservatorij Zagreb-Maksimir, kao i pilot-balonske postaje u Splitu i Slavonskom Brodu.

S daljnijim razvojem Sektor za meteorološka istraživanja 1976. godine postaje Centar za meteorološka istraživanja. Znanstveno-istraživačka djelatnost prepoznata je i izvan same struke te je 11. studenog 1976. Centar za meteorološka istraživanja RHMZ-a upisan u registar znanstvenih organizacija udruženog rada Republičkog savjeta za naučni rad, čime je i formalno priznat status Centra kao znanstvene jedinice koja udovoljava svim uvjetima koje je postavio Zakon o znanstvenom radu.

S osamostaljenjem Republike Hrvatske, RHMZ postaje Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ). Nakon donošenja Zakona o znanstveno-istraživačkoj djelatnosti Republike Hrvatske 1993. godine, DHMZ ponovno je podnio zahtjev za registraciju Zavoda za obavljanje znanstveno-istraživačke djelatnosti. Prema rješenju od 20. rujna 1996. godine DHMZ se nalazi u Upisniku znanstveno-istraživačkih pravnih osoba Ministarstva znanosti i tehnologije Republike Hrvatske kao ustanova koja obavlja znanstveno-istraživačku djelatnost u znanstvenom području prirodnih znanosti. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta na temelju Pravilnika o upisniku znanstvenih organizacija izdaje DHMZ-u 27. studenoga 2012. godine novo rješenje i dozvolu za obavljanje znanstvene djelatnosti iz područja prirodnih znanosti (slika 1.2.2.).



Agencija za znanost i visoko obrazovanje (AZVO) na temelju Plana reakreditacije znanstvenih organizacija za 2015. godinu pokrenula je postupak reakreditacije DHMZ-a kao znanstvene institucije izvan sustava visokoga obrazovanja i javnih znanstvenih instituta. U postupku vrednovanja utvrđeno je da DHMZ ispunjava uvjete kvalitete prema svim kriterijima u znanosti i visokom obrazovanju (Narodne novine 45/2009) te uz prethodno mišljenje Akreditacijskog savjeta, na sjednici održanoj 15. rujna 2015., AZVO daje preporuku ministru nadležnomu za znanost za izdavanje potvrde DHMZ-u o ispunjavanju uvjeta za obavljanje znanstvene djelatnosti. Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta (MZOS) potvrdilo je 20. siječnja 2016., na temelju prethodnog mišljenja AZVO-a, da DHMZ ispunjava uvjete za obavljanje znanstvene djelatnosti utvrđene odgovarajućim propisima (Zakon o osiguravanju kvalitete u znanosti i visokom obrazovanju (Narodne novine 45/2009), Pravilnika o uvjetima za izdavanje dopusnice za obavljanje znanstvene djelatnosti, uvjetima za reakreditaciju znanstvenih organizacija i sadržaju dopusnice (Narodne novine 83/2010), te Kriterija u postupku vrednovanja znanstvenih organizacija izvan sustava visokog obrazovanja i javnih znanstvenih instituta).

Tim rješenjima i dozvolama za obavljanje znanstveno-istraživačkog rada stekla su se prava na sufinciranje u početku samoupravnih interesnih zajednica za znanost (SIZ), posebno zajednice za geoznanosti (SIZ III) i medicine (SIZ V), a poslije Ministarstva znanosti Republike Hrvatske. Početkom 2000-ih osnovana je Hrvatska zaklada za znanost (HRZZ), koja osigurava potporu znanstvenih, visokoobrazovnih i tehnologičkih programa i projekata te poticanje međunarodne suradnje na području visokoga školstva. Potpora obuhvaća i pomoć u realizaciji znanstvenih programa od poseboga interesa u području fundamentalnih, primijenjenih i razvojnih istraživanja.

DHMZ kao znanstveno-istraživačka pravna osoba u znanstvenom području prirodnih znanosti danas je hrvatsko središte izvrsnosti i znanja u području meteorologije. Premda svaki sektor/služba unutar DHMZ-a brine o stručnom usavršavanju i uvođenju novih metoda u djelokrugu svog rada, glavnina istraživačkog rada obavlja se u okviru Sektora za meteorološka istraživanja i razvoj, koji je nadležan za organizaciju, koordinaciju i izvršavanje poslova razvoja i istraživanja u okviru DHMZ-a. U kontekstu održivoga razvoja u društvu nužan uvjet jest neprekidno praćenje novih spoznaja i vlastito istraživanje na području meteorologije za dobrobit cijele društveno-gospodarske zajednice. Krajnji je cilj visoka kvaliteta usluga i proizvoda namijenjenih raznim korisnicima unutar DHMZ-a kao i iz gospodarstva, te javnoga i društvenoga života Republike Hrvatske. Sve djelatnosti istraživačkoga i razvojnoga rada usmjerenе su na razvoj za potrebe ispunjavanja osnovne uloge DHMZ-a i primjenu rezultata i metoda za potrebe operativne prognoze vremena, upozorenja na opasne vremenske pojave i informiranja javnosti, te potrebe planiranja sigurnoga i isplativoga rada različitih društvenih i gospodarskih subjekata iz područja energetike, graditeljstva, poljoprivrede, turizma, prometa, prostornog planiranja, industrije, zaštite okoliša, zdravstva, itd.

Da bi se mogle zadovoljiti potrebe gospodarskoga i društvenoga razvoja za kvalitetnom informacijom, nužan uvjet jest taj da se ima dovoljan broj visokokvalificiranih znanstvenika i stručnjaka koji mogu pratiti i razvijati najnovije metode u području meteorologije i hidrologije s ciljem njihove primjene u različitim granama gospodarstva i društva u cijelini. Prvih desetak godina od osnivanja Hidrometeorološke službe izobrazba kadrova uglavnom se sastojala od tečajeva za motritelje te seminara za diplomirane meteorologe i hidrologe koji su iznosili rezultate svojih istraživanja i diskutirali o raznim stručnim problemima. Povremeno su organizirana i posebna predavanja radi unapređenja službe. Tako je krajem pedesetih godina Branko Maksić držao redovita tjedna predavanja u sinoptičkom sektoru o novim metodama analize i prognoze vremena. Njegovom zaslugom početkom šezdesetih godina organizira se poslijediplomski studij na Geofizičkom zavodu Prirodoslovno-matematičkoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, koji je i danas u Hrvatskoj glavni centar za stvaranje kvalitetnih znanstvenih kadrova u meteorologiji. U novije vrijeme na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Splitu u okviru studija Fizike postoji i smjer Fizika okoliša koji dijelom obrazuje kadrove i u području meteorologije.

Magistri i doktori znanosti uvelike su doprinijeli unapređenju službe te omogućili stvaranje i održivost znanstvene jedinice. Za to je potrebno neprekidno ulaganje u promjenu kadrovske strukture. Primjerice, godine 1979. u RHMZ-u bilo je zaposleno 4 doktora znanosti i 10 magistara znanosti, dok je 2014. u DHMZ-u radilo 18 doktora i 17 magistara znanosti. Neprocjenjiv doprinos znanstvenom razvoju dali su dr. sc. Vesna Jurčec, dr. sc. Dražen Poje, dr. sc. Nada Pleško, dr. sc. Nadežda Šnik i mr. sc. Edita Lončar, koji su svojim radom i trudom te mentorstvom mlađim kolegama unutar Zavoda postavili standard za znanstveno-istraživački rad na njegovu samom početku.

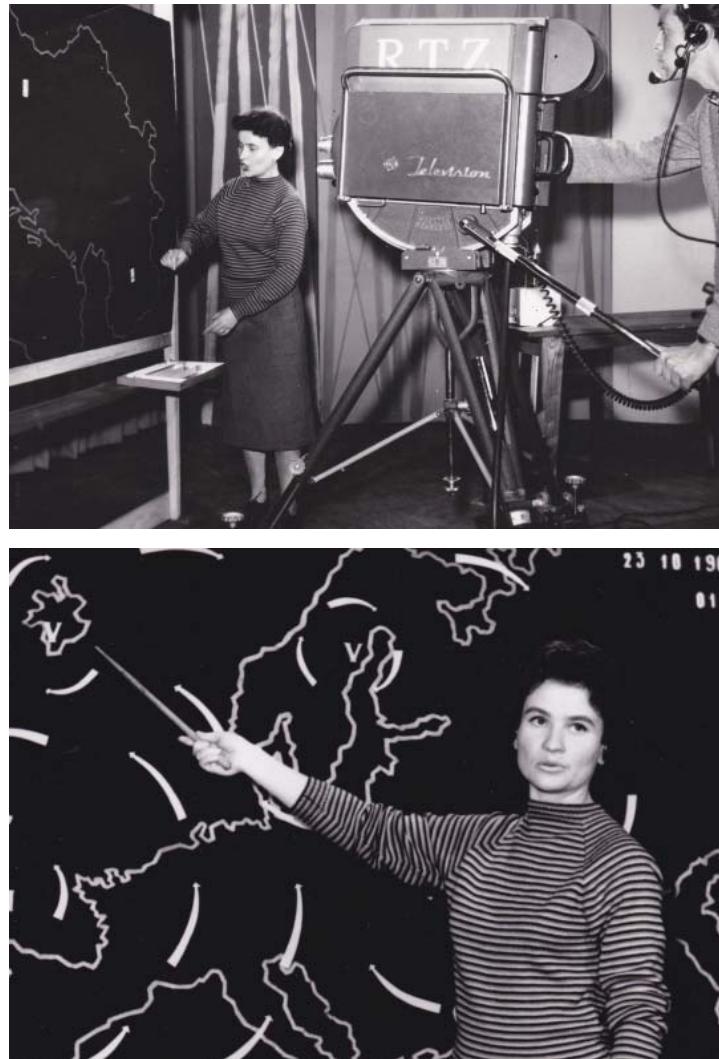
Ovdje posebno treba istaknuti ulogu dr. sc. Vesne Jurčec, koja je nesebično dijelila svoje znanje i energiju s mlađim kolegama neprestano ih potičući na znanstveni rad.

Nakon diplome 1952. na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu, struka Geofizika s meteorologijom, započinje rad u Hidrometeorološkom zavodu u Zagrebu kao sinoptičarka. 1959. odlazi na poslijediplomski studij u SAD, gdje je 1960. završila magisterij na Tehničkom fakultetu u Cambridgeu, Mass., pod vodstvom prof. E. N. Lorenza. Te je godine prešla na Kalifornijsko sveučilište u Los Angelesu (UCLA), gdje je bila asistentica kod prof. J. Bjerknesa i radila na projektu El Niño, ali je istovremeno nastavila studij za doktorat. Pod vodstvom prof. M. G. Wurtele, 1964. doktorirala je iz numeričke prognoze vremena i vratila se u Zagreb. Međutim, tu nije dugo ostala, jer je 1966. prihvaćena kao ekspert iz sinoptičke meteorologije u programu Ujedinjenih naroda za razvoj preko Svjetske meteorološke organizacije. Radila je u Institutu za istraživanje i obuku u Kairu do početka 1972.

Nakon toga vratila se u Zagreb u Centar za meteorološka istraživanja, gdje je nastavila s istraživačkim radom i radom s mlađim kolegama na brojnim temama, od proučavanja suše do mezoskalnih lokalnih pojava, kao što su bura i jugo. Brojni diplomski, magistarski i doktorski radovi nastali su pod njezinim mentorstvom. Posljednjih godina do umirovljenja 1992. aktivno se uključila u akcije učlanjenja Republike Hrvatske u međunarodne organizacije, prvenstveno u Svjetsku meteorološku organizaciju.

Popis svih znanstvenih radnika u DHMZ-u dan je u Prilozima 5.1., 5.2. i 5.3.

Pri tom valja još jednom istaknuti blisku suradnju s Geofizičkim zavodom PMF-a u Zagrebu, gdje je većina znanstvenika stekla svoje znanstvene titule.



Slika 1.2.1. Prikaz vremenske prognoze na televiziji Zagreb, Edita Lončar, 23.10.1960. (gore: prognostičarka u studiju, dolje: interpretacija na magnetnoj ploči, kako vide gledatelji) (iz privatne arhive E. Lončar).

SOCIJALISTIČKA REPUBLIKA HRVATSKA
REPUBLIKIČKI SVJET ZA NAUCNI RAD
Broj: 06-867/7%
Zagreb, 11. siječnja 1977. godine



REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO ZNANOSTI I TEHNOLOGIJE

Na temelju člana 37., 40 i 66. Zakona o upravičilima člana 14., 15. i 17. zakona o organizaciji znanstvenih radova i Odлуčke Republikanskog svjeta za naucni radove iz djetinjstva i razvoja iz 1976. godine, rukovoditelj republikanskog organa uprave nadležnog za poslove znanosti, pošto je utvrđeno dana 11. studenog 1976. godine da postoji svi podaci za ispunjenje registarskog lista, danes

R J E Š E N J E

U register znanstvenih organizacija udržanog reda i znanstvenih jedinica upisuje se znanstvena jedinica
REPUBLIKIĆKI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD - CENTAR ZA METEOROLOŠKA ISTRAŽIVANJA, Zagreb, Grč 3

pod registarskim brojem 4 registratski list br. RL-4.

O b r a z l e ž e n j e

Republikanski svjet za naučni rad kao republikanski organ uprave nadležan za poslove znanosti vodi register znanstvenih organizacija udržanog reda i znanstvenih jedinica.

Na temelju podnijete dokumentacije i provedenog postupka u smislu člana 16. Zakona o organizaciji znanstvenog reda Republikanski svjet za naučni rad je na sjednici 28. listopada 1976. godine učinio odluku o upisu DHMZ-a u register znanstvenih jedinica REPUBLIKIĆKI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD - CENTAR ZA METEOROLOŠKA ISTRAŽIVANJA, Zagreb ispunjavaju uvjete za dobivanje statusa znanstvene jedinice utvrđene u člancu 14. i članu 16. stav 3. Zakona o organizaciji znanstvenog reda i donio odluku o upisu u register znanstvenih organizacija udržanog reda i znanstvenih organizacija udržanog reda i znanstvenih jedinica.

Budući da je dana 11. studenog 1976. godine utvrđeno da postoji svi podaci za ispunjenje registarskog lista, to se donosi ovo rješenje.

O TOM OBRAZLJESE:

1. Republikanski hidrometeorološki zavod - Centar za meteorološka istraživanja, Zagreb
Prepredsjednik Vladimirov
član Izvršnog vijeća Sabera BH
prof. dr. Ivica Jurković
2. Republikanski hidrometeorološki zavod - Centar za meteorološka istraživanja, Zagreb, Grč 3.
3. Registrator znanstvenih organizacija.
4. Sancionirajući interesni sajed.
5. Znanstveni rad SIZ-III, Zagreb



Strossmayerov trg 4, 10000 Zagreb • Tel.: (01) 459 44 44 • Fax: (01) 459 44 69 • E-mail: ure@znenet.hr

a)

b)

c)

d)

Slika 1.2.2. Kopije rješenja o upisu DHMZ-a u register znanstvenih ustanova

a) od 11. siječnja 1977.; b) od 20. kolovoza 1996.; c) od 27. studenoga 2012.; d) od 20. siječnja 2016.



REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO ZNANOSTI, OBRAZOVANJA I SPORTA

Klasa: 640-02/96-01/009
Utr. broj: 533-02-004-99-2

Zagreb, 20. kolovoza 1996.



REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO ZNANOSTI, OBRAZOVANJA I SPORTA

KLASA: 640-02/12-08/00025
URBROJ: 533-19-01-12-0002

Zagreb, 27. studenoga 2012. godine

| | |
|--------------------|---|
| Matični broj upisa | 4 |
|--------------------|---|

Na temelju članka 2. stavka 1. Zakona o znanstvenoistraživačkoj djelatnosti, (N.N. br. 96/93 i br. 34/94. - Ispravak) ministar znanosti i tehnologije, donosi

Izvod iz Upisnika znanstvenih organizacija

1. Podaci o znanstvenoj organizaciji

1.1. Naziv Državni hidrometeorološki zavod

1.2. Adresa sjedišta (ulica i broj) Grč 3, Zagreb

1.3. Poštanski broj i mjesto 10000 ZAGREB

1.4. Telefon (+385 1) 4551-901, (+385 1) 4555-666

1.5. Telefaks (+385 1) 4551-901

1.6. E-pošta dhmz@cirrus.dhz.hr

1.7. URL

1.8. Vrsta znanstvene organizacije Znanstvena ustanova

2. Depunica za početak obavljanja znanstvene djelatnosti

2.1. Broj depunice

3. Znanstvena područja i polja u kojima se obavlja znanstvena djelatnost

Šira područja Naziv znanstvenog područja Šira polja Naziv znanstvenog polja

1.00 PRIRODNE ZNANOSTI



POMOĆNIK MINISTRA

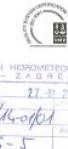
prof. dr. sc. Saša Zelenika



REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO ZNANOSTI, OBRAZOVANJA I SPORTA

KLASA: UP-1-640-02/15-08/00029
URBROJ: 533-19-16-6002

Zagreb, 20. siječnja 2016.



50a — DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD — ZAGREB

| | |
|------------|--------------------|
| Printanje: | 27.01.2016. |
| Korisnik: | Uradni list |
| | 640-02/15-08/00029 |
| | 03-16-5 |

Na temelju odredbe članka 159. Zakona o općem upravnom postupku (Narodne novine, broj 47/09 i članka 22. stavka 4. Zakona o osiguranju kvalitete u znanosti i visokom obrazovanju (Narodne novine, broj 45/09), po akreditacijskoj preporuci Agencije za znanost i visoko obrazovanje od 22. rujna 2015. godine (Klasa: 640-02/15-02/001), Uređen: 355-06-02-15-5) donesenog u postupku reakreditacije Državnog hidrometeorološkog zavoda u godini 2014./2015., uz prethodno mijenjanje Agreditacijskog svjetca, koji je na svojoj 66. sjednici održanoj dana 15. rujna 2015. godine utvrdio da Državni hidrometeorološki zavod ispunjava uvjete za obavljanje znanstvene djelatnosti, utjecajući na reakreditaciju znanstvenih organizacija i sudjelujuće dopunice (Narodne novine, broj 83/10), te Kriterija u postupku vrednovanja znanstvenih organizacija izvan sustava visokog obrazovanja i javnih znanstvenih instituta Agencije za znanost i visoko obrazovanje (u daljnjem tekstu: Agencija).

Na temelju mijenjanja Akreditacijskog svjetca, koji je na svojoj 66. sjednici održanoj dana 15. rujna 2015. godine utvrdio da Državni hidrometeorološki zavod ispunjava uvjete za obavljanje znanstvene djelatnosti, Agencija je dana 22. rujna 2015. godine donijela akreditacijsku preporuku u postupku reakreditacije Državnog hidrometeorološkog zavoda kojom se preporuča izdavanje dopunice o ispunjavanju uvjeta za obavljanje znanstvene djelatnosti. Slijedom navedenog, ministar znanosti, obrazovanja i sporta izdaje Državnom hidrometeorološkom zavodu potvrdu o ispunjavanju uvjeta za obavljanje znanstvene djelatnosti.

Agencija će sukladno preporukama u reakreditaciji naknadno pratiti znanstvenu djelatnost Državnog hidrometeorološkog zavoda kako bi se utvrdilo uspostavljanje kvalitete.

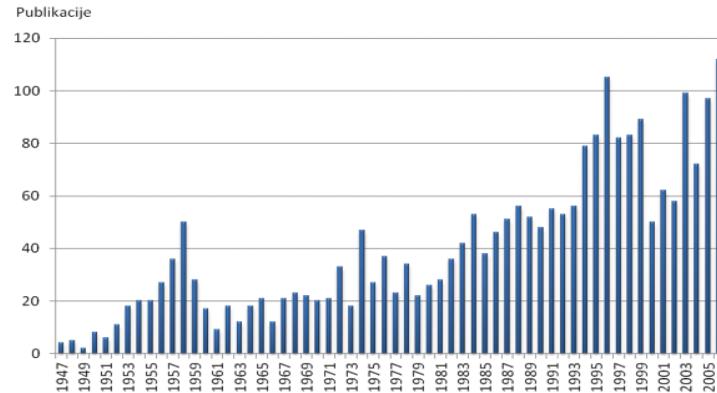


Dostavili:
1. Državni hidrometeorološki zavod, Grč 3, Zagreb, Ivica Kostović
2. Zbirka isprava-odvje
3. Arhiva

12

Razvojni i istraživački rad u Zavodu vezan je uz projekte financirane iz različitih izvora te uz studije i elaborate koji se izrađuju na zahtjev pojedinih korisnika. Takve studije nerijetko predstavljaju i uvod u veće istraživačke projekte. Rezultati tog rada gotovo redovito se objavljaju u stručnim i znanstvenim časopisima (slika 1.2.3.). I dok su u početku gotovo svi radovi imali karakter stručnoga rada za poboljšanje operativnih aktivnosti, s vremenom su se pojavljivali i sve brojniji znanstveni radovi objavljivani u priznatim znanstvenim časopisima. U razdoblju do godine 1976. izdane su dvije meteorološke bibliografije Jugoslavije: prva je obuhvaćala građu u razdoblju 1947.–1967., a druga za razdoblje 1968.–1976. Tim bibliografijama nije bila obuhvaćena građa iz područja hidrologije.

U povodu obilježavanja šezdesete obljetnice osnutka meteorološke i hidrološke službe u Republici Hrvatskoj, kao i zbog činjenice da u tom razdoblju nije postojao jedinstveni popis svih znanstvenih i stručnih radova zaposlenikâ Zavoda, 2007. izdana je *Bibliografija zaposlenika Državnoga hidrometeorološkog zavoda* u razdoblju 1947.–2006. Tom bibliografijom nije obuhvaćena građa kao što su stručni elaborati i studije, stručni priručnici i naputci, diplomski radovi, recenzije stručne i znanstvene literature, intervju te komentari i kratke popularne crtice u tisku, ili prijevodi inozemne literature na hrvatski jezik. Upravo ta pisana građa daje presjek aktivnosti na stručnom i znanstvenom planu kroz to dugo razdoblje bumiâ tehnoloških i znanstvenih postignuća. Od godine 2007. izvor podataka objavljenih radova jest Hrvatska znanstvena bibliografija (CROSBI), na čijoj se mrežnoj stranici nalaze podatci o znanstvenim i stručnim radovima istraživača DHMZ-a upisanih u registru znanstvenika u Ministarstvu znanosti, obrazovanja i sporta (MZOS).



Slika 1.2.3. Dinamika objavljivanja stručnih i znanstvenih radova zaposlenika DHMZ-a u razdoblju 1947.–2006.
(izvor: Bibliografija 1947.–2006.).



Slika 1.2.4. Bibliografije DHMZ-a (foto: I. Lukac).

Voditelji Centra za meteorološka istraživanja/Sektora za meteorološka istraživanja i razvoj



(1924.–2014.)

Dr. sc. Dražen Poje (1969.–1989.)

Rođen je 12. ožujka 1924. u Zagrebu, gdje je završio gimnaziju te Prirodoslovno-matematički fakultet na kojem je 1965. doktorirao s tezom *Glavni tipovi vremena u Jugoslaviji i njihova zavisnost o visinskim strujanjima*. Nakon kraćega službovanja u Pakracu, gdje je bio profesor na Pedagoškoj akademiji, od 1952. pa sve do umirovljenja 1989., radi u Državnom hidrometeorološkom zavodu RH. U Zavodu je bio na raznim rukovodećim položajima, i to u Aerološkom i Sinoptičkom odjelu, a od 1969. pa sve do umirovljenja rukovodio je Centrom za meteorološka istraživanja. Godine 1963. bio je na specijalizaciji u Meteorološkom institutu u Berlinu. Predavao je *Sinoptičku meteorologiju* na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, te *Fiziku oblaka* na poslijediplomskom studiju u Ljubljani. Aktivno je sudjelovao u izradi brojnih studija i elaborata iz raznih područja meteorologije za potrebe gospodarstva, te u znanstveno-istraživačkim projektima, a učestvovao je i na brojnim kongresima i simpozijima u zemlji i inozemstvu. Objavio je preko sto znanstvenih i stručnih radova iz raznih područja meteorologije u domaćim i stranim publikacijama, a zadnjih desetak godina vrlo je aktivan u istraživačkom projektu *Višejezični pojmovnik meteorološkog nazivlja*. U domaćim i stranim časopisima objavio je i cjelovite prikaze o poštanskim markama iz cijelog svijeta koje tretiraju meteorološke i hidrološke teme.



(1932.–2001.)

Dr. sc. Nada Pleško (1989.–1994.)

Rodena je u Zagrebu 21. svibnja 1932. Diplomirala je geofiziku s meteorologijom na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu u Zagrebu, gdje je i doktorirala 1986. Cio radni vijek, počevši od 1956., provela je u Državnom hidrometeorološkom zavodu, sudjelujući u izradi mnoštva stručnih studija i elaborata, te obnašajući različite organizacijske dužnosti. U svojem znanstveno-istraživačkom radu bavila se, između ostalog, klimatskim istraživanjima, atmosferskom energetikom i ekstremnim pojavama u atmosferi. Poseban doprinos dala je u području humane biometeorologije, za čiji je razvoj i popularizaciju vrlo zaslужna. U suradnji s medicinskim stručnjacima provela je mnogobrojna istraživanja utjecaja vremena na različite bolesti, u prvom redu kardiovaskularne, što je bio temelj za osnivanje odjela za sustavna biometeorološka istraživanja u Zavodu. Ta istraživanja rezultirala su uvođenjem operativne biometeorološke prognoze u Hrvatskoj. Centar za meteorološka istraživanja vodila je od 1989. do umirovljenja 1994. Sudjelovala je u izradi atlasa klime Hrvatske. Uz mnogobrojne znanstvene članke u domaćim i inozemnim časopisima, napisala je i nekoliko dijelova knjige *Meteorologija za korisnike* (1996.).

Dr. sc. Krešo Pandžić (1994.–1999.)

Rođen je 1956. u Drinovcima. Diplomirao je, magistrirao i doktorirao na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu na smjeru Geofizika s meteorologijom. Od 1979. stalno je zaposlen u Državnom hidrometeorološkom zavodu, od 1994. do 1999. bio je pomoćnik ravnatelja za Službu za istraživanje i razvoj, dok je od 2000. pomoćnik ravnatelja za Službu za motrenje vremena i klime. Od sredine 2014. zamjenik je ravnatelja DHMZ-a. Istovremeno je naslovni docent na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, gdje predaje kolegij *Sinoptička meteorologija* (promijenjeni naslov: *Analiza i prognoza vremena I i II*) od 1992. do 2012. Predavao je *Agroklimatologiju* na Sveučilištu u Mostaru dvije akademske godine te *Opću meteorologiju* na doktorskom studiju Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u jednoj akademskoj godini. Od siječnja 2013. predavač je na doktorskom studiju Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, s temom *Atmosferska prediktibilnost i modeliranje klimatskog sustava*.

Voditelj je niza znanstveno-razvojnih projekata Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta, između ostaloga projekata posvećenih dugoročnoj prognozi vremena i klime te motrenju vremena i klime i asimilaciji meteoroloških podataka, voditelj je projekta EU-IPA Centar za praćenje suše u jugoistočnoj Europi – komponenta za Hrvatsku. Bio je urednik tri knjige (*50 godina rada Državnog hidrometeorološkog zavoda, 150/160 godina meteoroloških motrenja u Hrvatskoj, Naputak za rad na glavnim meteorološkim postajama*), a samostalni je autor sveučilišnoga udžbenika *Analiza meteoroloških polja i sustava*. Objavio je preko 20 znanstvenih radova u međunarodnim časopisima i veći broj znanstveno-stručnih radova i publikacija u zemlji. Dobitnik je nagrade Svjetske meteorološke organizacije za mlade znanstvenike 1989. godine.



(1956.)

Dr. sc. Alica Bajić (1999.–2000.; 2017.–)

Rođena je 1956. u Bjelovaru. Diplomirala je 1980. na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Odsjek fizika, Smjer Geofizika s meteorologijom. Od 1980. zaposlena je u Državnom hidrometeorološkom zavodu. Doktorirala je 2011. s temom *Prostorna raspodjela očekivanih maksimalnih brzina vjetra na složenom terenu Hrvatske kao podloga za ocjenu opterećenja vjetrom*. U razdoblju od 1980. do 1993. radila je u Sektoru za istraživanje atmosferskih procesa lokalnih i mezo razmjera, u Centru za meteorološka istraživanja kao znanstvena asistentica. Od 1993. radi kao načelnica Odjela istraživanja i modeliranja atmosferskih procesa. Od 1999. koordinatorica je hrvatskoga dijela međunarodnoga projekta *Razvoj i primjena mezoskalnog numeričkog modela ALADIN*.



(1956.)



(1955.)

Sudjelovala je u nekoliko znanstvenih projekata koje je potpomoglo Ministarstvo znanosti, američki National Scientific Fond, EU IPA i HORIZON2020, te u razvojno-primijenjenim istraživanjima koja podupiru gospodarstvo i DHMZ. Vodila je izradu *Interaktivnog atlasa vjetra Republike Hrvatske* u izdanju DHMZ-a. Područje njezina istraživačkoga rada jest dinamička i primijenjena meteorologija s naglaskom na istraživanje i modeliranje atmosferskih procesa u orografski složenim uvjetima u svrhu primjene na području dijagnosticiranja i prognoziranja izvanrednih meteoroloških događaja, za potrebe prostornoga planiranja, graditeljstva te korištenja prirodnoga energetskoga potencijala vjetra. Objavila je više od 50 radova, a suautorica je knjiga *ENWIND – program korištenja energije vjetra – prethodni rezultati i buduće aktivnosti* i *ENWIND: Program korištenja energije vjetra – Nove spoznaje i provedba*.

Dr. sc. Branka Ivančan-Picek (2001.–2017.)

Rođena je u Zagrebu 1955., gdje je diplomirala 1979. i doktorirala 1998. na Geofizičkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. U znanstvenom je zvanju više znanstvene suradnice. Od 1979. zaposlena je u Državnom hidrometeorološkom zavodu, najprije u Prognostičkom sektoru (do 2001.), a od 2001. do 2017. u Sektoru za meteorološka istraživanja i razvoj gdje je vodila i koordinirala istraživačke i operativne poslove. U listopadu 2017. postaje ravnateljica DHMZ-a. Područje istraživačkoga i operativnoga rada jest mezoskalna dinamika i modeliranje: utjecaj orografije na atmosferu, olujni lokalni vjetrovi, zavjetrinska ciklogeneza, olujne vremenske pojave, vremenska prognoza. Mentorica je diplomskih i doktorskih radnji, a sudjeluje i u nizu povjerenstava za ocjenu diplomskih i doktorskih radnji na Geofizičkom odsjeku PMF-a.

Sudjelovala je u više znanstvenih projekata Ministarstva znanosti Republike Hrvatske, a bila je voditeljica projekta *Oluje i prirodne katastrofe u Hrvatskoj* u razdoblju od 2002. do 2013. Također, sudjelovala je i na međunarodnim projektima (*NSF – Nature and theory of severe bora storm; MAP – Mesoscale Alpine Project; WMO-MEDEX – Cyclone that produce high impact weather in the Mediterranean; HyMeX – Hydrological cycle in Mediterranean Experiment*; koordinatorica je aktivnosti DHMZ-a na HORIZON2020 projektu *EU-CIRCLE – Europski okvir za jačanje otpornosti kritične infrastrukture na klimatske promjene*). Članica je više međunarodnih znanstvenih odbora (MEDEX, HyMeX, ICAM, GEWEX, PannEx) te predstavnica DHMZ-a u *Hrvatskoj platformi za smanjenje rizika od prirodnih katastrofa*. Objavila je više od 60 znanstvenih radova. Dobitnica je priznanja Svjetske meteorološke organizacije u 2013. za doprinos i vođenje radne grupe *Disaster Risk reduction and Cooperation* za područje Regije VI – Europa.

Priznanja znanstvenom radu



Dr. sc. Vesna Jurčec – nagrada Svjetske meteorološke organizacije – zaklada Borivoje Dobrilović – 1976. za rad *Statistical analysis of dry spell and rainfall extremes during 1947–1971.*



Dr. sc. Krešo Pandžić – nagrada Svjetske meteorološke organizacije za iznimno znanstveni rad u kategoriji mladih znanstvenika – 1989. za rad *Principal component analysis of precipitation in the Adriatic-Pannonian area of Yugoslavia.*



Mr. sc. Milan Sijerković – nagrada *Fran Tučan* za popularizaciju prirodnih znanosti – 1991.; – priznanje Hrvatskog meteorološkog društva za životno djelo – 2016.



Dr. sc. Branko Gelo – nagrada *Josip Juraj Strossmayer* za najuspješnije znanstveno djelo i izdavački pothvat u Republici Hrvatskoj i hrvatskoj dijaspori u 2000., povodom izdanja knjige *Opća i prometna meteorologija.*



Dr. sc. Ivan Güttler – državna nagrada za najboljeg znanstvenog novaka u području prirodnih znanosti u 2013. – priznanje Hrvatskoga meteorološkoga društva za mlade meteorologe 2014.



Prof. dr. sc. Nadežda Šinik – priznanje Hrvatskoga meteorološkoga društva za životno djelo 2014.



Dr. sc. Petra Mikuš Jurković – priznanje Hrvatskoga meteorološkoga društva za mlade meteorologe 2015.



Dr. sc. Čedomir Branković – priznanje Hrvatskoga meteorološkoga društva za životno djelo 2015.



Dr. sc. Ivana Stiperski – L'Oréalova stipendija u sklopu programa *Za žene u znanosti* za rad *Trapped lee wave interference in presence of surface friction* – 2011.

Literatura:

- DHMZ, 1998: 50 godina rada Državnog hidrometeorološkog zavoda 1947.–1997. Pandžić, K. (gl. ur.), DHMZ, Zagreb, 300 str.
- DHMZ, 2007: Bibliografija zaposlenika Državnog hidrometeorološkog zavoda u razdoblju 1947.–2006.: Šezdeset godina postojanja hidrometeorološke službe u Republici Hrvatskoj. Ivančan-Picek, B., I. Mihovilić, L. Machala (ur.), DHMZ, Zagreb, 250 str.
- DHMZ, 2014: 160 godina meteoroloških motrenja u Hrvatskoj. Pandžić, K., Z. Žibrat (gl. ur.), DHMZ, Zagreb, 241 str.
- Gelo, B., 2000: Opća i prometna meteorologija, II dio. HINUS, Zagreb, 520 str.
- Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, 2011: 150 godina Geofizičkog zavoda u Zagrebu. Orlić, M. (gl. ur.), Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 231 str.
- Hrvatska znanstvena bibliografija (CROSBI): http://bib.irb.hr/lista-radova?sif_ust=4&print=true#cccasopis
- Jurčec, V., 1975: Statistical analysis of dry spell and rainfall extremes during 1947–1971. *Rivista Italiana di Geofisica*, **I**, 125–133.
- Pandžić, K., 1988: Principal component analysis of precipitation in the Adriatic-Pannonian area of Yugoslavia. *Journal of Climatology*, **8**, 357–370.
- Penzar, B. i sur., 1996: Meteorologija za korisnike. Školska knjiga, Hrvatsko meteorološko društvo, Zagreb, 276 str.
- RHMZ, 1979: 30 godina rada i razvoja Hidrometeorološkog zavoda SR Hrvatske. RHMZ, Zagreb, 162 str.
- Stiperski, I. and V. Grubišić, 2011: Trapped lee wave interference in presence of surface friction. *Journal of the atmospheric sciences*, **68**, 4, 918–936.
- WMO Bulletin, 2001: Dr. Vesna Jurčec, **50**, 2, 107–116.
- Zeljak, M., 1973: Meteorološka bibliografija Jugoslavije 1947.–1967. godine. RHMZ, Zagreb, 283 str.
- Zeljak, M., 1977: Meteorološka bibliografija Jugoslavije 1968.–1976. godine. RHMZ, Zagreb, 169 str.



Zaposlenici Sektora za meteorološka istraživanja i razvoj, snimljeno 18.12.2014. (iz arhive DHMZ-a).

02

Primijenjena istraživanja za potrebe društva i gospodarstva

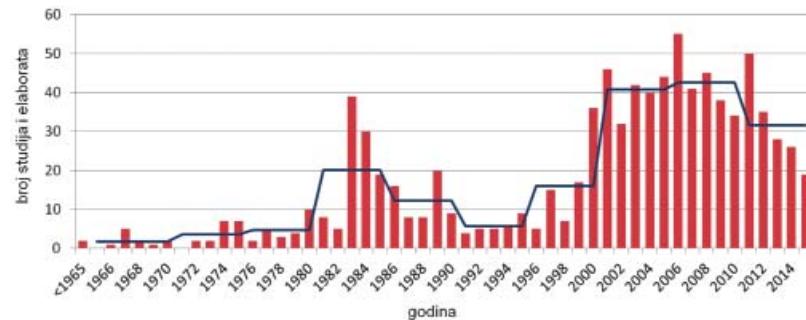
Alica Bajić, Marjana Gajić-Čapka

Vrijeme i klima sveprisutni su u našem svakidašnjem životu. Sigurnost i zaštita života ljudi i imovine te zaštita i obnovljivost prirodnih bogatstava ovise o poznavanju niza karakteristika podneblja: prostornih i vremenskih (sezonskih, mjesecnih) razdoba meteoroloških elemenata, vjerojatnosti njihova pojavljivanja, trajanja razdoblja s određenim značajkama vremena, učestalosti pojavljivanja meteoroloških ekstrema i mnogih drugih značajki vremena i klime. Klimatska kolebanja i trendovi tijekom višegodišnjih razdoblja i njihove projekcije za budućnost sve su više zastupljeni u meteorološkim podlogama za korisnike, u procjenama utjecaja klimatskih promjena na okoliš i društvo i također u strategijama ublažavanja i prilagodbe na klimatske promjene. Gotovo je nemoguće izdvojiti područje ljudske djelatnosti koje nije izloženo atmosferskom utjecaju. Stoga je izrada i primjena meteoroloških informacija za potrebe planiranja, projektiranja, izgradnje, održavanja i nadzora strateških gospodarskih i infrastrukturnih sustava (energetskih, vodnih, prometnih i dr.) i svih drugih djelatnosti koje su ovisne o meteorološkim, klimatskim i hidrološkim uvjetima ili uvjetovane njima, jedna od osnovnih djelatnosti Državnoga hidrometeorološkoga zavoda.

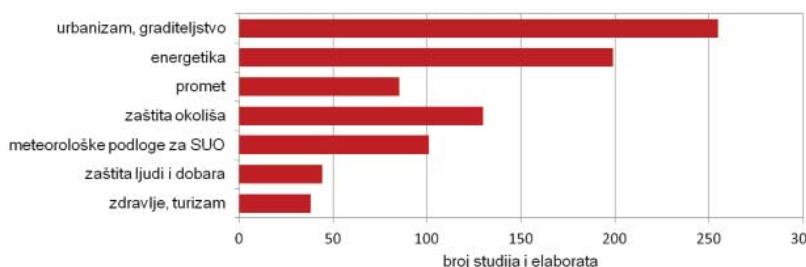
Vremenska prognoza i upozorenja na opasne vremenske pojave mogu se ubrojiti među najvažnije primjene znanstvenih dostignuća u meteorologiji. Pouzdane vremenske prognoze omogućuju optimalno planiranje ljudskih aktivnosti i u gospodarstvu i u drugim javnim i društvenim djelatnostima. U znatnoj mjeri pridonose sigurnosti cestovnoga, željezničkoga, pomorskoga i zračnoga prometa, planiranju i zaštiti poljoprivredne proizvodnje, prijenosu energije, gašenju velikih požara na otvorenom prostoru, transportu proizvoda osjetljivih na ekstremno nisku ili visoku temperaturu zraka, a sve je šira i njihova primjena u medicini. Uostalom, ekonomski i socijalni razvoj društva očituje se i po sve složenijim zahtjevima i sve većim potrebama za prognozom vremena. Pravodobna najava štetnoga ili opasnoga vremena služi ublažavanju posljedica njegovih nepovoljnih učinaka i nužan je čimbenik uspješnog provođenja mjera zaštite ljudi i imovine od elementarnih nepogoda. Ipak, valja naglasiti da opća društvena korist i uštede koje se njihovim korištenjem mogu ostvariti, uvelike ovise o organiziranosti društva i njegovoj sposobnosti da ih sveobuhvatno primjenjuje.

Zahtjevi korisnika različitih struka u velikoj su mjeri poticali razvoj i unapređenje primijenjene meteorologije. Njihovom zaslugom pokrenuta su brojna stručna i znanstvena istraživanja i otvarala su se nova područja primjene meteoroloških podataka u Hrvatskoj.

Od osnutka organizirane meteorološke službe u Hrvatskoj do danas bilo je razdoblja uspona, zastoja, ali i znatnijega stručnoga, tehničkoga i tehnološkoga napretka. U tom je razdoblju izrađeno 850 studija i elaborata koji su rezultat vlastitih istraživanja, suradnje i pomoći investitora, primjene stručnih i tehničkih priručnika te preporuka koje se razmjenjuju u okviru sustava Svjetske meteorološke organizacije (Popis studija i elaborata u prilogu).



Slika 2.1. Prikaz broja studija i elaborata izrađenih u razdoblju 1957.–2015. Punom linijom prikazan je prosjek u petogodišnjim razdobljima.



Slika 2.2. Pregled broja studija i elaborata po područjima primjene za razdoblje 1957.–2015.

Složeniji zahvati i investicije u gospodarstvu u pravilu su bili popraćeni zahtjevima za složenije i potpunije informacije o klimatskim i meteorološkim uvjetima. Dinamika njihove izrade ovisila je u najvećoj mjeri o gospodarskom razvitku i društvenim potrebama (slika 2.1.). U razdoblju od 2001. do danas broj zahtjeva korisnikâ za izradu meteoroloških studija i elaborata ustalio se na prosječno 30 do 40 na godinu. Pri tom su najzastupljenije gospodarske djelatnosti: urbanizam i graditeljstvo, energetika, zaštita okoliša, promet, zaštita ljudi i dobara te turizam. (slika 2.2.).

Izrada meteoroloških studija, elaborata i ekspertiza za potrebe neke konkretnе aktivnosti složen je zadatak. U prvom koraku, njegovo rješavanje zahtijeva detaljnu analizu problema sagledavanjem sveukupnosti atmosferskih, geografskih, topografskih, urbanističkih i drugih datosti razmatranog područja. To je osnova za određivanje pristupa rješavanju problema koji obuhvaća odabir metoda i postupaka koji će se koristiti. Svaki postavljeni problem predstavlja nov izazov za stručnjaka – ovisno o svrsi studije koju izrađuje, odnosno zahtjevu naručitelja, on podatke sagledava svaki put iz druge perspektive. Ta činjenica čini svakodnevni posao izazovnim i zahtjevnim budući da se zasniva na potrebi kontinuiranih istraživanja i primjeni novih spoznaja i metoda. Stoga će u nastavku biti prikazana primijenjena istraživanja provedena za potrebe unapređenja vremenske prognoze i sustava rane najave i upozorenja, te izrade studija i elaborata za korisnike iz područja osnovnih gospodarskih grana, gdje je potreba za meteorološkim podacima prepoznata kao neophodna.

2.1

Sigurnost i zaštita ljudi i imovine

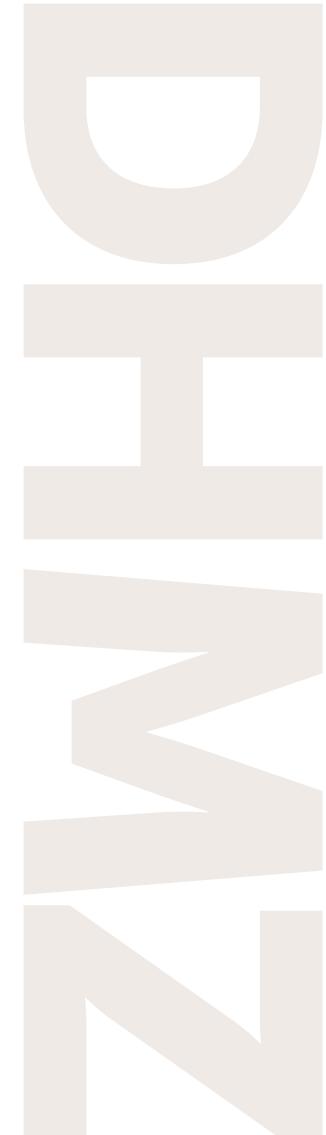
Branka Ivančan-Picek, Vlasta Tutiš

Opasne prirodne pojave dio su naše svakodnevnice. Međutim, kad prekidaju normalno odvijanje života, uzrokuju žrtve, štetu većega opsega na imovini ili čak i njen gubitak te štetu na infrastrukturi i okolišu, u mjeri koja prelazi normalnu sposobnost zajednice da ih sama otkloni govorimo o prirodnim nepogodama. Prirodne nepogode svake godine imaju znatan utjecaj na društveni i ekonomski razvoj svake zemlje. U Hrvatskoj u prosjeku više od 80 % svih šteta i ekonomskih gubitaka od prirodnih nepogoda u razdoblju 1980.–2015. pripadaju meteorološkim i hidrološkim uzrocima (Izvor: Ministarstvo financija, Uprava za gospodarstvo). Stoga je posve jasno da informacija o vremenu, klimi te stanju voda i njihovim ekstremima (suše, poplave, olujni vjetar, toplinski valovi i sl.) mora biti sastavni dio svake hrvatske strategije upravljanja i smanjenja rizika od katastrofa. Cilj je optimalno iskorištavanje prirodnih uvjeta pri obavljanju i planiranju ljudskih djelatnosti. To je posebno važno u kontekstu sve većega rizika od katastrofa uzrokovanih prirodnim i civilizacijskim prijetnjama te sve češčih i jačih ekstrema, kao što su poplave, suše, oluje, toplinski i hladni valovi i dr.

Brz napredak znanosti i tehnologije u uvjetima globalizacije čine stjecanje znanja i njegovu produktivnu primjenu temeljnim izazovom konkurentnog gospodarstva i društva. Vrijednost točne i pravodobne meteorološke i klimatološke informacije u prevenciji i prilagodbi društva pri tome igra ključnu ulogu, bilo da se radi o upozorenju na opasnu vremensku pojavu ili pak o informaciji o mogućim klimatskim promjenama na određenom području. Jedna od bitnih pretpostavki za izdavanje takvih informacija jest kvalitetan i međunarodno konkurentan znanstveno-istraživački rad uz prenošenje i uključivanje njegovih rezultata u primjenu u svim gospodarskim granama. Osnovni je zadatak razvijanje sustava koji će svim gospodarskim subjektima i društvu u cjelini biti koristan u svakodnevnom radu i dnevnim aktivnostima te pri planiranju za budućnost. Sustav rane najave i upozorenja nužno mora sadržavati poznavanje rizika (informacije o mogućim opasnim pojavama, te procjenu osjetljivosti društva i ljudi na određenu opasnu pojavu), stalno praćenje i pripremu prognoza i upozorenja na nadolazeću nepogodu i na kraju izdavanje pravodobnih, pouzdanih i razumljivih upozorenja.

Usprkos napretku civilizacije, naše je društvo itekako ovisno o povoljnim ili nepovoljnim vremenskim uvjetima. Aktualne informacije o posljedicama vremenskih oluja razorne snage, o ogromnim štetama i ljudskim žrtvama uzrokovanim olujnim i orkanskim vjetrom, poplavama ili sušom, velikom količinom snijega i kiše koja se smrzava na tlu ili pak žestokim olujnim nevremenom s intenzivnom grmljavinom i tučom, dostupne su nam ubrzo nakon što se dogode na ma kojem dijelu zemaljske kugle.

Zahvaljujući današnjim vrlo sofisticiranim tehnologijama, suvremena meteorologija može primijeniti velik dio svojih znanstvenih dostignuća i tako dovoljno rano najaviti opasne meteorološke pojave koje mogu ugroziti ljudske živote i uzrokovati znatne materijalne štete.



Prognozirano vrijeme jedan je od najvažnijih parametara za praćenje i predviđanje stanja drugih čimbenika prirodnoga okoliša, primjerice razine površinskih i podzemnih voda, stanja mora, vlažnosti tla, te industrijskoga i drugih oblika onečišćenja okoliša. To vrlo rječito svjedoči o ulozi i osobitom značenju pouzdane i pravodobne vremenske prognoze, čime ona u svjetskim razmjerima postaje vrlo važna karika multidisciplinarnog lanca u svakodnevnom ostvarivanju opće društvene koristi i sigurnosti. Istraživanja Svjetske meteorološke organizacije pokazuju da su uštede koje se ostvaruju korištenjem raznovrsnih sofisticiranih meteoroloških informacija, prognoza i upozorenja višestruko veće od uloženih sredstava – u rasponu od 1:3 do 1:20. Pri tom valja imati na umu da razvijene zemlje ulažu znatan novac u razvoj svojih meteoroloških službi i u međunarodne međuvladine specijalizirane meteorološke agencije, te je značenje ali i korist od vremenskih prognoza za cjelokupno gospodarstvo izravno proporcionalno financijskim ulaganjima.

Premda prve pokušaje izdavanja vremenske prognoze u Hrvatskoj možemo pronaći veoma rano (npr. Sijerković, 2009.), njihova sustavna izrada i izdavanje počinje 1947. s uspostavom zemaljske hidrometeorološke službe. Razvoj prognostičke službe, osobito u posljednjih tridesetak godina, u najvećoj je mjeri uvjetovan brzim razvojem novih tehnologija, posebice u području telekomunikacija i informatike. Uspostava brzih računalnih i satelitskih telekomunikacijskih veza omogućila je brzu međunarodnu razmjenu podataka i analitičko-prognostičkih podloga, a zbog sve moćnijih računala numerički prognostički modeli atmosfere sve potpunije uvažavaju procese i gibanja različitih razmjera. Zamjetno se poboljšava njihovo vertikalno i horizontalno razlaganje, a prognostičko razdoblje postaje sve dulje.

Suvremena vremenska prognoza izdaje se za različita razdoblja na vremenskoj skali, od vrlo kratkoročne (tzv. *nowcasting*), preko kratkoročne, srednjoročne do dugoročne. Računalni atmosferski modeli koji se koriste na DHMZ-u modeli su Europskoga centra za srednjoročnu prognozu vremena (*European Centre for Medium Range Weather Forecast – ECMWF; Reading, Ujedinjeno Kraljevstvo*), zatim globalni i regionalni model njemačke državne meteorološke službe (*Deutsche Wetterdienst – DWD; Offenbach, Njemačka*) te regionalni model visoke rezolucije ALADIN Hrvatska, koji je rezultat suradnje s ostalim meteorološkim službama zemalja članica konzorcija ALADIN. Više o razvoju modela ALADIN može se naći u Poglavlju 4. Na osnovi izračuna računalnih atmosferskih modela te stručnosti i iskustva, dežurni prognostičari DHMZ-a sastavljaju vremenske prognoze – tekstualne, tablične ili grafičke za potrebe javnosti ili posebnih korisnika.

Uvođenju u operativni rad numeričkih prognostičkih modela prethodile su godine rada na istraživanjima različitih numeričkih metoda u meteorologiji koja su se odnosila na objektivnu analizu i prognozu vremena (Jurčec, 1979.), posebno na analizu u planinskom području (Jurčec i Čapka, 1981.), te na meteorološke aspekte ekoloških studija nad našim područjem u malim razmjerima.

Jedan od prvih radova u području objektivne prognoze vremena jest rad Jurčec i Branković (1975.). U tom su radu prikazani prvi rezultati integracije modela za ograničeno područje s primitivnim jednadžbama gibanja u sigma koordinatnom sustavu. Istraživanje je bilo međurepubličkoga karaktera. Nositelj toga programa bio je Savezni hidrometeorološki zavod u Beogradu, a autori modela bili su Fedor Mesinger i Zaviša Janjić.

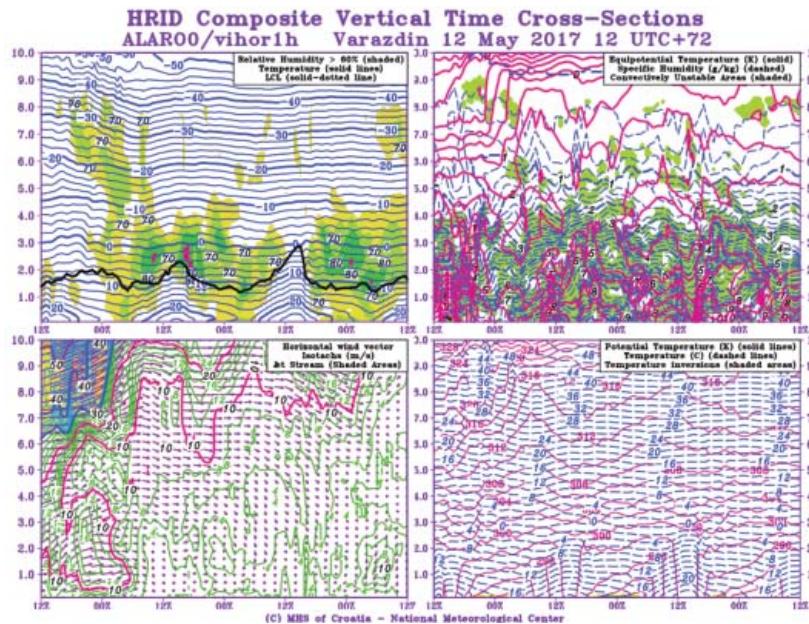
Druga polovica sedamdesetih i osamdesetih godina razdoblje je intenzivne primjene numeričkih metoda (Jurčec, 1979.). Kisegi primjenjuje metodu objektivne analize stanja atmosfere iznad južnih dijelova Europe (1976.). Branković opisuje numeričke metode za vertikalno, horizontalno i vremensko diferenciranje numeričkog modela atmosfere (1981.) na temelju kojega se davala kratkoročna prognoza vremena za područje Jugoslavije. Model je imao osam vertikalnih nivoa, a prognoza se izračunavala za sljedećih 12 sati i 24 sata. Rad Glasnovića (1981.) sadrži teoretski prikaz i primjenu polinomskih metoda za ekstrapolaciju i interpolaciju parametara u objektivnoj analizi vertikalne strukture atmosfere. Lipovšćak uspoređuje nekoliko metoda za izračunavanje sile gradijenta tlaka zraka u sigma koordinatnom sustavu (1978.), a Čapka primjenjuje izentropsku analizu na slučaj ciklogeneze u zavjetrini Alpa (1980.). Istiće se i utjecaj Alpa na modifikaciju polja vjetra i termičke strukture donjih slojeva atmosfere (Jurčec i Čapka, 1981.). Nove spoznaje na području teorije dinamike nastanka i razvoja bure rezultirale su i analizom mogućnosti primjene generalizirane hidrauličke teorije u nekoliko vremenskih situacija s jakom burom na sjevernom Jadranu (Bajić, 1991.). Problem orografskoga utjecaja malih razmjera na polje vjetra tema je i radova Gelo i Pandžić (1981.) te Jurčec, Bajić i Pandžić (1986.), gdje se prikazuje jednostavni numerički model s primitivnim jednadžbama uz prisustvo trenja i površinskog zagrijavanja. Numeričkim modelom strujanja u širokoj rječnoj dolini, primijenjenim na dolinu Save zapadno od Zagreba, ispitana je utjecaj širine doline i gornje granice domene modela na trodimenzionalnu strukturu atmosferskog strujanja u dolini (Bajić, 1984.). Proučavanje valova koji nastaju u zavjetrini planina (Tutiš, 1986.), te numerička simulacija planinskih valova dvodimenzionalnim nelinearnim modelom (Ivančan-Picek, 1986.) predstavljaju doprinos poznavanju utjecaja orografije na atmosfersku cirkulaciju i pojave jakih zavjetrinskih vjetrova. Prva primjena spektralne metode u sinoptičkoj analizi kod nas prikazana je u radu Bajić (1981.), koji se odnosi na proučavanje spektra atmosferskih valova na području Alpa pri jednoj odabranoj vremenskoj situaciji. Pregled dotadašnjega korištenja numeričkih simulacija atmosferskih gibanja u primjenjenoj meteorologiji pokazao je važnost te grane meteoroloških istraživanja za široku primjenu u gospodarstvu (Bajić, 1993.). Uključivanjem Hrvatske u međunarodni razvojno-istraživački projekt ALADIN (vidi Poglavlje 4.) stvorili su se uvjeti korištenja toga numeričkoga mezomodela u predoperativnoj fazi. Prva primjena numeričkog prognostičkog mezomodela ALADIN na određene vremenske situacije ciklogeneze i pojave olujnog vjetra na Jadranu dana je u radovima Brzović (1997.) i Brzović i Strelec Mahović (1999.).

Ovim radovima, kao i brojnim drugim (vidi Bibliografija 1947.–2006.) postavljeni su temelji poznavanju fizike i dinamike atmosfere te fizičkih procesa manjih razmjera, te zamjetno povećana točnost kratkoročne prognoze vremena za područje Hrvatske. Istraživački i razvojni rad doprinio je i spremnosti naših stručnjaka za uvođenje numeričkih modela i njihovu primjenu u operativnom radu ali i ravnopravno sudjelovanje s inozemnim znanstvenicima u njihovu dalnjem razvoju, verifikaciji i interpretaciji. Naime, suvremena prognoza vremena temelji se na primjeni numeričkih modela koji pomoći diferencijalnih jednadžbi opisuju stanje i promjene u atmosferi. Takav pristup zahtijeva vrlo složen sustav koji obuhvaća brzu komunikaciju potrebnu za prikupljanje podataka i velike računalne kapacitete za složene proračune. Razvoj takva prognostičkoga sustava, osobito za male zemlje kao što je Hrvatska, može se provesti samo suradnjom većeg broja zemalja i meteoroloških službi. Sredinom 1990-ih godina u operativni rad uključuju se i mezoskalni numerički modeli atmosfere, pa je tako i Hrvatska, na temelju konvencije koju je 1994. godine potpisalo šest država srednje Europe – Austrija, Češka, Hrvatska, Mađarska, Slovačka i Slovenija – postala jedan od osnivača i punopravran član srednjoeuropskoga regionalnoga prognostičkog centra RC LACE.

Suradnja u okviru ALADIN konzorcija i RC LACE (Bajić i Klarić, 2015.) omogućila je početak predoperativnoga proračuna modelom ALADIN u DHMZ-u krajem 2000. godine, a početak operativnoga sustava ALADIN u ožujku 2002. godine.

Istraživačko-razvojni rad na postprocesnoj obradi produkata modela ALADIN omogućio je 1996. godine operativnu primjenu hrvatskog dijagnostičkog modela HRID (High Resolution Isentropic Diagnosis) (Glasnović, 1990.). HRID je namijenjen postprocesnoj obradi pseudotempova srednjoeuropske verzije mezoskalnoga prognostičkoga modela ALADIN/LACE i izradi objektivne lokalne prognoze. U izradi operativnih prognoza HRID se koristio kao dopuna konvencionalnoj metodi prikaza prognostičkog polja na standardnim razinama tlaka zraka. Ta je metoda uvela i novi pogled na proekte numeričkih modela i prognostički temp ALADIN-a. Taj operativni produkt prikazuje niz standardnih fizikalnih veličina vertikalne strukture atmosfere za sve vertikalne razine integracije modela i za sve vremenske i prostorne korake. Nakon što je iste godine bio uveden i u francuskoj službi Météo-France, HRID se operativno koristio i u više zemalja sudionica projekta ALADIN, a u prognostičkoj službi DHMZ-a koristi se i danas. Na slici 2.1.1. prikazan je jedan od proizvoda modela HRID, koji se temelji na objektivnoj analizi vertikalnih vremenskih presjeka atmosfere i proračunu lokalnih vremenskih promjena niza osnovnih i izvedenih termodinamičkih parametara, te parametara stabilnosti.

Velik doprinos i poticaj dalnjem razvoju dobila je prognostička operativna služba sredinom 70-ih godina. Tada je osnovan Europski centar za srednjoročne vremenske prognoze (ECMWF) kao specijalizirana međuvladina europska stručna agencija, smješten u Readingu u Ujedinjenom Kraljevstvu (Woods, 2006).



Slika 2.1.1. Vertikalni vremenski presjek HRID-a za računsku točku Varaždin, koji se temelji na objektivnoj analizi vertikalnih vremenskih presjeka atmosfere i proračunu lokalnih vremenskih promjena niza osnovnih i izvedenih termodinamičkih parametara za razdoblje od 12. do 15. svibnja 2017. u 12 UTC.

Njegov primarni cilj bio je izrada globalnoga atmosferskoga modela za srednjoročne prognoze vremena, stvaranje i održavanje globalne baze podataka te pomoći u naprednom školovanju kadrova.

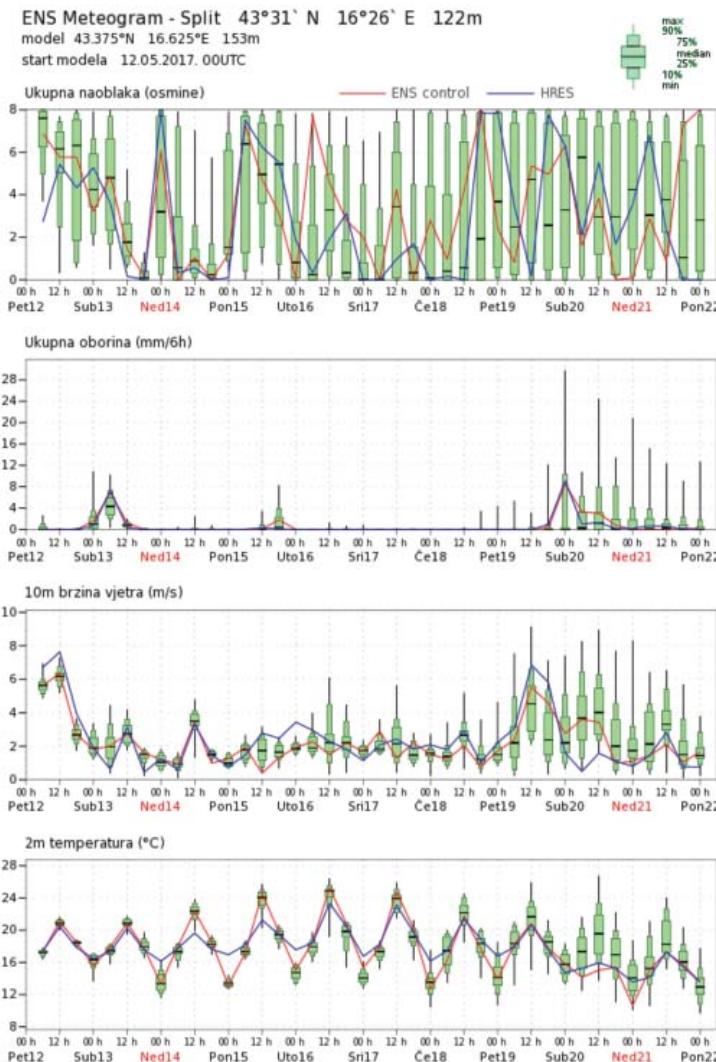
Hrvatska, onda dio Jugoslavije, bila je posredno jedan od njegovih suosnivača. Nakon svojega osamostaljenja, potpisom Ugovora o suradnji potkraj 1995. godine, postaje njegova pridružena članica, a od 1. siječnja 2016. godine i punopravna članica.

Današnji ECMWF-ov prognostički sustav čini nekoliko komponenti: globalni model atmosferske cirkulacije, oceanski model valova, model površinskog sloja tla, globalni model cirkulacije u oceanu te perturbirani modeli asimilacije podataka i ansambla prognoza. Dobiveni rezultati u rasponu su od dana, tjedana do nekoliko mjeseci unaprijed.

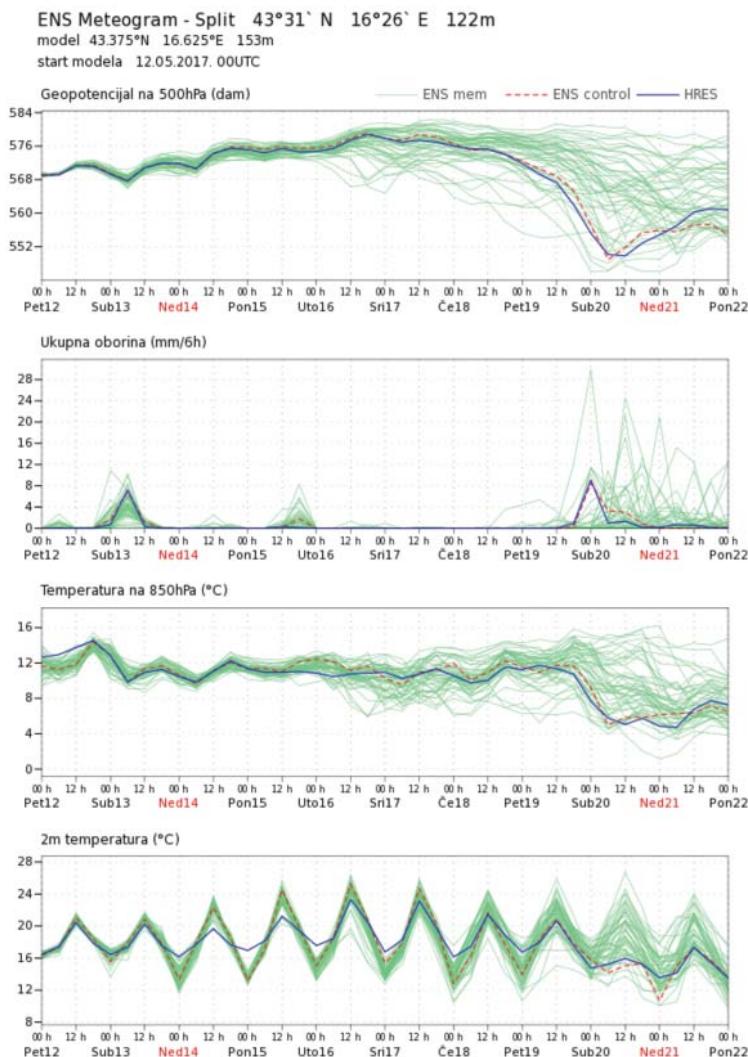
Na slici 2.1.2. prikazan je tzv. ENS (Ensemble forecast) meteogram za Split u razdoblju od 12. do 22. svibnja 2017. u 00 UTC s vjerojatnosnom srednjoročnom prognozom (*probabilistic forecast*) tijeku najvažnijih vremenskih parametara za deset dana unaprijed.

Slika 2.1.3. prikazuje ENS perjanicu (plum), koja opisuje vremenske promjene danih parametara za Split u istom prognostičkom razdoblju. Sadrži 52 krivulje mogućeg ishoda, pri čemu je plava puna linija rezultat integracije trenutnog determinističkog modela.

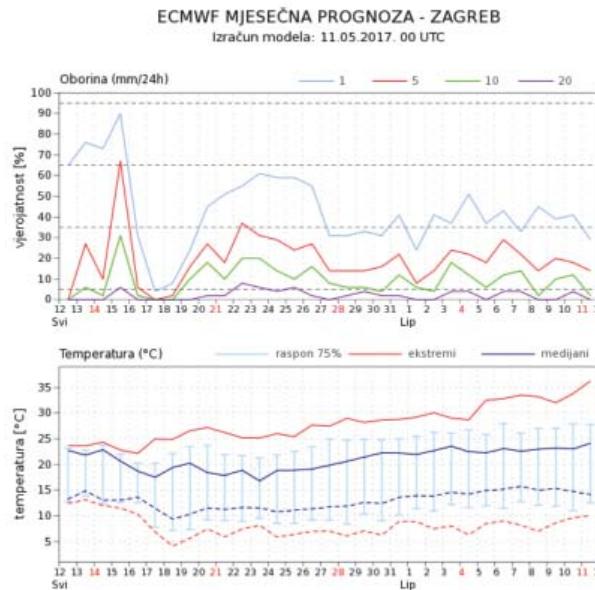
Stabilnost rješenja i vjerojatnost ostvarenja prognoze u izravnoj je vezi sa zgušnjenjem krivulja u prvih pet do sedam dana i njihovim sve većim rasapom prema kraju prognostičkog razdoblja.



Slika 2.1.2. Meteogram ENS (Ensemble forecast) za Split u razdoblju od 12. do 22. svibnja 2017. u 00 UTC.



Slika 2.1.3. ENS perjanica (plum) koja opisuje vremenske promjene danih parametara za Split od 12. do 22. svibnja 2017. u 00 UTC.



Slika 2.1.4. Vjerojatnost da dnevna količina oborine premaši granice od 1, 5, 10 i 20 mm (gore), te dnevni raspon vrijednosti maksimalnih i minimalnih temperatura zraka (dolje) u odabranoj točki modela u mješevnoj prognozi za Zagreb od 12. svibnja do 12. lipnja 2017.



Slika 2.1.5 Posjet kolega iz ZAMG-a, na čelu s Veronikom Zwatz-Meise, prognostičkoj službi DHMZ-a 1997. godine (iz arhive DHMZ-a).

Od veljače 2009. u DHMZ-u se redovito koriste rezultati prognoza istoga modela ENS za 32 dana unaprijed, te izrađuju prognostički materijali koji se osvježavaju svaki tjedan (slika 2.1.4.).

Članstvom u ECMWF-u otvorila se mogućnost dodatnoga školovanja i usavršavanja hrvatskih stručnjaka. Od 1980-ih godina posebna se pozornost posvećuje znanstveno-istraživačkom potencijalu hrvatskih prognostičara i njihovom stalnom usavršavanju. Aktivno sudjelovanje prognostičara u domaćim i međunarodnim znanstvenim projektima (vidi Poglavlje 3.) znatno je pridonijelo razvoju vlastitih metoda i dijagnostičkih alata koji se primjenjuju u svakodnevnom operativnom radu.

Zamjetan napredak i doprinos kvaliteti vrlo kratkoročnih vremenskih prognoza hrvatska prognostička služba doživjela je nakon 1986. godine, kada je počelo sustavno korištenje satelitskih podataka i produkata u svakodnevnom operativnom radu. Tome je uveliko doprinjela i suradnja s kolegama iz ZAMG-a, a posebno s Veronikom Zwatz-Meise (slika 2.1.5).

Sredinom 2001. godine Vlada Republike Hrvatske potpisala je ugovor o suradnji s europskom međuvladinom stručnom agencijom EUMETSAT, specijaliziranom za eksploataciju meteoroloških satelita, čime je Hrvatska početkom 2002. postala njezin pridruženi, a 2007. i punopravni član. Dostupnost satelitskih podataka omogućila je poboljšanje, operativnu primjenu, testiranje i validaciju metoda za prepoznavanje i praćenje razvoja konvektivnih oblaka, magle i niskih oblaka te lociranje šumskih požara (Strelec Mahović, 2011.).

Multispektralna analiza satelitskih slika osobito je korisna u prepoznavanju potencijalno opasnih konvektivnih oblaka, njihovom praćenju i prognozi njihovog razvoja koji je jedan od najzahtjevnijih zadataka u operativnoj prognostičkoj službi. Kratki životni vijek te vrlo složeni fizikalni procesi koji ih formiraju i održavaju, čini ih teško predvidljivima pomoću numeričkih modela. U tom segmentu satelitski podaci daju neprocjenjiv doprinos.



Slika 2.1.6. Razlika refleksije u kanalima 0,6 i 3,9 μm u postocima (lijevo), maksimalni radarski odraz u dBZ (sredina) za 3. srpnja 2007. u 12:15 UTC te električna pražnjenja od 12:00 do 13:00 UTC (desno) (iz Strelec Mahović, 2011.).

Slika 2.1.6. dobar je primjer kako se konvektivni oblak na satelitskim slikama može uočiti u vrijeme dok je radarski signal još razmjerno slab, a usporedba s podacima o električnom pražnjenju pokazuje da iz satelitskih podataka konvektivne stanice mogu biti prepoznate u ranoj fazi razvoja, dok još nema električnih pražnjenja.

Na temelju tih analitičkih i prognostičkih podloga u hrvatskoj prognostičkoj službi izrađuju se vremenska izvješća, opće i posebne prognoze za područja različite veličine (mjesne, regionalne, Hrvatska, Europa) te za prognostička razdoblja različite duljine (vrlo kratkoročne, kratkoročne, srednjoročne, mjesecne). Izvješća o vremenu, prognoze i upozorenja namijenjeni su stalnim i povremenim korisnicima različitog profila i iz raznih gospodarskih grana te iz drugih djelatnosti javnoga i društvenoga života Hrvatske. Za potrebe javnih glasila (radija, televizije, tiska) svakodnevno se izrađuju posebna vremenska izvješća, koja sadrže tekstualni i grafički opis očekivanoga vremenskoga stanja te opću i posebne prognoze za sljedeći dan i izglede vremena za sljedeća tri do četiri dana. U radijskim i televizijskim emisijama prognostičari već dugi niz godina izravno sudjeluju u prezentiranju izvješća.

Mnoge gospodarske aktivnosti ovise o vremenu, a najvažnije među njima su svakako poljoprivreda, energetika, promet, graditeljstvo i turizam.

Procjenjuje se da gotovo 40 % hrvatskoga gospodarstva bitno ovisi o vremenskim prilikama. Ekstremne vremenske prilike u pravilu rezultiraju velikim materijalnim štetama te visokim izravnim i posrednim troškovima. Stoga je posve jasno da informacija o vremenu, klimi te stanju voda i njihovim ekstremima (suše, poplave, olujni vjetar, toplinski valovi i sl.) mora biti sastavni dio svake hrvatske strategije upravljanja i smanjenja rizika od katastrofa. Cjelovit hrvatski sustav obrane od katastrofa obuhvaća i preliminarna planiranja, formalno zaokružena i kroz zakonsku regulativu, i radnje neposredne fizičke zaštite od katastrofa. Pri tome DHMZ, kao institucija zadužena za praćenje, analizu i prognozu budućega stanja atmosfere, voda i tla, mora biti aktivno uključen u programe upravljanja katastrofama (Ivančan-Picek i Tutiš, 2012.).

Rana najava i upozorenje definirani su kao »pravodobna i točna informacija, koju izdaje službena institucija, i koja će omogućiti da se poduzmu određene radnje u cilju izbjegavanja ili smanjenja rizika od opasne prirodne pojave te pripremu za učinkovito djelovanje nakon što opasna pojava prode« (ISDR, 2004.). Sustav rane najave i upozorenja nužno mora sadržavati četiri elementa:

1. poznavanje rizika (informacije o mogućim opasnim pojavama, te procjenu osjetljivosti društva i ljudi na određenu opasnu pojavu),
2. stalno praćenje i priprema prognoza, a po potrebi i upozorenja na nadolazeću nepogodu,
3. izdavanje pravodobnih, pouzdanih i razumljivih upozorenja,
4. planiranje, priprema i edukacijski programi radi smanjenja mogućih posljedica od opasne prirodne pojave.

Takav sustav nužno mora biti zasnovan na jasnim planovima, zakonskoj osnovici, prepoznatljivim stručnim institucijama te koordinaciji svih sudionika od nacionalne do lokalne zajednice. Posebno je važno uvažiti činjenicu da sustav upozorenja mora sadržavati suradnju svih relevantnih institucija odgovornih za različite segmente tog sustava. Primjerice, DHMZ je, kao dio europske i svjetske mreže meteoroloških i hidroloških službi pojedinih zemalja, ključan partner odgovoran za praćenje stanja atmosfere i voda te za analizu i prognozu njihova budućega stanja (npr. Ivančan-Picek i sur., 2016.). Na temelju tih aktivnosti upozorava se na moguća vremenska i hidrološka stanja i pojave koje ugrožavaju živote, materijalna dobra, gospodarstvo i okoliš. Koordinacija i suradnja te uspostava operativnih procedura pri sustavu pravodobne najave i upozorenja je nužna s ostalim institucijama i agencijama uključenim u upravljanje rizicima kao što su Državna uprava za zaštitu i spašavanje, Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, Državni zavod za nuklearnu sigurnost, Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture, kao i različite zdravstvene organizacije, mediji i sl. Sustav rane najave i upozorenja na opasne prirodne pojave zahtijeva i široko multidisciplinarno znanje zasnovano na znanosti i razvoju suvremenih tehnologija.

Prema Zakonu o obavljanju poslova hidrometeorološke službe (Narodne novine 14/1978), upozorenja na opasne vremenske pojave koja izdaje DHMZ jedina su službeno važeća informacija u izvanrednim okolnostima. Pod pojmom opasne vremenske pojave podrazumijevaju se sve pojave koje mogu ugroziti ljudsko zdravље i živote te materijalna dobra. Upozorenja postoje za iznimno jak vjetar, veliku količinu kiše, veliku količinu snijega, poledicu, mogućnost grmljavinskog nevremena, iznimno visoku i iznimno nisku temperaturu zraka, maglu i poplave. U tu kategoriju posebno ulaze i upozorenja na povećanu opasnost od šumskih požara, odnosno požara raslinja na otvorenom prostoru. Ta razna upozorenja DHMZ izdaje za opću javnost putem interneta, televizije i radija te novina.

METOALARM – upozorenja o opasnom vremenu za Europu

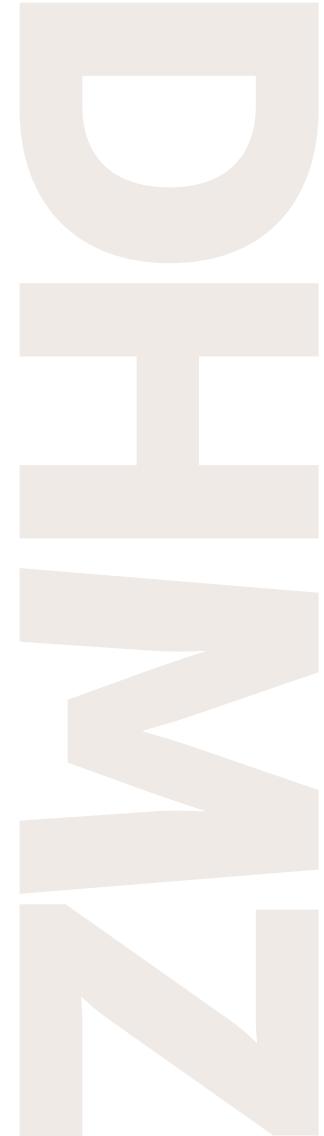
METOALARM jest internetska stranica (<http://www.meteoalarm.eu>) stvorena radi upozoravanja javnosti na opasne vremenske prilike u Europi nastala na temeljima projekta EMMA (European Multiservice Meteorological Awareness). Više od dvadeset europskih zemalja udružilo se da bi se razvila ta jedinstvena inicijativa EUMETNET-a, mreže javnih europskih meteoroloških službi unutar Svjetske meteorološke organizacije. Internetska je stranica u operativnoj funkciji od 23. ožujka 2007., a od 17. srpnja 2009. uvrštena su i upozorenja za Hrvatsku. Sada METEOALARM sadrži upozorenja iz 27 meteoroloških službi pojedinih zemalja, i to na 28 jezika, među njima i na hrvatskomu.

Zašto METEOALARM?

Naša se klima mijenja, pa se ekstremne vremenske prilike mogu događati sve češće, povećavajući opasnost za ljudske živote i nastanak šteta na imovini. Od vremena do vremena oluje, poplave ili lavine mjestimice u Europi dovode do katastrofa, a toplinski valovi posljednjih godina doveli su do gubitka više tisuća života.

Što METEOALARM nudi?

METOALARM je jedinstven servis u Europi koji objedinjuje službene prognoze i najave olujnog vremena meteoroloških službi pojedinih zemalja, lako je dostupan javnosti, jednostavan je i razumljiv svakomu. Sustav koristi simbole i bojom kodirane karte i pomoću njih daje najsvježija upozorenja na očekivano opasno vrijeme za sljedećih 48 sati u većem dijelu Europe. Upozorenja se daju za ove vremenske pojave: jaka kiša s mogućnošću poplava, žestoka grmljavinska oluja, olujni vjetar, toplinski valovi, šumski požari, magla, snijeg ili ekstremna hladnoća s mećavom, lavine te visoke obalne plime.



Svaka je zemlja na karti kodirana bojom koje predstavljaju četiri razine upozorenja: crvena naznačuje najveću opasnost od opasnih vremenskih prilika, slijede narančasta i žuta, a zelena znači da se opasno vrijeme ne očekuje. Internetska stranica nudi također kartu i u sivim nijansama namijenjenu daltonistima.

Nema upozorenja – ne predviđaju se opasne vremenske pojave.

Predviđaju se potencijalno opasne vremenske pojave. Prognozirano vrijeme nije neuobičajeno, ali može poremetiti planiranu djelatnost, ako je ona ovisna o vremenskim uvjetima. Preporuča se oprez uz izbjegavanje nepotrebnih rizika te praćenje meteorološke prognoze.

Predviđaju se opasne vremenske pojave. Prognozirane opasne vremenske pojave javljaju se razmjerno rijetko tijekom godine, a takva su intenziteta da mogu prouzročiti materijalnu štetu i biti opasne po ljude. Preporuča se poseban oprez, praćenje vremenske prognoze i poštivanje savjeta nadležnih državnih službi.

Upozorenje na vrlo opasne vremenske pojave. Prognozirane opasne vremenske pojave javljaju se iznimno rijetko, a takva su intenziteta da mogu prouzročiti veliku materijalnu štetu i biti vrlo opasne po ljude i životinje. Preporuča se povećan oprez te stalno praćenje vremenske prognoze. Obavezno poštivanje savjeta i uputa nadležnih državnih službi.

Razine upozorenja dane su kao jedinstven sustav s jasnim odnosom između meteoroloških pojava, moguće štete i predloženog ponašanja, da bi se te štete ublažile ili izbjegle. Granice razina se razlikuju od regije do regije. Na primjer, snijeg u području Alpa uzrokuje manje poremećaje i štete nego u Lisabonu ili Dubrovniku.

Jednim pogledom moguće je vidjeti gdje u Europi vrijeme može postati opasno. Boje na karti na internetskoj stranici naznačuju žestinu opasnosti i njen mogući učinak. Na karti Europe svaka zemlja sudionica konzistentno je obojena bojom pridijeljenom najvišem trenutnom upozorenju. METEOALARM je također portal prema sustavima upozorenja u pojedinim zemljama: klikom na logo pojedine meteorološke službe dolazi se na internetsku stranicu te meteorološke službe, gdje su dostupne regionalne informacije. Klikom na regiju unutar pojedine zemlje pronaći će se detaljnije informacije o mogućoj opasnosti. To obuhvaća očekivani period za svaki dani događaj, kao i intenzitet opasne pojave. Pozadinske slike na regionalnoj razini istovjetne su s događajem i povezanim potencijalnim rizikom.

Komu je namijenjen METEOALARM?

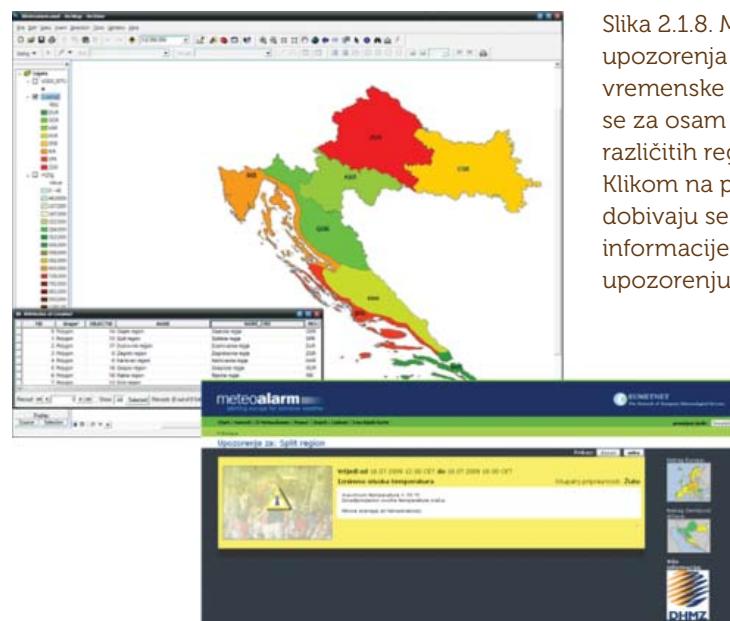
Usluga je namijenjena području Europe, ali može služiti svakome u svijetu i sada je dostupna na 28 jezika. Koristi od tih informacija neće imati samo putnici koji putuju radi posla ili odmora, nego i svi ostali društveni subjekti, s korišću za efikasnije planiranje poslova i aktivnosti na koje opasne vremenske prilike mogu utjecati. Te informacije imaju posebnu važnost za službe civilne zaštite.

METOEOALARM – 17. srpnja 2009. operativni početak u Hrvatskoj

Hrvatska je preko Državnog hidrometeorološkoga zavoda postala članicom EUMETNET-a u 2007. godini, nakon čega je pristupila i većini programa koji se odvijaju u okviru te inicijative, pa tako i METEOALARM-u (slika 2.1.7). Opsežne i složene pripreme za operativno uključivanje u program potrajale su sve do kraja 2008. godine, od kada se svakodnevno izrađuju upozorenja na opasne vremenske pojave u predoperativnoj testnoj fazi. Početak operativne izrade upozorenja za Hrvatsku započeo je 17. srpnja 2009. Upozorenja se izrađuju za osam regija koje se razlikuju po svojim klimatološkim obilježjima (slika 2.1.8.) i dio su cjelokupnoga sustava METEOALARM za Europu.



Slika 2.1.7. Upozorenja METEOALARMa za Europu na internetskoj stranici <http://www.meteoalarm.eu>. Za podrobne informacije o upozorenjima u pojedinoj zemlji potrebno je kliknuti na odabranu zemlju.



Slika 2.1.8. METEOALARM-ova upozorenja na opasne vremenske pojave izrađuju se za osam klimatološki različitih regija u Hrvatskoj. Klikom na pojedinu regiju dobivaju se detaljnije informacije o izdanom upozorenju.

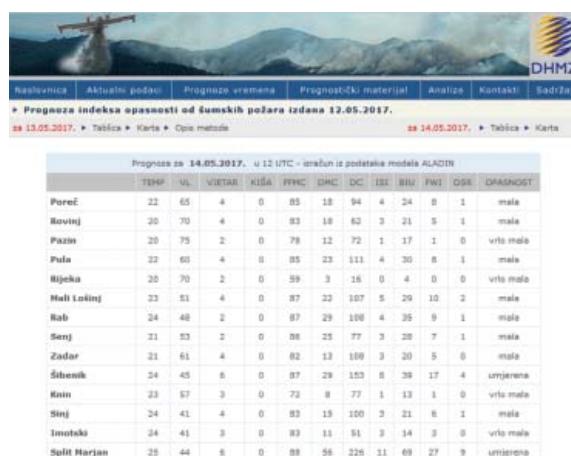
Slika 2.1.9.

Primjer upozorenja na toplinske valove na mrežnim stranicama DHMZ-a.



Slika 2.1.10.

Korisničko sučelje na kojem su prikazani izračuni prognostičkog indeksa opasnosti od šumskih požara za 15. svibnja 2017.



U suradnji s Hrvatskim zavodom za javno zdravstvo (HZJZ) u razdoblju od 1. svibnja do 1. listopada izrađuje se prognoza toplinskih valova koji mogu biti opasni za zdravlje ljudi. Za određivanje stupnja opasnosti na ljude uvažava se minimalna i maksimalna temperatura zraka i trajanje razdoblja s visokom temperaturom. Ta informacija objavljuje se redovito na mrežnim stranicama DHMZ-a za opću javnost (slika 2.1.9.), a zatim ju HZJZ prosjećuje zdravstvenim ustanovama s uputama o postupanju radi sprječavanja nepovoljnih učinaka toplinskih valova na ljude.

U slučaju poplava, DHMZ je dužan, prema Glavnem provedbenom planu obrane od poplava Republike Hrvatske, izdavati upozorenja i Glavnem centru obrane od poplava. Ona sadrže upozorenja o položaju i vjerojatnom smjeru premještanja atmosferskih sustava koji mogu uzrokovati nevrijeme s obilnom količinom oborine, a koja pak može uzrokovati poplave (ponajprije bujične).

Za vrijeme trajanja protupožarne sezone, izrađuju se također i redovite prognoze za priobalno područje namijenjene protupožarnoj aktivnosti, koje se dostavljaju Državnoj upravi za zaštitu i spašavanje (DUZS) – Državnom informacijskom i komunikacijskom sustavu zaštite i spašavanja, te posredno Ministarstvu obrane – Zapovjednom operativnom središtu Glavnog stožera Oružanih snaga Republike Hrvatske/Protupožarnim namjenski organiziranim snagama.

Vjerojatnost pojave požara može se izraziti pomoću *indeksa opasnosti od požara* (više u Poglavlju 2.8.). DHMZ u ljetnom razdoblju svakodnevno izrađuje takav indeks, koji je većinom ovisan o vremenskim prilikama, tj. o temperaturi i vlažnosti zraka, vjetru, te oborini, odnosno količini vlage. Kada požar nastupi, na njegovo širenje presudno utječe smjer i brzina vjetra. Taj indeks izračunava se za tri dana unaprijed (slika 2.1.10.). Na taj se način protupožarnim službama olakšava odabir stupnja pripravnosti.

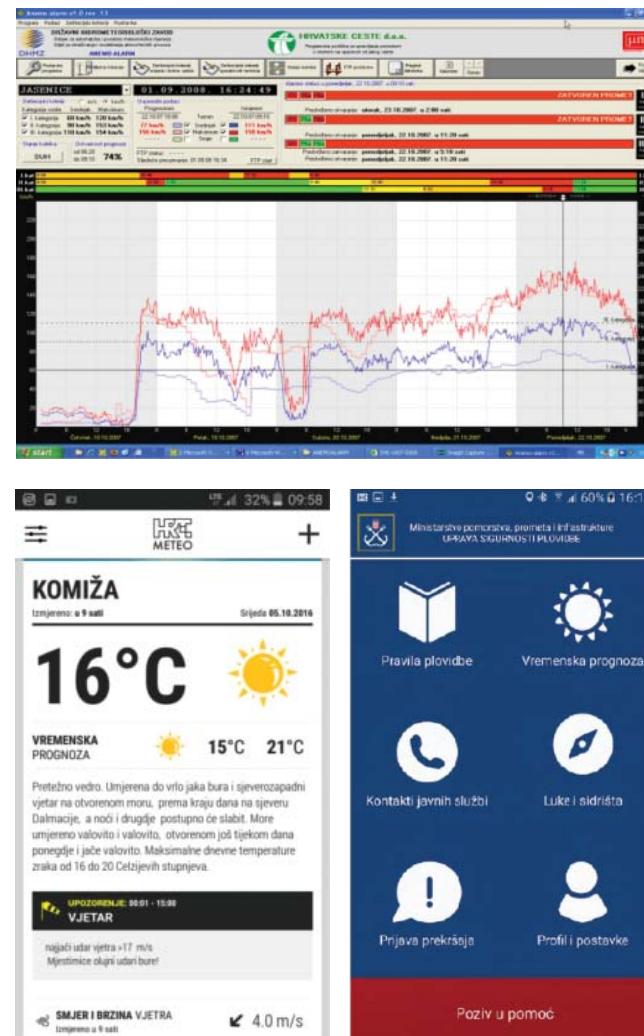
DHMZ u suradnji s Državnim zavodom za radiološku i nuklearnu sigurnost sudjeluje i u hrvatskom i međunarodnom sustavu djelovanja u slučaju nuklearnih nesreća kao redoviti sudionik u vježbama odgovora u slučaju nuklearne nesreće simulirane u nuklearnoj elektrani. Rezultati numeričke prognoze ALADIN svakodnevno se šalju u sustav RODOS (Real-time **O**nline **D**ecisi**O**n **S**upport system).

Uz razvoj informacija i upozorenja na opasne vremenske pojave koja su sastavni dio operativnih aktivnosti DHMZ-a, suradnja s različitim institucijama doprinijela je razvoju i drugih aplikacija potrebnih raznim gospodarskim subjektima i društvu u cjelini (slika 2.1.11.).

Primjer za to je **AnemoAlarm** (Bajić, Ivatek-Šahdan i Žibrat, 2008.), sustav za upravljanje prometom s obzirom na opasnost za vozila zbog jakoga vjetra, razvijen u suradnji s Hrvatskim cestama i tvrtkom Tritonel. Program je u DHMZ-u operativan od rujna 2007. godine (vidi Poglavlje 2.5.).

U suradnji s Hrvatskom radiotelevizijom razvijena je aplikacija za mobilne uređaje **HRT METEO**. Riječ je o jednostavnoj aplikaciji za praćenje vremenskih uvjeta. Među rijetkim je, možda i jedinstvena u ovom dijelu Europe, jer omogućuje subjektivne meteorološke prognoze, i to ne samo za tekući i sutrašnji dan, nego i za dodatna tri dana unaprijed, za čak osam većih područja u Republici Hrvatskoj.

Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture u suradnji s DHMZ-om, a u sklopu programa sigurnosti na moru i sprečavanja pomorskih nezgoda, razvilo je mobilnu aplikaciju **Nautički informacijski servis (nIS)** (<http://www.mppi.hr/default.aspx?id=29353>) koja sadrži redovne prognoze za nautičare Pomorskoga meteorološkoga centra DHMZ-a te numeričku vremensku prognozu visoke rezolucije modelom ALADIN.



Slika 2.1.11. Aplikacije AnemoAlarm, HRT Meteo i nIS.

Aplikacija (na slici 2.1.11.) razvijena je kako bi korisniku u svakom trenutku i na svakom mjestu na Jadranu bili lako dostupni podaci bitni za njegovu vlastitu sigurnost na moru i uz obalu te kako bi na brz i jednostavan način mogao proslijediti lučkim kapetanijama i drugim službama sigurnosti plovidbe i suzbijanja onečišćenja mora, a posebice službi traganja i spašavanja na moru, bitne i detaljne podatke o uočenim pojavama.

Osim stalnoga praćenja i pripreme prognoza i upozorenja na nadolazeću nepogodu i na kraju izdavanje pravodobnih, pouzdanih i razumljivih upozorenja, sustav rane najave i upozorenja nužno mora sadržavati **poznavanje rizika** (informacije o mogućim opasnim pojavama, te procjenu osjetljivosti društva i ljudi na određenu opasnu pojavu). Stalno praćenje stanja atmosfere putem prizemnih meteoroloških postaja, radiosondažnih visinskih mjerena (Zagreb-Maksimir i Zadar-Zemunik), radarskih mjerena te satelitskih mjerena omogućuje brzu identifikaciju opasnih meteoroloških pojava i izdavanje upozorenja. Podaci dugogodišnjih motrenja predstavljaju neprocijenjivu vrijednost pri proučavanju klimatskih prilika i klimatskih promjena, prostorne razdiobe određenih meteoroloških elemenata, procjeni mogućih ekstrema te vjerojatnosti njihova pojavljivanja (DHMZ, 2014.; Klimatski atlas Hrvatske, 2008.). Ti podaci osnova su za izradu **procjene ugroženosti** pojedinoga područja Hrvatske od određene opasne meteorološke pojave.

Razumijevanje uzroka i posljedica ekstremnih događaja naglo se razvilo posljednjih nekoliko desetljeća (Basher, 2006.). To znanje rezultiralo je kartama rizika, građevinskim normama i planiranjem sustava za uzbunjivanje. Procjene osjetljivosti pojedinih dijelova Hrvatske na okolišne pritiske na temelju višegodišnjih mjerena i kombiniranjem više čimbenika omogućuju procjenu izuzetnosti stanja pojedine sezone. Primjer je karta osjetljivosti na sušu, pri čemu su utjecaji dozračene sunčeve energije, količine i varijabilnosti oborine, karakteristika terena i vrste tla i biljnog pokrova – odgovorni za konačnu procjenu osjetljivosti regije na sušu (Perčec Tadić i sur., 2014.). Procjena potreba zaštite nadzemnih dijelova elektrosustava od grmljavine i/ili grmljenja podržana je informacijama temeljenim na analizi tih pojava iz dugogodišnjih opažanja na području Hrvatske i pripadajućom kartom srednjega godišnjega broja dana s opaženim tim pojavama (Perčec Tadić, 2010.). Kratkotrajna i obilna oborina glavni je uzrok erozije tla, ali i bujičnih poplava. Europski projekt izrade karata R-faktora kao pokazatelja opasnosti od erozije uključio je i podatke s 42 hrvatske postaje iz razdoblja 1961.–2012. Italija, Slovenija i Hrvatska, posebno naša obala i planinsko područje, erozijom od kiše najugroženije su regije (Panagos i sur., 2015.), ljeto je sezona s najvišim R-faktorom u kontinentalnoj Hrvatskoj, a jesen na obali (Panagos i sur., 2016.).

U svjetlu klimatskih promjena, poznavanje klimatskog rizika trebalo bi biti dio procesa i pripreme za njegovo ublažavanje. Postoji tendencija podcenjivanja rizika od prirodnih nepogoda, kada se katastrofalni događaj nije dogodio dugo vremena.

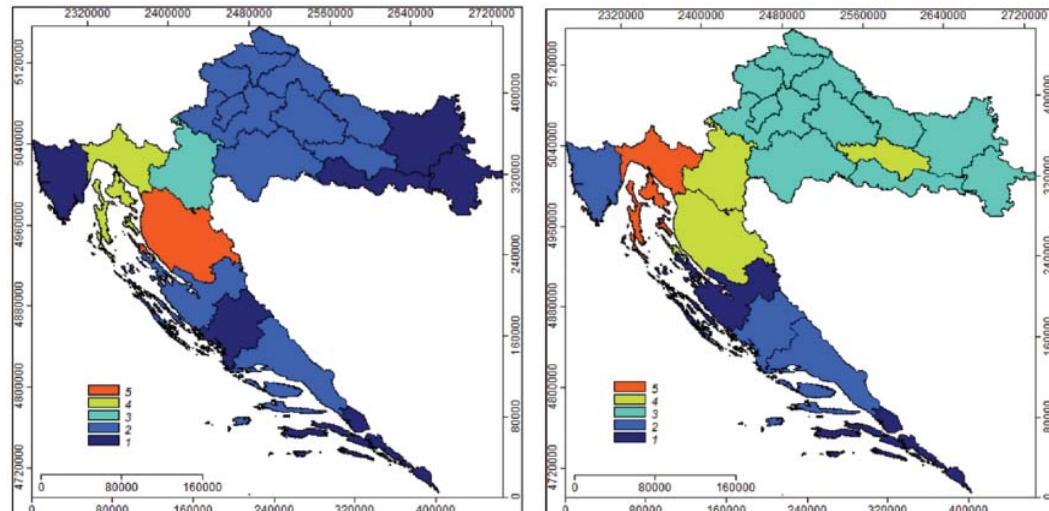
Zbog velike klimatske varijabilnosti i promjena važno je procijeniti rijetke, ali ipak moguće ekstremne događaje s velikim povratnim periodima od desetljeća ili čak stoljeća, kako bi i procjene vjerodostojnosti šteta koje uzrokuju bile realnije. U prilog tomu 2009. godine Republika Hrvatska uspostavlja *Hrvatsku platformu za smanjenje rizika od katastrofa* (<http://www.platforma.hr>) kao stalni forum za razmjenu mišljenja te iznošenje stavova, prijedloga i postignuća koji doprinose smanjenju rizika od katastrofa u svim područjima ljudskog djelovanja. Time se ujedno ispunjava i osnovni cilj hrvatske platforme, da politika smanjenja rizika od katastrofa postane opći prioritet i prioritet lokalne zajednice, sa snažnom institucionalnom osnovom za njenu primjenu uz aktivno učešće DHMZ-a.

Aktivnosti na izradi prve hrvatske opće procjene rizika od katastrofa intenzivirale su se 2013. godine te je ona, osim obveze na razini zemlje i države, i obveza prema Europskoj komisiji. Stoga je Vlada Republike Hrvatske, na sjednici održanoj 12. studenoga 2015., donijela Odluku o donošenju *Procjene rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku* (http://www.platforma.hr/images/dokumenti/Procjena_rizika_RH_svi_FINAL.pdf).

Izradu procjene rizika koordinirala je Državna uprava za zaštitu i spašavanje (DUZS), pri čemu je DHMZ bio aktivni partner u pripremi više odabranih rizika (suša, poplave, požari otvorenog tipa, olujno nevrijeme, ekstremne temperature zraka), te koordinator aktivnosti za rizik snijeg i led (Perčec Tadić, Ivančan-Picek i Bajić, 2015b.).

Posljedice svakoga pojedinoga rizika sagledavane su prema vjerodostojnosti odnosno čestini njegova pojavljivanja, te utjecaja na život i zdravlje ljudi, na gospodarstvo te društvenu stabilnost i politiku. Velike nesreće i katastrofe svoje porijeklo nalaze u širokoj lepezi i prirodnih fenomena i u tehničko-tehnološkim procesima te predstavljaju znatno društveno, ekonomsko i gospodarsko opterećenje za Hrvatsku. Stoga su identifikacija i analiza opasnosti i rizika, analiza posljedica, procjene rizika i matrice s osvrtom na moguće velike prirodne i tehnološke prijetnje, pri čemu se u obzir uzimaju i buduće posljedice klimatskih promjena, najvažnije komponente okvira Europske unije za prevenciju katastrofa i politiku prevencije na svim razinama vlada država članica. Među tim komponentama vrlo važnu ulogu igraju i izrada scenarija, mjere za upravljanje rizicima te redovite revizije.

Procjena rizika, kao i svaka sljedeća donesena, predstavlja vrlo važan dokument i temelj rada za buduće djelovanje na smanjenju rizika od katastrofa u Republici Hrvatskoj. Koraci koji slijede jesu procjena kapaciteta upravljanja rizicima te izrada *Strategije za smanjenje rizika od katastrofa* poslije kojih će se donositi i konkretni akcijski planovi.



a)

b)

| klasa | S_k [kNm^{-2}] | klasa | poledica [N] |
|-------|-----------------------------|-------|--------------|
| 1 | 0.51–1.00 | 1 | 3–17 |
| 2 | 1.00–1.49 | 2 | 17–30 |
| 3 | 1.49–1.98 | 3 | 30–44 |
| 4 | 1.98–2.47 | 4 | 44–57 |
| 5 | 2.47–3.96 | 5 | 57–72 |

Slika 2.1.12. a) Karta prijetnje snijegom; b) karta prijetnje ledom
(iz Perčec Tadić, Ivančan-Picek i Bajić, 2015b.).

Procjena rizika od snijega i leda u Hrvatskoj

Gotovo svake godine u zimskom razdoblju pojavljuju se štete na građevinama, prometne nesreće i prekidi u odvijanju prometa te prekidi u opskrbni uslugama (struja, telekomunikacije) uzrokovani iznenadnim ili velikim količinama snijega i leda. U razdoblju 1996.–2014. u Hrvatskoj su prijavljene štete od snijega i leda u rasponu od 0,8 mil. kn do 2,6 mldr. kn, koliko su iznosile štete od ledene kiše u Gorskom kotaru u veljači 2014. godine. Radi kvalitetne pripreme za reakciju na poteškoće koje te prirodne nepogode mogu izazvati u društvu te kako bi se moglo pristupiti finansijskim sredstvima EU dodijeljenima za te svrhe, odlučeno je da procjena rizika od snijega i leda bude sastavni dio *Procjene rizika od katastrofa u Republici Hrvatskoj* (http://www.platforma.hr/images/dokumenti/Procjena_rizika_RH_svi_FINAL.pdf).

Za potrebe izrade procjene rizika od snijega i leda izrađene su dvije karte prijetnji, prva za prijetnju od snijega i druga za prijetnje zbog poledice. Te karte bile su osnova za izradu karte rizika od snijega i leda.

Karte prijetnje snijegom i ledom

Osnova za izradu karte prijetnje snijegom (slika 2.1.12a.) jest karta karakterističnoga opterećenja

snijegom (Perčec Tadić, Zaninović i Sokol Jurković, 2015.). Vrijednost karakterističnoga opterećenja snijegom (kNm^{-2}) odgovara težini snijega, što je parametar povezan sa štetama na građevinama ili s njihovim rušenjem. Srednja vrijednost karakterističnoga opterećenja prikazana je za pojedine županije. Karta prijetnje od leda (slika 2.1.12b.) izrađena je na temelju podataka o srednjem godišnjem broju dana s poledicom za odabranu postaju svake županije. Samim tim procjena ima nesigurnost povezana s izborom meteorološke postaje, za razliku od karte prijetnje snijegom, koja je izrađena korištenjem više postaja u pojedinoj županiji.

Karakteristična opterećenja klasificirana su u pet klase jednake širine kojima su pridružene vrijednosti od 1 do 5, što odgovara maloj do velikoj prijetnji, po županijama. Karte prijetnji odražavaju klimatske osobitosti Hrvatske. Prijetnji su izloženje Ličko-senjska, Primorsko-goranska i Karlovačka županija, ali i Požeško-slavonska s kontinentalnom klimom.

Meteorološka podloga *Procjeni rizika od katastrofa* u dijelu rizika od snijega i leda jasno je identificirala najugroženija područja od ovih rizika. Utvrđeni su najočekivaniji iznosi prijavljenih šteta (1–10 mil. kn) i maksimalni (oko 2,6 mld. kn), kao i najugroženiji dijelovi gospodarstva i infrastrukture (elektroenergetski i prometni sektor te šume).

Osjetljivost na opasnosti prirodnoga podrijetla povećava se zbog djelovanja mnogih čimbenika, poput neadekvatnoga urbanističkoga planiranja, urbanizacije, neadekvatnoga upravljanja prirodnim resursima, zbog uništavanja okoliša, ubrzanih klimatskih promjena i činjenice da sve više ljudi živi u izloženim područjima. Smanjenje rizika od prirodnih nepogoda može se postići razvojnom politikom i strategijom koja treba uvažiti prilagodbu na klimatske promjene kao i dobru praksu razvijenijih zemalja EU. Sustav rane najave opasnih meteoroloških i hidroloških pojava mora biti dio sustava upozorenja u zemlji. Neophodna je i koordinacija svih sudionika od razine cijele zemlje do lokalne zajednice. Razorne posljedice katastrofa od prirodnih nepogoda mogu se često povezati s nedostacima u razvojnoj strategiji društva. Loše planiran razvoj često pretvara prirodne opasnosti u katastrofe. Stoga je u razvijenim sredinama općeprihvaćen ciklus upravljanja katastrofama podijeljen u upravljanje **krizom** i upravljanje **rizikom**. Kod upravljanja krizom naglasak je na procjeni posljedica katastrofe, reakciji, oporavku i obnovi, dok je kod upravljanja rizikom naglasak na poduzimanju mjera pripravnosti i prevencije kroz spremnost zajednice na određenu prirodnu opasnost, njezino predviđanje i pravovremeno upozoravanje.

Sustav rane najave i upozorenja na opasne prirodne pojave zahtjeva i široko multidisciplinarno znanje zasnovano na znanosti i razvoju suvremenih tehnologija. Nužno je i neprekidno jačati stručne i tehnološke kapacitete u praćenju i prognozi olujnih pojava.

Na razini zemlje potrebno je odrediti nove kriterije za definiranje elementarne nepogode ovisno o osjetljivosti određenoga područja. Uz meteorologe, pri izradi i uspostavi novih kriterija, moraju sudjelovati i stručnjaci iz drugih institucija u Hrvatskoj, kao što su primjerice Državna uprava za zaštitu i spašavanje, koji raspolažu podacima o posljedicama i štetama nastalima zbog neke opasne vremenske pojave. Neophodno je uspostaviti jedinstvenu bazu podataka o elementarnim nepogodama i katastrofama, koja će omogućiti daljnja istraživanja i razvoj sustava upozorenja.

U kontekstu smanjenja cjelokupnoga rizika, kao i uzimanja u obzir rastuće rizike povezane s klimom, razvoj meteorološke i hidrološke službe kao potpora srednjoročnom i dugoročnom planiranju ključni je aspekt smanjenja rizika (Perčec Tadić, Ivančan-Picek i Bajić, 2015a.). Može se očekivati da će se dalnjim napretkom znanosti i tehnologije u narednom desetljeću povećati točnost meteorološke i hidrološke informacije i prognoze, pa će i doprinos DHMZ-a cjelokupnom sustavu upravljanja katastrofama biti još važniji.

Potpuna zaštita od prirodnih nepogoda nije moguća, a teško da će biti i u budućnosti. Njihova rana najava kao i prilagodba i spremnost društva da ublaži posljedice nužan su uvjet za smanjenje šteta od određene prirodne nepogode. Svaka nova pojava nekoga ekstremnoga vremenskoga ili hidrološkoga događaja zahtjeva detaljnu stručnu analizu kako bi se povećalo razumijevanje njegovih uzroka i poduzele radnje da se posljedice sličnih mogućih događaja smanje. Svakodnevno se na DHMZ-u zaprimaju i rješavaju zahtjevi za meteorološkim podacima i analizama vezanim uz pojavu nekoga događaja koji je uzrokovao materijalnu štetu ili čak i ljudske žrtve. Takve *forenzične analize* traže vrlo odgovoran pristup u izradi elaborata i potvrda za potrebe sudova, osiguravajući društava i drugih gospodarskih subjekata i pojedinaca. Najčešće takve analize zahtjevaju složenu analizu svih raspoloživih podataka meteoroloških i hidroloških mjerjenja, a nerijetko i korištenje numeričkih modela da bi se dobio detaljniji pregled ekstremnog događaja na mjestima gdje nema dovoljno mjerjenja.

Posebne analize radene su u slučaju velikih katastrofa kao što su primjerice bili požar na Kornatima i poplava u dolini Save i pritoka. Po odluci ministra unutrašnjih poslova imenovana je interdisciplinarna ekspertna skupina za analizu okolnosti požara koji se dogodio na otoku Kornatu 30. kolovoza 2007. godine. Stručnjaci DHMZ-a bili su zaduženi za analizu meteoroloških uvjeta koji su bili na Kornatu i prikaz ostalih relevantnih meteoroloških podataka povezanih s požarom (vidi Poglavlje 2.8.). Rezultati tih analiza i istraživanja sažeti su u radu Vučetić i sur. (2007.). Simulacije vertikalne strukture atmosfere ukazale su na vremenske uvjete u donjim slojevima troposfere povoljne za razvoj i širenje požara na Kornatu. Labilna stratifikacija graničnog sloja atmosfere pogodovala je uzlaznim gibanjima. Naglo povećanje brzine vjetra na $12\text{--}14 \text{ ms}^{-1}$ ($43\text{--}50 \text{ kmh}^{-1}$) u prvih 100 do 200 metara visine od srednje morske razine ukazuje na nisku mlaznu struju i vrlo jako vertikalno smicanje vjetra, a velike vrijednosti turbulentne kinetičke energije na jaku turbulenciju.



Iznad toga formirao se sloj temperaturne inverzije debljine oko 300 m koji je priječio daljnja uzlazna gibanja donjeg sloja. U sloju inverzije brzina vjetra naglo se smanjila s okretanjem vjetra od jugoistočnog na južni smjer. Budući da je najveća količina vlažnog zraka prodrla samo do približno 500 m visine, na dan požara nije bilo jačega konvektivnoga razvoja oblaka. U tom radu po prvi je put i kod nas ukazano na dva vremenska pokazatelja – na nisku mlaznu struju i na približavanje hladne fronte – koji bi mogli upozoriti na izvanredno ponašanje požara raslinja.

Po odluci Vlade Republike Hrvatske o proglašenju katastrofe, Državna uprava za zaštitu i spašavanje bila je zadužena da, u suradnji s ostalim sudionicima, izradi izvješće o poduzetim aktivnostima u provedbi mjera zaštite i spašavanja u poplavi na području Vukovarsko-srijemske županije u svibnju i lipnju 2014. godine. Cilj izvješća bio je prikazati poduzete preventivne i planske aktivnosti prije proglašenja katastrofe, operativne mjere poduzete na spašavanju ljudi, životinja, materijalno-tehničkih i kulturnih dobara te provedbu sanacije terena nakon poplava, angažirane ljudske, materijalne i finansijske resurse uz potrebne i obavljene aktivnosti, te predložiti preporuke za unapređenje kod takvih i sličnih velikih nesreća i katastrofa. Analiza meteoroloških i hidroloških prilika bila je i taj put vrlo važan dio izvješća. Rezultati tih analiza prikazani su i na VI. konferenciji Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa (Oskoruš i sur., 2014.; Strelec Mahović, Renko i Tutiš, 2014.).

Krajnji cilj svake meteorološke prognostičke službe jest uspješna i trajno pouzdana prognoza vremena, te pravodobna upozorenja na nailazak atmosferskih promjena koje mogu biti opasne za živote ljudi ili uzrokovati štetu na njihovoj imovini. Nužan uvjet za ostvarivanje toga cilja jest daljnji razvoj numeričkih prognostičkih modela atmosfere različitih razmjera – kako globalnih tako i modela za ograničeno područje. To obuhvaća ne samo bolje uračunavanje fizikalnih procesa i njihova horizontalnoga i vertikalnoga razlaganja, nego i produljenje prognostičkoga razdoblja. Pri tom daljnje poboljšanje uspješnosti numeričkih prognostičkih modela ponajviše ovisi o asimilaciji podataka motrenja ne samo u lokalnim već i u planetarnim razmjerima. Tomu će uvelike pridonijeti daljnji i sve brži razvoj satelitske, radarske i računalne tehnologije, sve brže telekomunikacijske veze, te sve kvalitetnija mreža motrenja na razini WWW-a (WWW – World Weather Watch, Svjetsko meteorološko bdjenje). Budućnost prognostičke službe Hrvatske u najvećoj je mjeri vezana s praćenjem i primjenom novih modernih tehnologija i znanstvenih dostignuća. Primjerice, sveobuhvatnim korištenjem proizvoda meteoroloških satelita druge generacije (MSG), radarskim pokrivanjem cijelokupnog područja Hrvatske, proširenjem mreže automatskih meteoroloških postaja te aktivnim sudjelovanjem naših meteorologa u razvojno istraživačkim projektima na europskoj i svjetskoj razini.

Zahtjevi upućeni meteorološkoj službi i u budućnosti će biti slični kao i do sada: da prognoza bude što točnija te da se što više poveća vremenski razmak od trenutka izdavanja upozorenja na opasnu vremensku pojavu do samog trenutka ostvarenja te pojave (engl. *lead time*). Stoga, osim tehničkog i znanstvenog napretka, budućnost hrvatske meteorološke službe vezana je i uz stalnu edukaciju meteorologa s obzirom da se u svijetu već naziru jasni trendovi u poimanju nove uloge meteorološke struke kao važnog čimbenika u integriranim multidisciplinarnim informacijskim sustavima koji svoju važnu primjenu imaju upravo u području sigurnosti i zaštiti ljudi i materijalnih dobara.



Literatura:

- Bajić, A., 1981: Primjena harmoničke analize u meteorologiji. *Zbornik radova III. znanstvenog skupa Numeričke metode u tehniči*, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 395–401.
- Bajić, A., 1984: Strujanje u gornjem dijelu doline Save prema modelu Wippermanna. *Rasprave*, **28**, 21–36.
- Bajić, A., 1991: Application of a generalized hydraulic theory to the severe northern Adriatic bora. *Meteorologische Rundschau*, **44**, 129–133.
- Bajić, A., 1993: Wind field simulation in meteorological applications in Croatia. *Hrvatski meteorološki časopis*, **28**, 7–17.
- Bajić, A., S. Iivatek-Šahdan i Z. Žibrat, 2008: ANEMO-ALARM iskustva operativne primjene prognoze smjera i brzine vjetra. *Zbornik radova Trećeg savjetovanja o održavanju cesta Održavanje cesta 2008*, Juriša, J. (ur.). GIU Hrvatski cestiar, Zagreb, 109–114.
- Bajić, A. i D. Klarić, 2015: 20 godina sudjelovanja Hrvatske u ALADIN i RC LACE projektima. *Hrvatski meteorološki časopis*, **50**, 17–45.
- Branković, Č., 1981: Numerički model za kratkoročnu prognozu vremena i njegova primjena. *Zbornik radova III. znanstvenog skupa Numeričke metode u tehniči*, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 341–358.
- Brzović, N., 1997: Numerička simulacija olujnih vjetrova u Hrvatskoj. Magistarski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 97 str.
- Brzović, N. and N. Strelec Mahović, 1999: Cyclonic Activity and Severe Jugo in the Adriatic. *Physics & Chemistry of the Earth, Part B: Hydrology Oceans & Atmosphere*, **24**, 6, 653–657.
- Čapka, B., 1980: Izentropska analiza ciklogeneze u zavjetrini Alpa. Magistarski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 85 str.
- DHMZ, 2007: Bibliografija zaposlenika Državnog hidrometeorološkog zavoda u razdoblju 1947. –2006.: Šezdeset godina postojanja hidrometeorološke službe u Republici Hrvatskoj. Ivančan-Picek, B., I. Mihovilić, L. Machala (ur.), DHMZ, Zagreb, 250 str.

- DHMZ, 2014: 160 godina meteoroloških motrenja u Hrvatskoj. Pandžić, K., Z. Žibrat (gl. ur.), DHMZ, Zagreb, 241 str.
- Gelo, B. i K. Pandžić: 1981: Numerička simulacija prizemnog polja vjetra uslijed orografskih efekata u mezorazmjerima. *Zbornik radova III. znanstvenog skupa Numeričke metode u tehnici*, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 387–394.
- Glasnović, D., 1981: Primjena polinomskih metoda u objektivnoj izentropskoj analizi. *Zbornik radova III. znanstvenog skupa Numeričke metode u tehnici*, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 359–366.
- Glasnović, D., 1990: Isentropic high resolution time cross-section based on polynomial hydrostatic adjustment technique. *Rasprave – Papers*, **25**, 69–76. <http://klima.hr/razno.php?id=publikacije¶m=atlas>
- ISDR, 2004: Terminology basic terms of disaster risk reduction. International Strategy for Disaster Reduction Secretariat, Geneva. <http://www.unisdr.org/eng/library/lib-terminology-eng%20home.htm>
- Ivančan-Picek, B., 1986: Numerička simulacija strujanja zraka preko planinskog terena mezorazmjera. *Rasprave*, **21**, 13–19.
- Ivančan-Picek, B. i V. Tutiš, 2012: Uloga i značenje Državnog hidrometeorološkog zavoda u obrani od katastrofa. *Zbornik radova IV. Konferencije Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa*, 35–42.
- Ivančan-Picek, B. i sur., 2016: Integriranje upozorenja o vremenskim ekstremima u upravljanju rizikom od katastrofa. *Zbornik radova 9. Međunarodne znanstveno-stručne konferencije Dani krznog upravljanja*, Toth, I. (ur.), Veleučilište Velika Gorica, Velika Gorica, 193–197.
- Jurčec, V. i Č. Branković, 1975: Objektivna prognoza vremena. Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske, Zagreb, 60 str.
- Jurčec, V., 1979: Numeričke metode u prognozi vremena-problematika. *Zbornik radova I. znanstvenog skupa Numeričke metode u tehnici*, Elektrotehnički fakultet, Zagreb, 303–312.
- Jurčec, V. i B. Čapka, 1981: Ispitivanje orografskog utjecaja Alpa na atmosferske mezosisteme s različitim koordinatama. *Zbornik radova III. znanstvenog skupa Numeričke metode u tehnici*, Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 367–378.

Jurčec, V., A. Bajić i K. Pandžić, 1986: Simulacija bure i juga na srednjem Jadranu. *Hidrografska godišnjak, 1984–1985*, 59–65.

Kisegi, M., 1976: Primjena metoda objektivne analize stanja atmosfere iznad južnih dijelova Europe. Magistarski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 102 str.

Lipovšćak, B., 1978: Usporedba nekoliko metoda za izračunavanje sile gradijenta tlaka u sigma koordinatnom sustavu. Magistarski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 49 str.

Oskoruš, D., T. Vujnović, Ž. Klemar i T. Jurina, 2014: Poplave tijekom 2014. godine u Republici Hrvatskoj – pouke i obveze. *Zbornik radova VI. Konferencije Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa*, 41–52.

Panagos, P. et al, 2015: Rainfall erosivity in Europe. *Sci. Total Environ.*, **511**, 801–814.

Panagos, P. et al, 2016: Monthly Rainfall Erosivity: Conversion Factors for Different Time Resolutions and Regional Assessments. *Water*, **8**, 119. doi: 10.3390/w8040119.

Perčec Tadić, M., 2010: Analiza srednjeg godišnjeg broja grmljavinskih dana u razdoblju 1971–2000. na području Hrvatske. *Zbornik radova elektroinženjerskog simpozija Dani Josipa Lončara*, Srb, N. (ur.), 134–39.

Perčec Tadić, M., M. Gajić-Čapka, K. Zaninović and K. Cindrić, 2014: Drought vulnerability in Croatia. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 31–38.

Perčec Tadić, M., K. Zaninović and R. Sokol Jurković, 2015: Mapping of maximum snow load values for the 50-year return period for Croatia. *Spat. Stat.*, **14**, 53–69.

Perčec Tadić, M., B. Ivančan-Picek i A. Bajić, 2015a: Procjena rizika od prirodnih katastrofa meteoroloških uzroka. *Zbornik radova skupa Dani IPP-a*, Cetl, V., Lj. Marić (ur.), Državna geodetska uprava, Zagreb, 22–22.

Perčec Tadić, M., B. Ivančan-Picek i A. Bajić, 2015b: Meteorološka podloga procjeni rizika od snijega i leda u Republici Hrvatskoj. *Zbornik referata 12. savjetovanja HRO CIGRE*, Filipović-Grčić, B. (ur.), Hrvatski ogrank CIGRÉ, Zagreb, 1–8.

Sijerković, M., 2009: Hrvatski vremenoslovci. DHMZ, Zagreb, 281 str.

- Strelec Mahović, N., 2011: Prepoznavanje konvektivnih oblaka, magle i niskih oblaka te lociranje šumskih požara multispektralnom analizom satelitskih slika. Doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 113 str.
- Strelec Mahović, N., T. Renko i V. Tutiš, 2014: Meteorološka analiza katastrofalne poplave donjem toku rijeke Save u svibnju 2014. godine. *Zbornik radova VI. Konferencije Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa*, 53–62.
- Tutiš, V., 1986: Valovi u zavjetrini planine. Magistarski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 117 str.
- Vučetić, V. i sur., 2007: Analiza vremenske situacije tijekom kornatskog požara 30. kolovoza 2007. *Hrvatski meteorološki časopis*, **42**, 41–65.
- WMO, 2006: Preventing and mitigating natural disasters. Ref. 993.
- Woods, A., 2006: Medium-range Weather Prediction. Springer, 270 str.
- Zaninović, K. i sur., 2008: Klimatski atlas Hrvatske / Climate atlas of Croatia 1961–1990, 1971–2000. DHMZ, Zagreb, 200 str.

2.2

Klima i klimatske promjene

Ksenija Cindrić Kalin, Lidija Cvitan,
Marjana Gajić-Čapka, Ivan Güttler,
Melita Perčec Tadić, Lidija Srnec,
Ksenija Zaninović

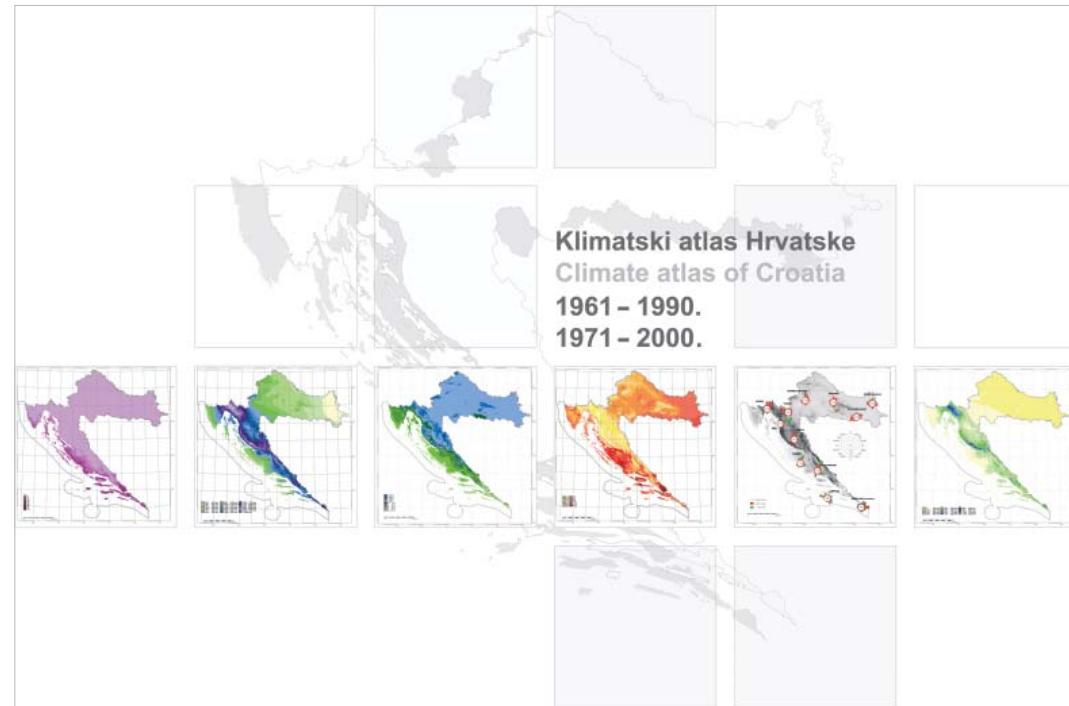
Istraživanje klime Hrvatske izazov je za klimatologe zbog velike prostorne raznolikosti prosječnoga stanja atmosfere u duljem vremenskom razdoblju, 30-godišnjemu za srednje vrijednosti (npr. mjesecne, sezonske, godišnje) ili duljemu za ekstremne vrijednosti (npr. za kratkotrajne količine oborine oko 50 godina). Naime, osim što klimu Hrvatske određuje njezin položaj u sjevernim umjerjenim širinama i pripadni vremenski procesi velikih i srednjih razmjera, ona je prvenstveno modificirana utjecajem Jadranskoga i šire Sredozemnoga mora, orografijom Dinarida s njihovim oblikom, nadmorskom visinom i položajem prema prevladavajućem strujanju, otvorenosću sjeveroistočnih krajeva prema Panonskoj ravnici te raznolikošću biljnog pokrova.

Više je načina istraživanja klime, od motrenja i praćenja klimatskih parametara nekoga mjesta (klimatografija), vremenskih promjena klime, dinamičke klimatologije kojom se istražuju uzroci postojanja različitih klima, do primjenjene klimatologije koja služi za rješavanje problema u različitim gospodarskim granama (Penzar i Makjanić, 1978.; Penzar i sur., 1996.). U novije vrijeme može se govoriti i o posebnoj grani klimatologije kojom se istražuju klimatske promjene. U DHMZ-u zastupljeni su svi nabrojeni načini klimatološkoga istraživanja, osobito primjenjena klimatologija. Naime, klimatološke analize neophodne su podloge u raznim studijama utjecaja na okoliš, posebno u prostornom planiranju i graditeljstvu, energetici, poljoprivredi te u vodnom gospodarstvu (vidi Poglavlja 2.3., 2.4., 2.8. i 2.9.).

Za proučavanje klime nekoga područja osnovna je raspoloživost kvalitetnih mjerena klimatoloških elemenata iz dugogodišnjeg razdoblja, a homogenost klimatskih podataka koja se osigurava obavljanjem mjerena i opažanja uvijek u istim uvjetima neophodna je za proučavanje klimatskih promjena. Kvalitetu i homogenost mjerena narušava čak i manja promjena lokacije postaje, gradnja objekata u blizini, uklanjanje ili sadnja drveća i sl. Prema preporukama Svjetske meteorološke organizacije, potrebni su barem 30-godišnji nizovi podataka za ocjenu klime nekoga područja, pri čemu tzv. klimatske normale predstavljaju srednje vrijednosti klimatoloških parametara za 30-godišnja razdoblja.

Usporedba sadašnje normale s normalom prethodnoga razdoblja daje uvid u klimatske anomalije, a normale se koriste i u prediktivne svrhe ukazujući kakve se klimatske prilike mogu očekivati na određenom području (WMO, 2007.). Prema preporuci WMO-a definirane su i tzv. standardne klimatske normale za razdoblja 1931.–1960., 1961.–1990., 1991.–2020. U skladu s mogućnostima meteoroloških službi pojedinih zemalja, za ta se razdoblja pripremaju klimatski atlasi, temeljne publikacije meteoroloških službi pojedinih zemalja s klimatskim kartama, grafikonima i opisom klime područja. Tako su se 1963. godine počeli prikupljati klimatološki podaci za klimatski atlas Jugoslavije za razdoblje 1931.–1960. (HMS, 1969.). Prema raspoloživim podacima izrađen je i Atlas klime Hrvatske (Kirigin i sur., 1977.).

Razvojem GIS-a (geografskog informacijskoga sustava), početna istraživanja objektivnih metoda interpolacija klimatoloških elemenata dovela su do razvoja novoga tipa klimatoloških produkata—digitalnih klimatskih karata za područje Hrvatske (Perčec Tadić i Pandžić, 2002.). Prva digitalna karta srednje godišnje količine oborine (Gajić-Čapka i sur., 2003.) i karta srednje godišnje temperature zraka (Zaninović, Srnec i Perčec Tadić, 2004.) izrađene su na zahtjev Hrvatskih voda za potrebe izrade vodne bilance Hrvatske. Slijedeći upute Svjetske meteorološke organizacije i preporuku izdavanja klimatskih atlasa za 30-godišnja klimatska razdoblja, 2008. objavljen je Klimatski atlas Hrvatske 1961.–1990., 1971.–2000. na hrvatskom i engleskom jeziku, u čijoj je četverogodišnjoj izradi sudjelovalo 18 autora DHMZ-a (Zaninović i sur., 2008.). Atlas osim tekstova i grafikona o klimatskim karakteristikama Hrvatske sadrži i analize tipova vremena, izvedene parametre iz agrometeorologije i humane biometeorologije i dvadeset četiri karte mjesecnih, sezonskih ili godišnjih srednjih vrijednosti klimatoloških parametara za razdoblje 1961.–1990. raspoloživih i u digitalnom rasterskom formatu (Perčec Tadić, 2010.). Klimatski atlas daje fundamentalni doprinos poznavanju prirodnih karakteristika Hrvatske, rjezina klimatskoga potencijala ali i ranjivosti te se koristi u različitim područjima društva i gospodarstva (Perčec Tadić i sur., 2014.; Pilaš i sur., 2016a. i 2016b.).



Slika 2.2.1. Klimatski atlas Hrvatske, 1961.–1990., 1971.–2000.
(Zaninović, K. i sur., 2008., DHMZ, 200 str.).



Slika 2.2.2. Promocija monografije *Zavižan između snijega, vjetra i sunca* na Glavnoj meteorološkoj postaji Zavižan, 27.9.2003. (dr. sc. Marjana Gajić-Čapka predstavlja monografiju, desno od nje Ante Vukušić, motritelj, lijevo od nje dr. sc. Dražen Poje, načelnik Centra za meteorološka istraživanja) (iz arhive DHMZ-a).

Klimatski podaci za potrebe korisnika analiziraju se i iz novijih 30-godišnjih razdoblja, npr. 1971.–2000. ili 1981.–2010. Takvi prikazi sadašnje klime su neizostavna podloga za ocjenu klimatskih modela i pouzdanosti klimatskih projekcija. Primjer su digitalne karte dnevne količine oborine (Isotta i sur., 2014.) za razdoblje 1971.–2000. koje predstavljaju osnovu za ocjenu oborinskih klimatskih karakteristika orografski kompleksnoga širega alpskog područja, te ocjenu klimatskih modela. Izrada digitalnih karata dnevne ili čak satne vremenske rezolucije kompleksnija je od izrade karata klimatskih normala, ali i veliki trenutni izazov (Hengl, AghaKouchak i Perčec Tadić, 2010.; Hengl i sur., 2013.; Kilibarda i sur., 2014.).

Klimatske prilike pojedine lokacije ili područja Hrvatske prate se u redovnim publikacijama DHMZ-a, te u publiciranim radovima znanstvenih i stručnih časopisa, npr. Slićević (1960.), Kirigin (1963., 1976.), Zaninović, Gajić-Čapka i Marušić (1986.), Gajić-Čapka (1996.), Zaninović i Gajić-Čapka (2005.), Cvitan (2014b.), Gajić-Čapka (2014.). Nekoliko knjiga koje je objavio DHMZ ili su njihovi autori/koautori djelatnici DHMZ-a, odnosno CMI-a (današnjeg SMIR-a) doprinos su poznавању klime Hrvatske. *Klimatska monografija Zadra* publicirana je 1995. i drugo dvojezično izdanje (hrvatsko-englesko) 2005. godine (Kraljev, Gajić-Čapka i Zaninović, 1995., 2005.). Monografija *Zavižan između snijega, vjetra i sunca* objavljena je u povodu 50. obljetnice rada meteorološke postaje Zavižan (Gajić-Čapka i sur., 2003.). Istraživanja klimatskih karakteristika u Hrvatskoj dopunjavaju se klimatološko-statističkim analizama različitih izvedenih parametara poput trajanja sušnih i kišnih razdoblja (Juras i Jurčec, 1974.; Jurčec, 1974.; Jurčec, 1975.; Cindrić, 2006.; Cindrić, 2007.; Cindrić, Pasarić i Gajić-Čapka, 2010., 2013.).

Tijekom stoljetnoga praćenja klime, utvrđeno je da ona nije konstantna. Postoje prirodna kolebanja klime koja se javljaju na kraćim vremenskim skalamama, dok dugoročna predstavljaju klimatske promjene. Kao mjera varijacije klime mogu poslužiti odstupanja vrijednosti klimatskih elemenata od normala (anomalije).

Analiza trendova višegodišnjih srednjaka klimatskih elemenata u više uzastopnih klimatskih razdoblja ili kontinuirana tendencija tijekom dugogodišnjeg razdoblja (više desetljeća) služi za detektiranje opaženih klimatskih promjena. Svjetska meteorološka organizacija još je 1979. godine utemeljila Svjetski program istraživanja klime (WCRP—World Climate Research Programme), kojemu je svrha praćenje, proučavanje i predviđanje klimatskih prilika na Zemlji. Osobito je naglašen utjecaj čovjeka na klimatske prilike, povećanom emisijom stakleničkih plinova. U te aktivnosti WCRP-a uključila se i Republika Hrvatska, na temelju kojeg je koncipiran Hrvatski istraživački klimatski program 1990. godine (Katušin, 1990.). Međutim, znanstvena istraživanja klimatskih varijacija na području Hrvatske provodila su se još od 60-ih godina 20. stoljeća i prvi objavljeni rezultati bili su povezani s Atlasom klime SFRJ (Šnik i Pleško, 1967.). Potom su se od 1970-ih do kraja stoljeća pretežno istraživale opažene klimatske varijacije i promjene prvenstveno oborinskih i temperaturnih veličina na sezonskoj i godišnjoj skali te njihovi ekstremi i uzroci. Identifikacija opaženih promjena provodila se na sekularnim nizovima podataka za klimatski različita područja Hrvatske, a uz podatke za nizinske i priobalne postaje analizirani su i trendovi za raspoložive nizove planinskih postaja (Šnik, 1979., 1981., 1985.; Gajić-Čapka, 1982, 1990., 1992., 1993., 1994; Gajić-Čapka i Zaninović, 1993a., 1993b., 1996., 1997., 1999.; Pandžić i sur., 1993.; Zaninović i Gajić-Čapka, 1995a., 1995b.). U okviru istraživanja temperaturnih ekstrema uspostavljena je suradnja s kolegama iz srednje i jugoistočne Europe (Auer i sur., 2005., 2007; Brazdil i sur., 1996.; Weber i sur., 1997.). Analiza sekularnih klimatskih varijacija proširena je na komponente vodne ravnoteže te veličine učestalosti i intenziteta oborine (Gajić-Čapka i Zaninović, 1998.; Zaninović i Gajić-Čapka, 1998., 2000.; Gajić-Čapka, 2000.). Kakav je daljinski utjecaj temperaturnih anomalija u tropskom Tihom oceanu na sezonske klimatske varijacije (temperature zraka, oborine i tlaka) u Hrvatskoj ispitivano je u radovima Srnec i Branković (2007.) i Srnec (2010.).

Hrvatski klimatolozi danas sudjeluju u radu različitih međunarodnih komisija koje se bave klimom, kao što je Međuvladin panel o klimatskim promjenama (IPCC—Intergovernmental Panel on Climate Change) i Komisija za klimatologiju (CCI—Commission for Climatology) Svjetske meteorološke organizacije.



Slika 2.2.3. Zasjedanje komisije za klimatologiju (CCI – Commission for Climatology) Svjetske meteorološke organizacije (WMO) u Ženevi, Švicarska, 1997. godine, delegati Hrvatske: Marjana Gajić-Čapka i Zvonimir Katušin (iz privatne arhive M. Gajić-Čapka).

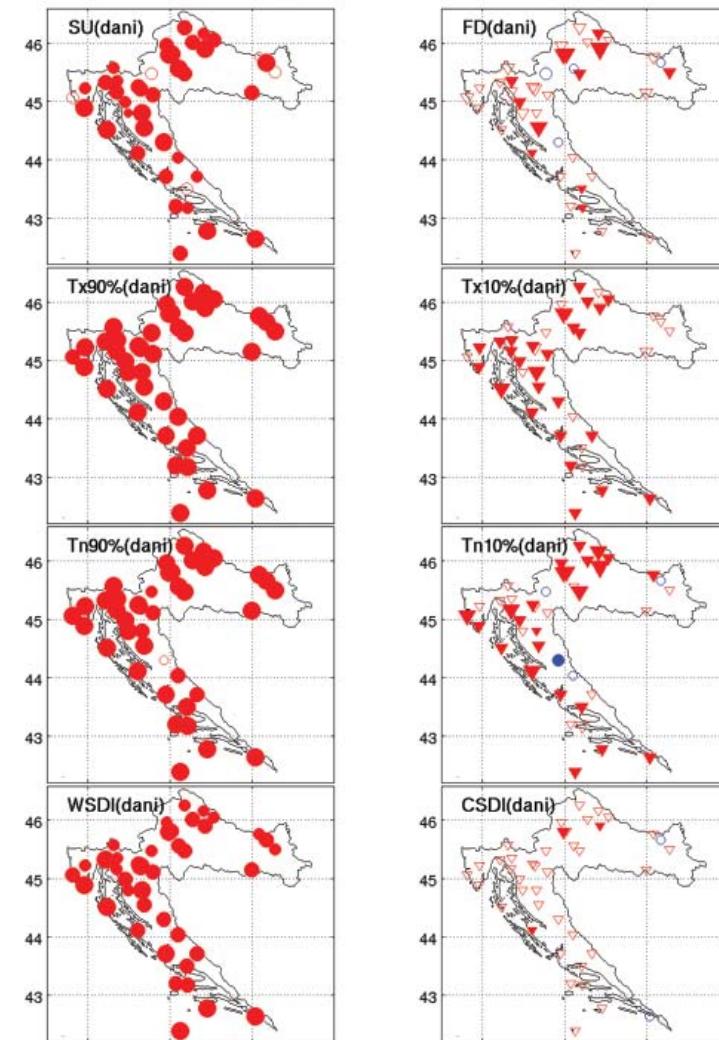
Realizirano je i nekoliko znanstvenih projekata koji su se bavili prostorno-vremenskom varijabilnošću klime, a koje je sufinanciralo Ministarstvo znanosti i obrazovanja (vidi Poglavlje 3.): *Istraživanje vremena i klime na području Hrvatske i Prostorno-vremenske varijacije klime Hrvatske (1976.–1980.)*, *Fizikalne osnove vremena i klime (1986.–1990.)*, *Meteorološke i hidrološke elementarne nepogode (1986.–1995.)*, *Praćenje klime Hrvatske unutar globalnih klimatskih promjena (1991.–1995.)*, *Dugoročna prognoza vremena i klime na profilu Jadran–Panonija (1996.–2002.)*, *Klimatska varijabilnost i promjene i njihove posljedice (2003.–2006.)* i *Klimatske varijacije i promjene i odjek u područjima utjecaja (2007.–2014.)*.

Cilj dva znanstvena projekta u razdoblju 2003.–2014. bio je proučavanje klime i klimatskih ekstrema na području Hrvatske, detekcija opaženih klimatskih promjena i modeliranje klimatskih promjena iz simulacija sadašnje i buduće klime uz različite scenarije emisija stakleničkih plinova koristeći regionalne i globalne klimatske modele. Ekspertni tim za detekciju klimatskih promjena i indekse (ETCCDI – Expert Team on Climate Change Detection and Indices) (Peterson i sur., 2001.; WMO, 2004.), Komisija za klimatologiju Svjetske meteorološke organizacije (WMO/CCI – WMO Comission for Climatology) i Svjetski klimatski istraživački program – Klimatska varijabilnost i prediktibilnost (WCRP/CLIVAR – World Climate Research Programme/Climate and Ocean Variability, Predictability and Change) preporučili su relevantne indekse ekstrema za proučavanje klimatskih promjena, koji se analiziraju i u DHMZ-u. Rezultati istraživanja promjena temperaturnih i oborinskih indeksa ekstrema na području Hrvatske, ali i drugih parametara kao što su komponente vodne ravnoteže te parametri snijega, objavljeni su u međunarodnim i domaćim znanstvenim časopisima (Gajić-Čapka i Zaninović, 2004.; Gajić-Čapka, 2009., 2011., 2013.; Gajić-Čapka i Cesarec, 2010.; Cindrić, Pasarić i Gajić-Čapka, 2010.; Gajić-Čapka i Cindrić, 2011.; Branković, Güttler i Gajić-Čapka, 2013.; Zahradníček i sur., 2014.; Patarčić, Gajić-Čapka, Cindrić i Branković, 2014.; Gajić-Čapka, Cindrić i Pasarić, 2014.; Cindrić i sur., 2014.; Ljubenkov i Cindrić Kalin, 2015.; Gajić-Čapka, Güttler i Branković, 2015.; Pilaš i sur., 2016a.). Pojedini rezultati poslužili su i za izradu pripadnih poglavlja o klimatskim promjenama u Nacionalnim izvješćima Republike Hrvatske o klimatskim promjenama (NIKP) prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime koje za Hrvatsku izrađuje ondašnje Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva (MZOPUG) (MZOPUG, 2001., 2006., 2010.). Već u prvom takvu izvješću istaknuta je velika ranjivost Hrvatske na utjecaje klimatskih promjena, naročito ranjivost poljoprivrede i šumarstva, također i vodnih resursa. Posljednje, šesto hrvatsko izvješće (MZOIP, 2014.) obuhvaća opsežnu analizu klimatskih promjena i projekcije za buduću klimu.

PRIMJER 2.2.1. Doprinos DHMZ-a Šestom Nacionalnom izvješću Republike Hrvatske o klimatskim promjenama (MZOIP, 2014), iz poglavlja *Opažene klimatske promjene*.

Tijekom 50-godišnjeg razdoblja (1961.–2010.) trendovi srednje, srednje minimalne i srednje maksimalne temperature zraka pokazuju zatopljenje u cijeloj Hrvatskoj. Uočeno zatopljenje očituje se i u svim indeksima temperturnih ekstrema (slika 2.2.4.), i to pozitivnim trendovima toplih temperturnih indeksa (topli dani i noći te trajanje toplih razdoblja) te s negativnim trendovima hladnih temperturnih indeksa (hladni dani i hladne noći te duljina hladnih razdoblja).

Slika 2.2.4. Dekadni trendovi (dani/10god) indeksa toplih (lijevo – topli dani (SU i Tx90%), tople noći (Tn90%), i toplo razdoblje (WSDI)) i hladnih (desno – hladni dani (FD i Tx10%), hladne noći (Tn10%) i hladno razdoblje (CSDI)) temperturnih ekstremu u razdoblju 1961.–2010. Krugovi označavaju pozitivne trendove, trokuti negativne, dok popunjeni znakovi označavaju statistički značajan trend. Četiri veličine znakova su proporcionalne promjeni broja dana na desetljeće. Izvor: MZOIP (2014.).



Uočeno globalno zatopljenje tijekom druge polovice XX. stoljeća, posebno krajem posljednjega desetljeća, upozorilo je na promjene u klimatskom sustavu. One su različita intenziteta i smjera u pojedinim regijama, pa su istraživanja klimatskih promjena zadaci klimatoloških istraživanja i na razinama pojedinih zemalja i na regionalnim razinama. Pored tih Nacionalnih izvješća o promjeni klime, prije su klimatolozi DHMZ-a sudjelovali i u izradi klimatskoga izvještaja u okviru Programa za okoliš Ujedinjenih naroda (Jeftić, Kečkeš i Parneta, 1996.; Randić i sur., 1996.) s detaljnom analizom klimatskih promjena za dva pilot područja (Kaštelanski zaljev i Cresko-lošinska otočna skupina).

Klimatolozi DHMZ-a sudjelovali su i u izradi hrvatskoga izvješća Programa Ujedinjenih naroda za razvoj (Branković i sur., 2009.) o društvenom razvoju koje se bavi klimatskim promjenama kao jednim od najvećih izazova našeg vremena te njihovim posljedicama na društvo i gospodarstvo. To izvješće predstavljalo je prvi korak naprijed za Hrvatsku u rješavanju problematike utjecaja klimatskih promjena.

Dosadašnja istraživanja opaženih klimatskih promjena ukazuju na jasan trend zatopljenja u cijeloj Hrvatskoj, zatim na trend osušenja na Jadranu i u gorskoj Hrvatskoj (osobito Ijeti) te na trend porasta jesenske količine oborine u istočnoj Hrvatskoj. Ti su rezultati u skladu s istraživanjima susjednih zemalja, čime se očituje prijelazni položaj Hrvatske iz sve sušnijega Sredozemlja prema vlažnijoj srednjoj i sjevernoj Europi.

Kako se opažene promjene klime ne mogu ekstrapolirati u budućnost, jedini alat pomoću kojega se buduća klima može razmatrati jesu klimatski modeli. Klimatski modeli složeni su numerički modeli u kojima su jednadžbe procesa u atmosferi, oceanu i drugim komponentama klimatskoga sustava opisane u točkama diskretnе mreže te daju mogućnost simuliranja stanja klime iznad nekoga područja. Globalni klimatski modeli simuliraju klimu na relativno gruboj prostornoj rezoluciji od oko 100–200 km. Takvi su prikazi nedovoljno precizni za analizu klime nekoga regionalnoga ili lokalnoga područja, posebno u slučaju razvijenije orografije ili razvijenije obale. Zbog toga su razvijeni regionalni klimatski modeli (horizontalne rezolucije 10–50 km) – modeli koji za ulaz koriste rezultate globalnih modela i simuliraju klimu na nekom manjem, ograničenom području. U sljedećih desetak godina očekuje se daljnji razvoj regionalnih klimatskih modela i primjena na horizontalnim rezolucijama između 1 i 10 km.

Klimatsko je modeliranje u DHMZ-u započelo 2003. godine korištenjem regionalnoga klimatskoga modela RegCM3 (Giorgi i Mearns, 1999.). Model se prvenstveno razvija u Međunarodnom centru za teorijsku fiziku *Abdus Salam* u Trstu te ga koristi i primjenjuje velik broj istraživačkih grupa u svijetu. Prva testiranja modela u DHMZ-u rađena su u svrhu evaluacije raznih konfiguracija početnog forsiranja modela pomoću sezonskih podataka reanalize ERA-40.

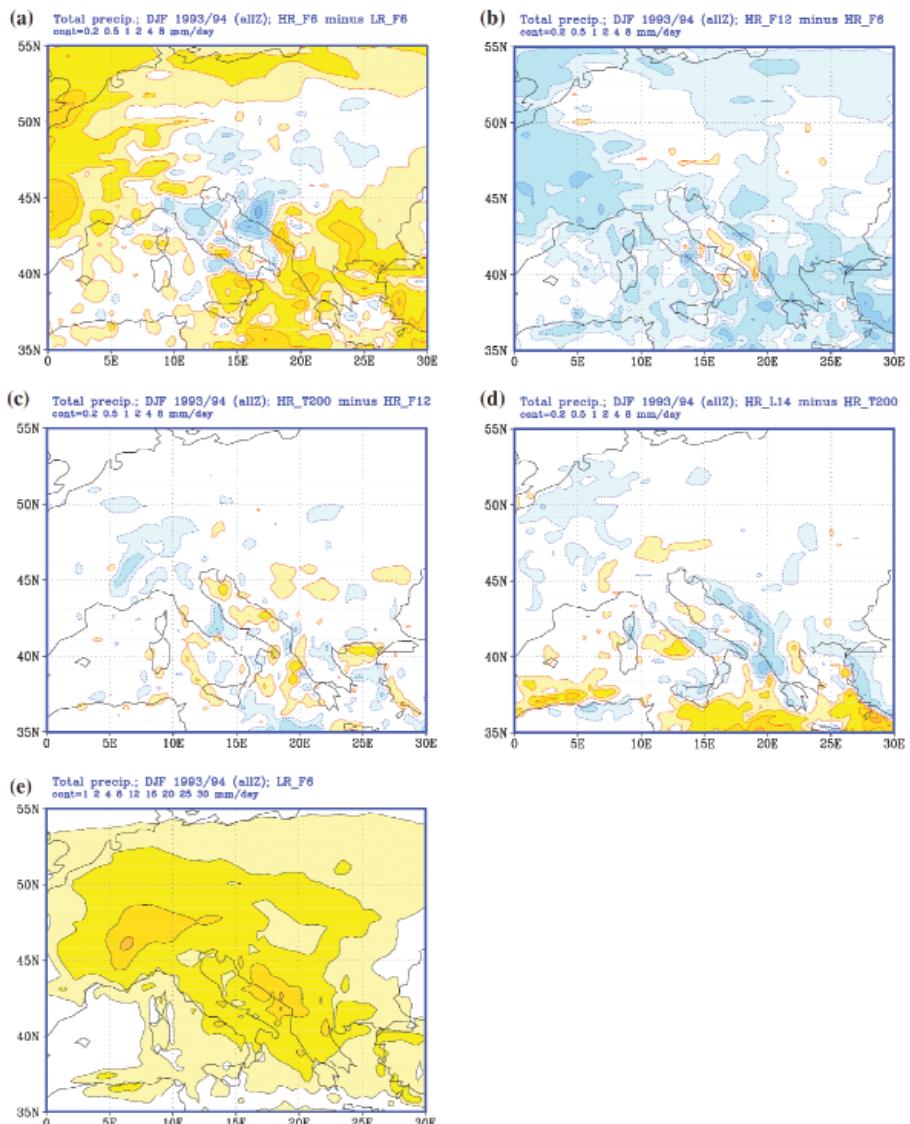
Istražen je utjecaj horizontalne rezolucije početnih i rubnih uvjeta, frekvencije učitavanja rubnih uvjeta, visine modela i broja vertikalnih nivoa u modelu, s ciljem da se konfiguracija modela što više približi konfiguraciji sezonskih prognoza iz arhive ECMWF-a (slika 2.2.5a.). Također su testirane parametrizacije konvekциje, a rezultati su objavljeni u Branković, Patarčić i Srnec (2004.).

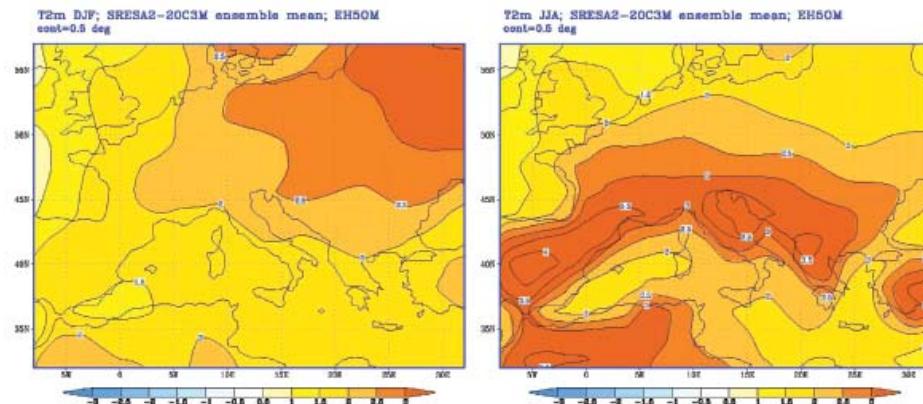
Rezultati i iskustva iz toga rada poslužili su za daljnje postavke eksperimenta. Model RegCM3 korišten je za dinamičku prilagodbu ansambla sezonskih prognoza združenoga atmosfersko-oceanskoga globalnoga modela Europskog centra za srednjoročnu prognozu vremena (ECMWF). Procjenom determinističkih i probabilističkih mjera testiran je potencijal regionalnoga modela za simulacije sezonskih prognoza na kraćim vremenskim skalamama (ljeto i zima) i osjetljivost na inicijalizaciju vlage u tlu (Patarčić i Branković, 2012.).

U Hrvatskoj su prve procjene promjene klime za područje Europe za razdoblje 2041.–2070. u odnosu na klimatološko razdoblje 1961.–1990. provedene na osnovu simulacija globalnog modela EH5OM (Branković, Srnec i Patarčić, 2010.).

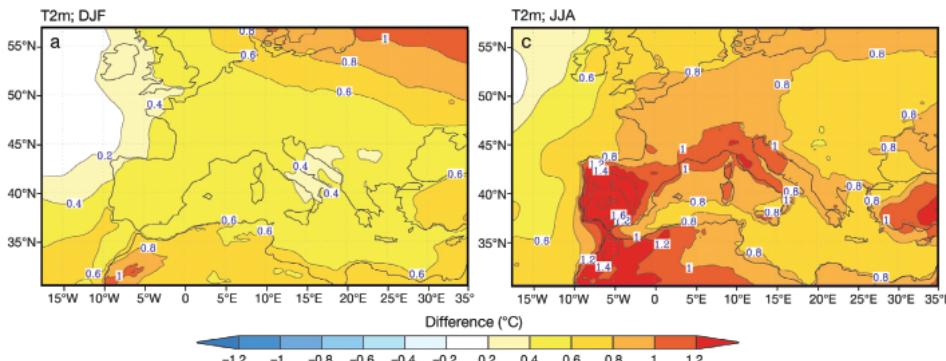
Slika 2.2.5a. Promjena ukupne količine oborine za različite konfiguracije eksperimenta:
(a) utjecaj horizontalne rezolucije ulaznih podataka,
(b) utjecaj vremenske rezolucije ulaznih podataka,
(c) utjecaj visine vrha modela,
(d) utjecaj broja vertikalnih nivoa u modelu u odnosu na
(e) puno polje osnovnoga eksperimenta.

Izvor: Branković, Patarčić i Srnec (2004.).





Slika 2.2.5b. Promjena prizemne temperature zraka zimi (lijevo) i ljeti (desno) u budućoj klimi 2041.–2070. u odnosu na 1961.–1990., prema IPCC scenariju A2 i globalnom modelu EH5OM. Izvor: Branković, Srnec i Patarčić (2010.).



Slika 2.2.5c. Isto kao i na slici 2.2.5b, ali za buduću klimu u razdoblju 2011.–2040. Simulacije su dobivene dinamičkom prilagodbom modela RegCM3 koji je forsiran modelom EH5OM. Izvor: Branković i sur. (2012.).

To je istraživanje, kao i neka kasnija, provedeno u sklopu projekta *Klimatske varijacije i promjene i odjek u područjima utjecaja* (2007.–2014.). Istraživanja su u prvom redu bila usmjereni na promjene klimatskih parametara zimi i ljeti, i to i na globanoj skali i za područje južne Europe i Sredozemlja (slika 2.2.5b.). Tom su prilikom identificirane sustavne pogreške modela koje mogu utjecati na interpretaciju klimatskih promjena.

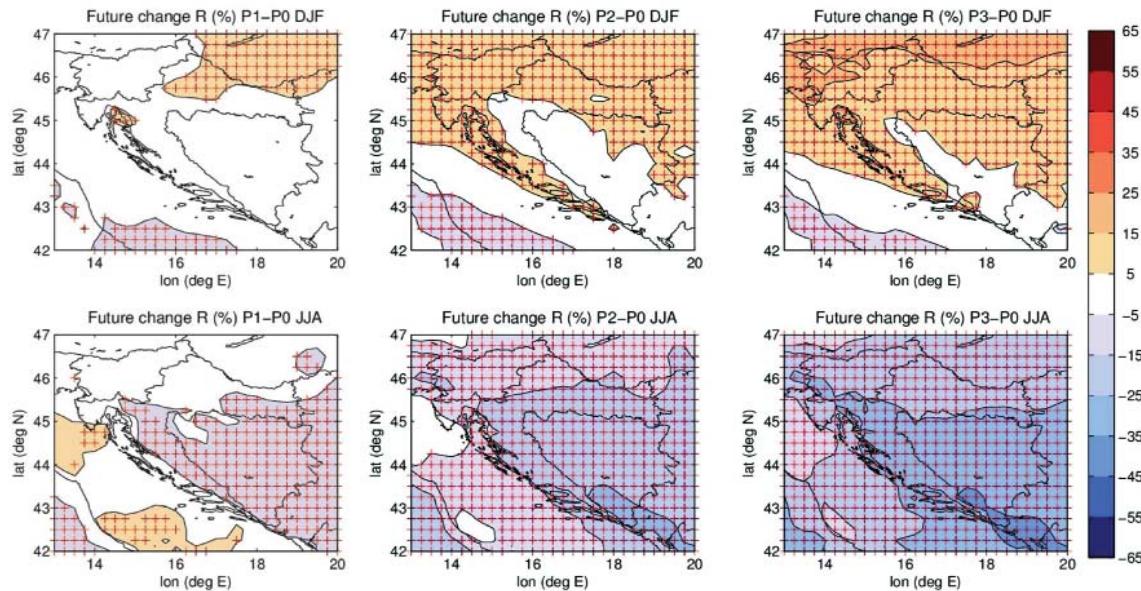
Nakon toga je isti globalni model korišten za forsiranje regionalnog modela RegCM3 na horizontalnoj rezoluciji od 35 km. U oba eksperimenta buduća je klima simulirana prema scenariju IPCC A2. Uspješnost regionalnoga modela testirana je usporedbom simulirane klime za razdoblje 1961.–1990. s podacima iz baza CRU¹ i E-OBS² te s podacima s meteoroloških postaja u Hrvatskoj. Razmatrane su promjene srednje i ekstremne temperature zraka i oborine kao i nekih izvedenih indeksa iz ove dvije varijable u bliskom budućem razdoblju 2011.–2040. (slika 2.2.5c.).

¹ Climatic Research Unit data, School of Environmental Sciences, University of East Anglia, Norwich, UK.

² Part of the European Climate Assessment (ECA) project (<http://eca.knmi.nl>)

Ti su rezultati kasnije našli primjenu u sklopu EU FP7 projekta *CLIM-RUN*³ koji je u Hrvatskoj pokrivaо sektore energetike i turizma, u kojem je sudjelovao i DHMZ. Neizvjesnost klimatskih promjena u tom je projektu također istražena analizom simulacija iz EU FP6 projekta *ENSEMBLES*⁴ uz klimatski scenarij IPCC A1B (slika 2.2.5d.; MZOIP, 2014.; Branković, Gütter i Gajić-Čapka, 2013.). Također je ispitivan bioklimatski potencijal u turizmu u Hrvatskoj korištenjem rezultata dvočlanoga ansambla dinamičke prilagodbe RegCM-a u sadašnjoj klimi i dva buduća razdoblja (Brosy, Zaninović i Matzarakis, 2014.). Pokazano je da će turistički potencijal u budućnosti rasti u proljeće, jesen i zimu, dok će ljeti na nekim lokacijama slabjeti zbog previsokih temperatura zraka.

S novom verzijom regionalnoga modela, RegCM4.2 (Giorgi i sur., 2012.), testirane su različite parametrizacije planetarnoga graničnoga sloja (Gütter i sur., 2014.). Također je ispitivan utjecaj forsiranja različitih rubnih uvjeta na energetsku ravnotežu pri tlu za razdoblje 1989.–2005. (Gütter, Branković, Srnec i Patarčić, 2014.).



Slika 2.2.5d. Promjena ukupne količine oborine zimi (gornji red) i ljeti (donji red) u tri buduća razdoblja u odnosu na 1961.–1990. (P0), iz regionalnih simulacija preuzetih iz EU FP6 projekta ENSEMBLES prema A1B IPCC scenariju. P1 (2011.–2040.)-P0 lijevi stupac, P2 (2041.–2070.)-P0 srednji stupac, P3 (2071.–2099.)-P0 desni stupac. Horizontalna rezolucija modela: 25 km. Izvor: MZOIP (2014.).

³ Climate Local Information in the Mediterranean region Responding to User Needs (<http://www.climrun.eu/index>)

⁴ <http://ensembles-eu.metoffice.com/>

Ista se verzija modela koristi za simulacije klime s kojima DHMZ aktivno sudjeluje u inicijativi CORDEX⁵. Ta je inicijativa pokrenuta s ciljem da se za zajednički dogovoren domenu provode simulacije različitim regionalnim klimatskim modelima kako bi se dobio što veći skup simulacija, to jest ansambl. Planirano je da se najprije, u svrhu testiranja uspješnosti modela, provedu simulacije u kojima se regionalni klimatski modeli forsiraju početnim i rubnim uvjetima iz reanalize, a potom da se provode simulacije za sadašnju i buduću klimu u kojima će se regionalni model forsirati različitim globalnim klimatskim modelima. Primjeri sudjelovanja DHMZ-a vidljivi su i kao doprinosi istraživanjima u Vautard i sur. (2013.) na temu simulacija EURO-CORDEX, Drobinski i sur. (2016.) na temu simulacija Med-CORDEX, te Belušić i sur. (2017.) iz oba skupa simulacija. U DHMZ-u model RegCM testiran je pomoću rubnih uvjeta ERA-Interim na horizontalnim rezolucijama 50 i 12,5 km za razdoblje 1989.–2008. Nakon toga je provedena dinamička prilagodba pomoću rubnih uvjeta iz četiri različita globalna klimatska modela CMIP5 na horizontalnoj rezoluciji 50 km za razdoblje 1970.–2050. Buduća klima simulirana je prema scenariju koncentracija stakleničkih plinova RCP4.5. Također je provedena dinamička prilagodba na finijoj horizontalnoj rezoluciji od 12,5 km za rubne uvjete iz dva globalna modela CMIP5 za razdoblje 1970.–2050. Neki od tih eksperimenata (prvenstveno na rezoluciji od 12,5 km) dio su aktivnosti obavljenih u sklopu projekta CARE⁶ Hrvatske zaklade za znanost (HRZZ).

Vidljivi su i doprinosi u evaluaciji drugih regionalnih klimatskih modela (npr. švedski regionalni klimatski model RCA3 analiziran u članku Gütter i sur., 2015.) te niz istraživanja u suradnji sa suradnicima u Hrvatskoj i inozemstvu na temu utjecaja Tihoga oceana i varijabilnosti El Niño – južne oscilacije (ENSO – El Niño Southern Oscillation) na klimu Europe (npr. Herceg Bulić, Branković i Kucharski, 2012.).

Sva ta istraživanja stavila su DHMZ na kartu aktivnih europskih grupa iz područja klimatskoga modeliranja. Zadaća je trenutno male grupe istraživača na DHMZ-u zadržati i osnažiti aktivnosti klimatskoga modeliranja u DHMZ-u (ali i u Hrvatskoj) u predstojećim godinama. To će se ostvariti uvođenjem novih mladih stručnjaka u to područje i intenzivnim aktivnostima na istraživačkim projektima hrvatskim (npr. HRZZ CARE) i europskim (npr. Obzor2020 EU-CIRCLE) te kao podrška korisnicima informacija dobivenih pomoću klimatskih modela.

U novije vrijeme sve je veća potreba za primjenjenim istraživanjima klimatskih promjena pa klimatolozi SMIR-a izrađuju studije koje obuhvaćaju združene analize sadašnje i buduće klime.

⁵ Coordinated Downscaling Experiment (<http://www.cordex.org/>)

⁶ Climate of the Adriatic REgion in its global context / Klima jadranske regije u njenom globalnom kontekstu (vidi Poglavlje 3.)

Rezultati istraživanja klimatskih promjena na jednostavan se i jasan način nastoje približiti široj populaciji, stručnjacima raznih područja i osobito donositeljima odluka o prilagodbi na klimatske promjene. Rezultati naprijed spomenutih istraživanja klimatskih promjena, kako opaženih tako i modeliranih, koriste se za razne primjene u projektima prilagodbe različitim sektora gospodarstva klimatskim promjenama.

Ispitivanje utjecaja klimatskih promjena, prvenstveno temperature zraka i oborine, na vodoopskrbu kao i na snabdijevanje pitkom vodom u prekograničnoj suradnji na pilot područjima na istočnoj obali Jadrana, provedeno je u okviru projekata *CC-WaterS* i *DRINK-ADRIA* (Gajić-Čapka i Cindrić, 2011.; Gajić-Čapka, Güttler i Branković, 2011.; Gajić-Čapka, Cindrić i Pasarić, 2014.; Gajić-Čapka i sur., 2017.). Analiza klimatskih prilika sadašnje klime (1961.–1990.) obuhvaća temperaturnu i oborinsku unutarnogodišnju varijabilnost i ekstreme, kao i njihove vremenske varijacije u razdoblju 1951.–2009. Klimatske promjene analizirane su iz simulacija tri regionalna klimatska modela, uz uklanjanje sustavnih pogrešaka u modelima te dodatne prilagodbe na lokalna mjerena. Klimatske promjene definirane kao razlika između buduće klime (2021.–2050. i 2071.–2100.) i sadašnje klime (1961.–1990.), u sva tri modela ukazuju na porast temperature na svim promatranim lokacijama. Nasuprot tomu, trendovi količine oborine pokazuju mnogo veću varijabilnost u smislu eventualnoga predznaka i iznosa promjene, i to ovisno o modelu i sezoni. Detaljniji prikaz meteorološkoga istraživanja dan je u Poglavlju 2.9.1. u primjeru 2.9.3. za Blatsko polje na Korčuli. Za potrebe korisnika provode se i dodatna istraživanja koja se potom objavljaju u znanstvenim i stručnim radovima (npr. Branković, Güttler i Gajić-Čapka, 2013.; Patarčić i sur., 2014.; Cindrić i sur., 2014.; Cindrić i sur., 2015.; Gajić-Čapka i sur., 2017.).

U prikazu utvrđenoga globalnoga zatopljenja, koje je povezano sa sve manjom potražnjom energije za grijanje i sa sve većom potražnjom za hlađenje unutarnjih prostora, u širokoj je primjeni metoda stupanj-dana. Metoda je na sezonskoj skali (sezona grijanja i sezona hlađenja) i za područje Hrvatske potvrdila dosadašnje uklapanje u spomenute globalne trendove potražnje energije (Cvitan i Sokol Jurković, 2011.; Cvitan, 2014a.; Cvitan, 2017.). Ali na mjesecnoj skali utvrđene su i važne regionalne osobitosti trendova energije potrebne za održavanje prikladnih unutarnjih toplinskih uvjeta (Cvitan i Sokol Jurković, 2016.). Jedna od njih jest npr. prevladavajuće povećanje potrebne količine energije za grijanje u prosincu, utvrđeno čak i za područje Hvara. Metoda stupanj-dan primjenjena je i za simulaciju promjena potreba grijanja i hlađenja i u dva buduća klimatska razdoblja (2011.–2040. i 2041.–2070.), koja na sezonskoj skali uglavnom pokazuje još brže smanjenje količine energije potrebne za grijanje i brže povećanje količine energije potrebne za hlađenje u budućnosti nego do sada.

Istraživan je i utjecaj klimatskih promjena na zdravlje ljudi, i to na pojavu infektivnih bolesti (Zaninović i Gajić-Čapka, 2008.) te na pojavu smrtnosti uzrokovana toplinskim valovima (Zaninović i sur., 2011.). Usprkos porastu učestalosti toplinskoga stresa uočeno je smanjenje smrtnosti zbog prilagodbe klimatskim promjenama. Zbog toga će i utjecaj zatopljenja u budućnosti biti manji nego što bi bio da nema prilagodbe. Utjecaj klimatskih promjena na turizam istražen je pomoću klimatskog indeksa za turizam (CIT) (vidi Poglavlje 2.7.) na temelju projekcija klimatskih promjena korištenjem rezultata regionalnog klimatskog modela RegCM3.

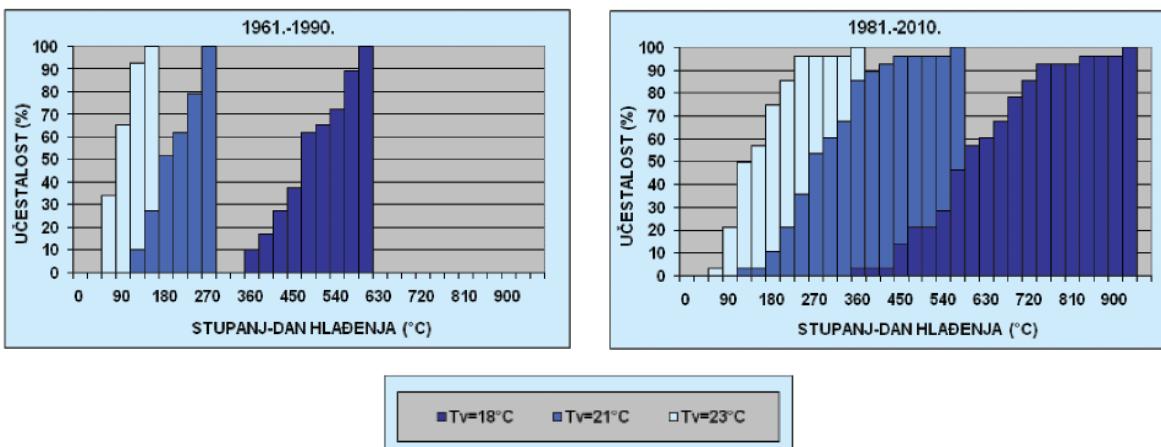
Od sredine 2016. daljnje simulacije buduće klime također se provode kao podrška projektu *Jačanje kapaciteta Ministarstva zaštite okoliša i energetike za prilagodbu klimatskim promjenama te priprema Nacrta Strategije prilagodbe klimatskim promjenama* koji se financira sredstvima iz Prijelaznoga instrumenta tehničke pomoći EU te uz tehničku pomoć u izvedbi simulacija koju pruža Sveučilišni računski centar Sveučilišta u Zagrebu. Rezultati te aktivnosti prikazani su u predavanjima stručnjaka DHMZ-a⁷ te u dokumentima izrađenima za potrebe pripreme Nacrta Strategije prilagodbe klimatskim promjenama⁸.

⁷ npr: http://prilagodba-klimi.hr/wp-content/uploads/docs/Guettler_etAl_Strategija_03.pdf, K. Zaninović
http://prilagodba-klimi.hr/wp-content/uploads/docs/Klima%20i%20turizam%20CIT_2016_Zaninovic.pdf

⁸ <http://prilagodba-klimi.hr/dokumenti/>

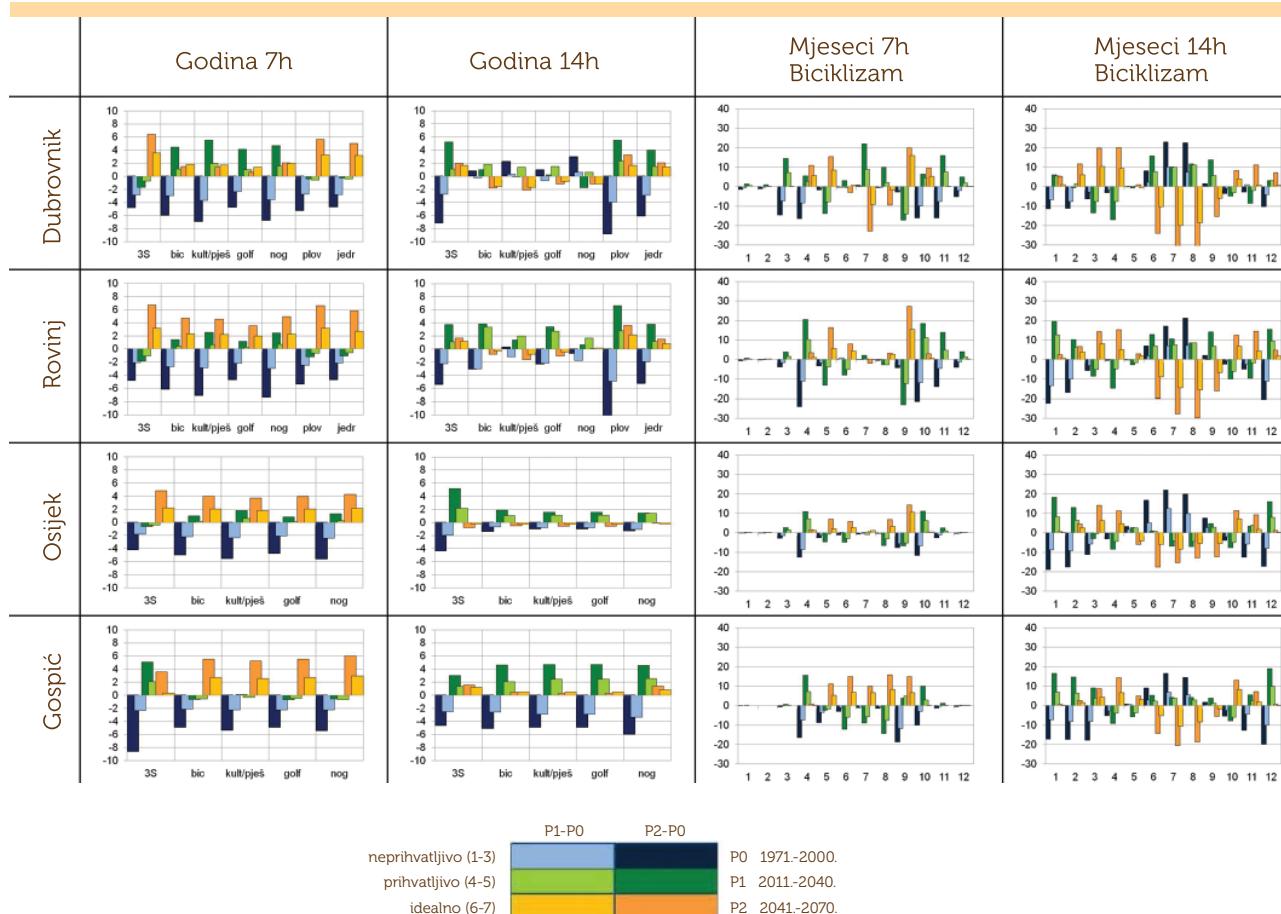
PRIMJER 2.2.2. Klimatske promjene i ulaganje u infrastrukturu u Crikvenici

Troškovi grijanja i hlađenja mogu znatno utjecati na ekonomski profit od turizma. Vrijednosti stupanj-dana hlađenja (SDH) proporcionalne su količini energije potrebnoj za hlađenje. Uvid u prednosti ili nedostatke pojedine termičke izolacije, te izbora djelatnosti ili vrste korisnika unutarnjega prostora (koja odgovara pojedinoj vrijednosti temperaturnog praga T_v), u odnosu na ostale (koje odgovaraju ostalim vrijednostima T_v -a), može se stoga dobiti na temelju vrijednosti SDH-a. Utjecaj odabranih vrijednosti praga T_v na iznos SDH-a znatan je u oba analizirana razdoblja, a osobito u referentnom klimatskom razdoblju 1961.–1990. Tako je na primjer u najtoplijim uvjetima u razdoblju 1961.–1990. primjena najbolje izolacije zgrade ($T_v=23^{\circ}\text{C}$) mogla omogućiti utrošak tek četvrtine količine energije za hlađenje ($SDH=150^{\circ}\text{C}$) u odnosu na količinu energije ($SDH=600^{\circ}\text{C}$) potrebne uz primjenu najslabije izolacije ($T_v=18^{\circ}\text{C}$). S druge strane, u najtoplijim uvjetima u razdoblju 1981.–2010. količina energije za hlađenje uz primjenu najbolje izolacije ($CDD=360^{\circ}\text{C}$) bila je manja od polovine količine energije potrebne uz primjenu najslabije izolacije ($CDD=930^{\circ}\text{C}$).



Slika 2.2.6. Razdiobe kumulativnih relativnih učestalosti sezonskih stupanj-dan hlađenja za tri vrijednosti temperaturnog praga T_v (granična srednja dnevna temperatura vanjskog zraka) u Crikvenici u razdobljima 1961.–1990. i 1981.–2010. Niske T_v vrijednosti ukazuju na slabije izolirane zgrade (potreba za hlađenjem i pri nižim temperaturama zraka), a visoke T_v vrijednosti na bolje izolirane zgrade (potreba za hlađenjem samo pri višim temperaturama zraka). Osim o izolaciji, T_v ovisi i o vrsti primjene i korisnicima unutarnjega prostora (domaća populacija, turisti, rizične skupine – umirovljenici, bolesnici, djeca itd.).

Izvor: Cvitan (2014a.) i Cvitan (2017.).



Slika 2.2.7. Razlike učestalosti pojavljivanja (%) nepovoljnih, povoljnih i idealnih klimatskih uvjeta (na temelju CIT) za različite aktivnosti za godinu (3S: boravak na plaži, bic: biciklizam, kult/pješ: kulturni turizam i pješačenje, golf i nog: nogomet) te za biciklizam (bic) po mjesecima između referentnog klimatskog razdoblja (1971.–2000.) i dva buduća klimatska razdoblja prema scenariju RCP8.5.

PRIMJER 2.2.3. Utjecaj klimatskih promjena na turizam u Hrvatskoj

Utjecaj klimatskih promjena na turizam istražen je pomoću klimatskog indeksa za turizam (CIT) na temelju projekcija klimatskih promjena korištenjem rezultata regionalnoga klimatskoga modela SMHI-RCA4 koji za ulaz koristi rezultate pet globalnih modela (HadGEM2-ES, CNRM-CM5, EC-EARTH, IPSL-CM5A-MR i MPI-ESM-LR). Buduća klima simulirana je prema dva IPCC-jeva scenarija stakleničkih plinova RCP4.5 i RCP8.5. Rezultati pokazuju da će se u budućnosti, u najtoplijem dijelu dana, najpovoljnije razdoblje za većinu turističkih aktivnosti pomaknuti s ljeta na proljeće i jesen, osobito na srednjem i južnom Jadranu. Sezona tipičnih ljetnih aktivnosti (boravak na plaži, plovidba i jedrenje) produljiti će se. S druge strane, u ranim jutarnjim satima klimatski potencijal povećat će se za sve vrste aktivnosti, osobito u proljeće i jesen.

Literatura:

- Auer, I. et al, 2005: A New Instrumental Precipitation Dataset for the Greater Alpine Region for The Period 1800–2002. *Int. J. Climatol.*, **25**, 139–166.

Auer, I. et al, 2007: HISTALP – historical instrumental climatological surface time series of the greater Alpine region. *Int. J. Climatol.*, **27**, 17–46.

Belušić, A. et al, 2017: Near-surface wind variability over the broader Adriatic region: insights from an ensemble of regional climate models. *Clim. Dyn.*, doi: 10.1007/s00382-017-3885-5.

Branković, Č., M. Patarčić and L. Srnec, 2004: Seasonal dynamical downscaling with ERA-40 data: A sensitivity study. *Croat. Meteor. J.*, **39**, 15–39.

Branković, Č. i sur., 2009: Dobra klima za promjene, Klimatske promjene i njihove posljedice na društvo i gospodarstvo u Hrvatskoj. Izvješće o društvenom razvoju – Hrvatska 2008 / A Climate for Change, Climate change and its impacts on society and economy in Croatia, Human Development Report – Croatia 2008. Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP) u Hrvatskoj, Zagreb, 281 str. http://klima.hr/razno/priopcenja/NHDR_HR.pdf

Branković, Č., L. Srnec and M. Patarčić, 2010: An assessment of global and regional climate change based on the EH50M climate model ensemble. *Clim. Chang.*, doi: 10.1007/s1058-009-9731-y.

Branković, Č., M. Patarčić, I. Güttler and L. Srnec, 2012: Near-future climate change over Europe with focus on Croatia in an ensamble of regional climate. *Clim. Res.*, **52**, 227–251.

Branković, Č., I. Güttler and M. Gajić-Čapka, 2013: Evaluating climate change at the Croatian Adriatic from observations and regional climate models' simulations. *Climate Dynamics*, **41**, 2353–2373.

Brazdil, R. et al, 1996: Trends of maximum and minimum daily temperatures in Central and Southeastern Europe. *Int. J. Climatol.*, **16**, 765–782.

Brosy, C., K. Zaninović and A. Matzarakis, 2014: Quantification of climate tourism potential of Croatia based on measured data and regional modeling. *Int. J. Biometeorol.*, **58**, 1369–1381.

- Cindrić, K., 2006: The statistical analysis of wet and dry spells in Croatia by binary DARMA (1, 1) model. *Croat. Meteor. J.*, **41**, 43–51.
- Cindrić, K., 2007: Wet and dry spells over the Drava upstream in Croatia. *Zbornik radova 4. Hrvatske konferencije o vodama s međunarodnim sudjelovanjem: Hrvatske vode i Europska unija – izazovi i mogućnosti*, Opatija, 17.–19.5.2007., Hrvatske vode, Zagreb, 289–296.
- Cindrić, K., Z. Pasarić and M. Gajić-Čapka, 2010: Spatial and temporal analysis of dry spells in Croatia. *Theor. Appl. Climatol.*, **102**, 171–184.
- Cindrić, K., Z. Pasarić and M. Gajić-Čapka, 2013: Temporal trends in wet and dry spells in Croatia, 1961–2010. *Proceedings of the conference Climate Change Impacts on Water Resources*, Beograd, 17.–18.10.2013., Dimkić, M. (Ed.), Jaroslav Černi Institute for the Development of Water Resources, Beograd, 216–219.
- Cindrić, K., I. Nimac, M. Gajić-Čapka i J. Rubinić, 2014: Vremenske promjene kratkotrajnih jakih oborina u razdoblju 1955.–2010. za Split i Varaždin. *Hrvatske vode*, **89**, 239–250.
- Cindrić, K. et al, 2015: Analysis of the extraordinary 2011/2012 drought in Croatia. *Theor. Appl. Climatol.*, **123**, 503–522.
doi: 10.1007/s00704-014-1368-8.
- Cvitan, L. i R. Sokol Jurković, 2011: Promjene potrebe za grijanjem i hlađenjem u Hrvatskoj u razdoblju 1901.–2008. *Hrvatski meteorološki časopis*, **46**, 27–33.
- Cvitan, L., 2014a: Klima i mikroklima s turizmom pod ruku kroz 12 mjeseci u Crikvenici. *Turistički forum "Crikvenica za dušu i tijelo"*, Turistička zajednica Grada Crikvenice, Crikvenica, 12–12.
- Cvitan, L., 2014b: Početne naznake o prostornoj raznolikosti klime šireg područja Parka prirode Kopački rit. *Hrvatski meteorološki časopis*, **48–49**, 63–91.
- Cvitan, L. and R. Sokol Jurković, 2016: Secular trends in monthly heating and cooling degree-days and in number of heating and cooling days in Croatia. *Theor. Appl. Climatol.*, **125**, 565–581, doi: 10.1007/s00704-015-1534-7.
- Cvitan, L., 2017: Impact of climate change on heating and cooling needs in Crikvenica as a health tourism destination. *Hrvatski meteorološki časopis*, **52**, 27–50.

Drobinski, P. et al, 2016: Scaling precipitation extremes with temperature in the Mediterranean: past climate assessment and projection in anthropogenic scenarios. *Clim. Dyn.*, doi: 10.1007/s00382-016-3083-x.

Gajić-Čapka, M., 1982: Varijabilnost prosječnog oborinskog režima šire zagrebačke regije. *Rasprave*, **17**, 23–40.

Gajić-Čapka, M., 1990: Precipitation variability in Zagreb, Yugoslavia. *Climatic change in the historical and the instrumental periods*, Masaryk University, Brno, Czechia, 280–282.

Gajić-Čapka, M., 1992: Stationarity, trend and periodicity of precipitation at Zagreb-Grič observatory from 1862 to 1990. *Croat. Meteor. J.*, **27**, 1–10.

Gajić-Čapka, M., 1993: Fluctuations and Trends of Annual Precipitation in Different Climatic Regions of Croatia. *Theor. Appl. Climatol.*, **47**, 215–221.

Gajić-Čapka, M. and K. Zaninović, 1993a: Air temperature and precipitation trends of the last 100 years in the Kvarner Bay, the Northern Adriatic. *Ann. Geophys.*, **11**, II/C 184.

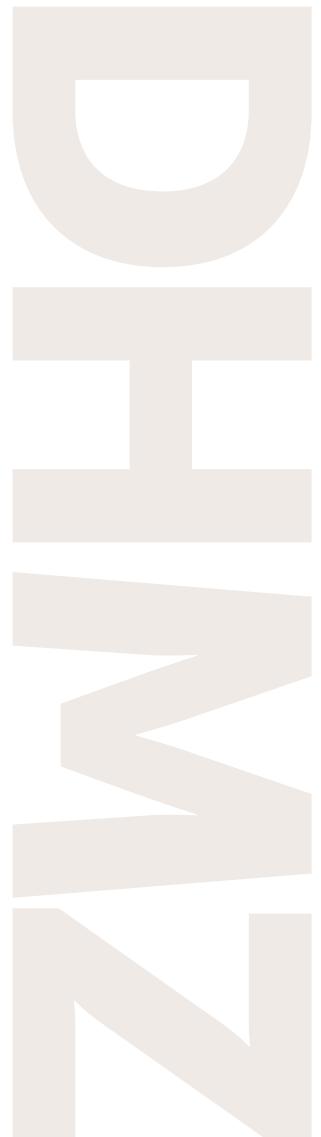
Gajić-Čapka, M. i K. Zaninović, 1993b: Vremenske promjene pojave tuče i grmljavine na području Bjelovara, Križevaca i Čazme. *Hrvatski meteorološki časopis*, **28**, 59–64.

Gajić-Čapka, M., 1994: Periodicity of annual precipitation in different climate regions of Croatia, *Theor. Appl. Climatol.*, **49**, 213–216.

Gajić-Čapka, M., 1996: The snow regime in the Northern part of mount Velebit. *Croat. Meteor. J.*, **31**, 15–21.

Gajić-Čapka, M. and K. Zaninović, 1996: Trend of extreme temperatures and cloudiness at high elevation sites in Croatia. *Proceedings of the International Conference on Climate Dynamics and the Global Change Perspective*, Cracow, Poland, 17.–20.10.1995., *Prace Geograficzne*, **102**, B. Obreska-Starkel, B., T. Niedźwiedź (Ed.), Uniwersytet Jagiełłonski, Cracow, 347–354.

Gajić-Čapka, M. and K. Zaninović, 1997: Changes in Temperature Extremes and Their Possible Causes at the SE Boundary of the Alps. *Theor. Appl. Climatol.*, **57**, 89–94.



- Gajić-Čapka, M. i K. Zaninović, 1998: Sekularne varijacije nekih komponenti vodne ravnoteže u Primorju. *Zbornik radova znanstvenog skupa Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama*, Zagreb, 18.–20.5.1998., HAZU, Zagreb, 53–60.
- Gajić-Čapka, M. i K. Zaninović, 1999: Sekularne varijacije klime u Hrvatskoj u odnosu na europske promjene. *Zbornik radova Znanstvenog skupa "Andrija Mohorovičić – 140. obljetnica rođenja"*, Zagreb, 10.–12.3.1998., Babić, A. (ur.), DHMZ, Zagreb, 219–234.
- Gajić-Čapka, M., 2000: Secular trends of precipitation amount, frequency and intensity in Croatia. *Book of abstracts Meteorology at the Millennium*, Cambridge, UK, 10 – 14 July 2000, 83–83.
- Gajić-Čapka, M. i sur. 2003: Zavižan između snijega, vjetra i sunca: meteorološka monografija povodom 50 godina rada postaje Zavižan. Državni hidrometeorološki zavod, Hrvatsko meteorološko društvo, Zagreb, 257 str.
- Gajić-Čapka, M., M. Perčec-Tadić i M. Patarčić, 2003: Digitalna godišnja oborinska karta Hrvatske. *Hrvatski meteorološki časopis*, **38**, 21–34.
- Gajić-Čapka, M. i K. Zaninović, 2004: Klimatske prilike slivova Save, Drave i Dunava. *Hrvatske vode*, **12**, 49, 297–312.
- Gajić-Čapka, M., 2009: Trendovi oborinskih ekstrema u Crikvenici, 1901.–2007. *Zbornik radova s konferencije Suvremene metode odvodnje oborinskih voda urbanih sredina na obalnim područjima*, Rijeka, 19.–21.3.2009., Hrvatsko društvo za zaštitu voda i Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, 166–175.
- Gajić-Čapka, M. i K. Cesarec, 2010: Trend i varijabilnost protoka i klimatskih veličina u slivu rijeke Drave. *Hrvatske vode*, **18**, 71, 19–33.
- Gajić-Čapka, M., I. Güttler and Č. Branković, 2011: Climate and climate change analyses for CC-WaterS project. *Zbornik radova 5. hrvatske konferencije o vodama s međunarodnim sudjelovanjem: Hrvatske vode pred izazovom klimatskih promjena*, Opatija, 18.–21.5.2011., 109–118.
- Gajić-Čapka, M., 2011: Snow climate baseline conditions and trends in Croatia relevant to winter tourism. *Theor. Appl. Climatol.*, **105**, 1-2, 181–191.

Gajić-Čapka, M. and K. Cindrić, 2011: Secular trends in indices of precipitation extremes in Croatia, 1901–2008. *Geofizika*, **28**, 2, 293–312.

Gajić-Čapka M., 2013: Dnevne i višednevne oborine u srednjem i donjem toku rijeke Drave – klimatske karakteristike i promjene. *Hrvatske vode*, **21**, 86, 285–294.

Gajić-Čapka, M., 2014: Klima Palagruže. Palagruški arhipelag – Istraživanja - Meteorologija.
http://astrogeo.geoinfo.geof.hr/pelagosa_arhipelag/?page_id=27

Gajić-Čapka, M., K. Cindrić and Z. Pasarić, 2014: Trends in precipitation indices in Croatia, 1961–2010. *Theor. Appl. Climatol.*, **121**, 167–177. doi: 10.1007/s00704-014-1217-9.

Gajić-Čapka, M., I. Güttler and Č. Branković, 2015: Climate and climate change analysis for the island of Korčula, Croatia. *COMECA 2014 e-book of contributions*, Kanakidou M., N. Mihalopoulos and P. Nastos (Eds), Crete University Press, **1**, 315–319.

Gajić-Čapka, M., I. Güttler, K. Cindrić and Č. Branković, 2017: Observed and simulated climate and climate change in the lower Neretva river basin. *Journal of Water and Climate Change*, jwc2017034; doi: 10.2166/wcc.2017.034.

Giorgi, F. and L. Mearns, 1999: Introduction to spectral section: Regional climate modeling revisited. *J. Geophys. Res.*, **104**, D6, 6335–6352.

Giorgi, F. et al, 2012: RegCM4: Model description and preliminary tests over multiple CORDEX domains. *Clim. Res.*, **52**, 7–29.

Güttler, I. et al, 2014: Sensitivity of the regional climate model RegCM4.2 to planetary boundary layer parametrisation. *Clim. Dyn.*, **43**, 7, 1753–1772.

Güttler, I., Č. Branković, L. Srnec at M. Patarčić, 2014: The impact of boundary forcing on the RegCM4.2 surface energy budget. *Clim. Change*, **125**, 67, doi: 10.1007/s10584-013-0995-x.

Güttler, I. et al, 2015: Impact of Horizontal Resolution on Precipitation in Complex Orography Simulated by the Regional Climate Model RCA3. *Mon. Wea. Rev.*, **143**, 3610–3627.

- Hengl, T., A. AghaKouchak and M. Perćec Tadić, 2010: Methods and data sources for spatial prediction of rainfall. *Rainfall: State of the Science, Geophysical Monograph Series*. Testik, F.Y., M. Gebremichael (Eds.), American Geophysical Union, Washington, D.C., 189–214.
- Hengl, T., G.B.M. Heuvelink, M. Perćec Tadić and E.J. Pebesma, 2013: Spatio-temporal prediction of daily temperatures using time-series of MODIS LST images. *Theor. Appl. Climatol.*, **107**, 265–277.
- Herceg Bulić, I., Č. Branković and F. Kucharski, 2012: Winter ENSO teleconnections in a warmer climate. *Clim. Dyn.*, **38**, 1593. doi:10.1007/s00382-010-0987-8.
- HMS, 1969: Atlas klime SFRJ 1931–1960. Hidrometeorološka služba, Beograd.
- Isotta F. et al, 2014: The climate of daily precipitation in the Alps: development and analysis of a high-resolution grid dataset from pan-Alpine rain-gauge data. *Int. J. Climatol.*, **34**, 5, 1657–1675.
- Jeftić, L., S. Kečkeš and J. C. Parneta, 1996: Climatic change and the Mediterranean, Volume II. Edward Arnold (umbrella of UNEP), London.
- Juras, J. and V. Jurčec, 1974: Statistička analiza sušnih i kišnih razdoblja primjenom modela Markovljevih lanaca. *Rasprave i prikazi*, **13**, Republički hidrometeorološki zavod Socijalističke Republike Hrvatske, Zagreb, 59–98.
- Jurčec, V., 1974: Anomalije opće cirkulacije atmosfere, sušni periodi i mogućnosti prognoze suše. "Prognoza sušnih perioda". *Rasprave i prikazi*, **13**, Republički hidrometeorološki zavod Socijalističke Republike Hrvatske, Zagreb, 143–203.
- Jurčec, V., 1975: Statistical analysis of dry spell and rainfall extremes during 1947–1971. *Rivista Italiana di Geofisica*, **1**, 125–133.
- Katušin, Z., 1990: Hrvatski klimatski program (1991.–2000.). *Prikazi*, **4**, Republički hidrometeorološki zavod Socijalističke Republike Hrvatske, Zagreb, 80 str.
- Kilibarda, M. et al, 2014: Spatio-temporal interpolation of daily temperatures for global land areas at 1 km resolution. *J. Geophys. Res. Atmos.*, **119**, 2294–2313.

Kirigin, B. 1963: Prikaz klimatskih prilika planine Medvednice. *Rasprave i prikazi*, 9, Hidrometeorološki zavod SR Hrvatske, Zagreb, 72 str.

Kirigin, B., 1976: Klimatske i snježne prilike na području Bjelolasice i Gorskog kotara. *Radni izvještaji*, 7, Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske, Zagreb, 25 str.

Kirigin i sur., 1977: Atlas klime SR Hrvatske 1931.–1960. Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske, Zagreb.

Kraljev, D., M. Gajić-Čapka i K. Zaninović, 1995: U okrilju sunca i mora. Klimatska monografija Zadra. Zadiz d.o.o., Zadar, 67 str.

Kraljev, D., M. Gajić-Čapka i K. Zaninović, 2005: U okrilju Sunca i mora: klimatska monografija Zadra. Hrvatsko meteorološko društvo, Zadiz, Zadar, 139 str.

Ljubenkov, I. and K. Cindrić Kalin, 2015: Evaluation of drought using standardised precipitation and flow indices and their correlations on an example of Sinjsko polje. *Gradičvinar*, 68, 2, 135–143.

MZOPUG, 2001: The First National Communication of the Republic of Croatia to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Ministry of Environmental Protection and Physical Planning (MZOPUG) of Croatia.
<http://unfccc.int/resource/docs/natc/cronc1.pdf>

MZOPUG, 2006: Second, Third and Fourth National Communication of the Republic of Croatia under the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Ministry of Environmental Protection and Physical Planning (MZOPUG) of Croatia.

http://www.undp.hr/upload/file/208/104174/FILENAME/HRV_Second_Third_Fourth_National_Communication.pdf

MZOPUG, 2010: Fifth National Communication of the Republic of Croatia under the United Nation Framework Convention on the Climate Change (UNFCCC). Ministry of Environmental Protection and Physical Planning (MZOPUG) of Croatia.
http://unfccc.int/resource/docs/natc/hrv_nc5.pdf

MZOIP, 2014: Sixth National Communication and First Biennial Report of the Republic of Croatia under the United Nation Framework Convention on the Climate Change (UNFCCC). Republic of Croatia Ministry of Environmental and Nature Protection (MZOIP), Zagreb, 247 str.

(http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom_/application/pdf/hrv_nc6.pdf)



- Pandžić, K. et al, 1993: Climatic conditions on the islands of Cres and Lošinj within the global climate changes. *Croat. Meteor. J.*, **28**, 43–58.
- Patarčić, M. and Č. Branković, 2012: Skill of 2 temperature seasonal forecasts over Europe in ECMWF and RegCM models. *Mon. Wea. Rev.*, **140** (4), 1326–1346.
- Patarčić, M., M. Gajić-Čapka, K. Cindrić and Č. Branković, 2014: Recent and near-future changes in precipitation-extremes indices over the Croatian Adriatic coast. *Clim. Res.*, **61**, 157–176. doi: 10.3354/cr01250.
- Penzar, B. i B. Makjanić, 1978: Uvod u opću klimatologiju. Prirodoslovno matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 206 str.
- Penzar, B. i sur., 1996: Meteorologija za korisnike, Školska knjiga i Hrvatsko meteorološko društvo, Zagreb, 66–74.
- Perčec Tadić, M. i K. Pandžić, 2002: Combined use of Multiple Linear Regression, Optimal Interpolation and GIS in producing temperature maps. Abstracts of European Geophysical Society XXVII Assembly, 21.–26.4.2002., Niča, Francuska, *Geophysical Research Abstracts*, **4**, EGU.
- Perčec Tadić, M., 2010: Gridded Croatian climatology for 1961-990. *Theor. Appl. Climatol.*, **102**, 87–103.
- Perčec Tadić, M., M. Gajić-Čapka, K. Zaninović and K. Cindrić, 2014: Drought vulnerability in Croatia. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, **79**, 31–38.
- Peterson, T.C. et al, 2001: Report on the activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs 1998-2001. WMO-TD No 1071, WCDMP-No 47, World Meteorological Organization Rep., Geneva.
- Pilaš, I. et al, 2016a: Climate variability, soil and forest ecosystem diversity of Dinaric Mountains. Sustainable Development in Mountain Regions: Southeastern Europe, 2nd Edition, Springer International Publishing, 113–140.
- Pilaš, I. et al, 2016b: Ecological, Typological Properties and Photosynthetic Activity (FAPAR) of Common Beech (*Fagus sylvatica* L.) Ecosystems in Croatia. *South-east Eur. For.*, **7**, 73–89.
- Randić, A. et al, 1996: Implications of Expected Climatic Changes for the Cres-Lošinj Islands, The present environmental and socio-economic setting of the Cres-Lošinj islands. *Climatic Change and the Mediterranean*, **2**, Arnold, London, 438–466.

- Sliepčević, A., 1960: Klima Raba. *Rasprave i prikazi*, **4**, 5, Hidrometeorološki zavod Narodne Republike Hrvatske, Zagreb, 61 str.
- Srnec, L. and Č. Branković, 2007: Remote impact of the equatorial Pacific SST anomalies on the Mediterranean region. European Geosciences Union General Assembly, Vienna, 15–20 April 2007, *Geophysical research abstracts*, **9**.
- Srnec, L., 2010: Usporedba sezonskih klimatskih varijacija u Hrvatskoj i temperaturnih anomalija u tropskom Pacifiku. Magistarski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 89 str.
- Šinik, N. i N. Pleško, 1967: Sekularne varijacije klimatskih elemenata u primjeni na Atlas klime SFRJ. *Zbornik radova povodom proslave 20 godina rada Hidrometeorološke službe Jugoslavije 1947–1967*. Beograd, Savezni hidrometeorološki zavod, 29–43.
- Šinik, N., 1979: Varijacije zagrebačke klime. Doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 104 str.
- Šinik, N., 1981: Sekularna klimatska fluktuacija temperature zraka u Zagrebu. *Zbornik meteoroloških i hidroloških radova*, **7**, SHMZ, Beograd, 37–41.
- Šinik, N., 1985: Signifikantnost recentnih klimatskih fluktuacija u Zagrebu. *Geofizika*, **2**, 82–92.
- Vautard, R. et al, 2013: The simulation of European heat waves from an ensemble of regional climate models within the EURO-CORDEX project. *Clim. Dyn.*, **41**, 2555–2575.
- Weber, R.O. et al, 1997: 20th century changes of temperature in the mountain regions of Central Europe. *Clim. Change.*, **36**, 327–344.
- WMO, 2004: Report of the CCI/CLIVAR expert team on climate change detection, monitoring and indices (ETCCDMI). *WCDMP – No 54*.
- WMO, 2007: The role of climatological normals in a changing climate. *WCDMP-No. 61, WMO-TD No. 1377*.
- Zahradníček, P., D. Rasol, K. Cindrić and P. Štěpánek, 2014: Homogenisation of monthly precipitation series in Croatia. *Int. J. Climatol.*, doi:10.1002/joc.3934.

- Zaninović, K., M. Gajić-Čapka i J. Marušić, 1986: O klimi Plitvičkih jezera. *Plitvički vjesnik*, **109**, 9.
- Zaninović, K. and M. Gajić-Čapka, 1995a: Extreme Temperature Changes in this Century in Croatia. *Croat. Meteor. J.*, **30**, 21–26.
- Zaninović, K. and M. Gajić-Čapka, 1995b: Observed trends in temperature extremes and daily range in Croatia. *Proceedings of the conference Climate Variability and Climate Change Vulnerability and Adaptation*, Prague, 11.–15.9.1995., Institute of Atmospheric Physics, Prague, 108–113.
- Zaninović, K. and M. Gajić-Čapka, 1998: Climatic Changes of Water Balance Components at Osijek. *Proceedings of the XIXth Conference of the Danube Countries*, Osijek, 111–116.
- Zaninović, K. and M. Gajić-Čapka, 2000: Changes in Components of the Water Balance in the Croatian Lowlands. *Theor. Appl. Climatol.*, **65**, 1-2, 111–117.
- Zaninović, K., L. Srnec i M. Perčec Tadić, 2004: Digitalna godišnja temperaturna karta Hrvatske. *Croat. Meteor. J.*, **39**, 51–58.
- Zaninović, K. i M. Gajić-Čapka, 2005: Klimatske prilike jadranskih slivova. *Hrvatske vode*, **13**, 50, 1–14.
- Zaninović, K. i sur., 2008: Klimatski atlas Hrvatske, 1961.–1990., 1971.–2000. Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 200 str.
- Zaninović, K. i M. Gajić-Čapka, 2008: Klimatske promjene i utjecaj na zdravlje. *Infektočki glasnik*, **28**, 1, 5–15.
- Zaninović, K., L. Srnec, M. Patarčić and A. Matzarakis, 2011: Climate change and heat related mortality in Croatia. *Proceedings of the 19th International Congress of Biometeorology*, 4–8 December 2011, Auckland, New Zealand, ICB 2011, ISBN 978-0-86869-132.

2.3

Prostorno planiranje, urbanizam i graditeljstvo

Alica Bajić, Lidija Cvitan, Marjana Gajić-Čapka,
Melita Perčec Tadić, Renata Sokol Jurković,
Ksenija Zaninović

Uvažavanje meteoroloških i klimatoloških parametara pri planiranju namjene, karakteristika i načina korištenja slobodnih prostora, gradskih područja i urbane infrastrukture doprinosi visokoj kvaliteti i ekonomskoj isplativosti projekata. Definiranje klimatskih karakteristika područja prije zahvata osnova je i za procjenu mogućih štetnih utjecaja zahvata na prirodu i klimu i pomoći pri planiranju njihova izbjegavanja ili smanjivanja utjecaja na dozvoljenu mjeru. U procesu planiranja i provedbe gradnje i održavanja građevinskih objekata od velikoga je značenja i prognoza nepovoljnih vremenskih prilika kako bi se izbjegli zastoje ili kašnjenja u izgradnji, provedbi ili procesu održavanja projekta i time uzrokovane ekonomske štete.

2.3.1. Prostorno planiranje

Klimatske klasifikacije prostora za potrebe prostornoga planiranja obuhvaćaju razvoj ciljanih meteoroloških parametara koji daju odgovor na pitanje karakteristika i prikladnosti meteoroloških uvjeta na planiranoj lokaciji za:

- razvoj prometne infrastrukture (ceste, željezničke pruge, zračne luke, marine),
- razvoj turističke infrastrukture i djelatnosti,
- zahvate unutar zaštićenih područja (nacionalnih parkova, parkova prirode, zaštićenih vodoopskrbnih područja),
- izgradnju zona različite gospodarske namjene (stambene, industrijske, poljoprivredne, energetske infrastrukture – hidroelektrane, termoelektrane, vjetroelektrane; vidi Poglavlje 2.4.).

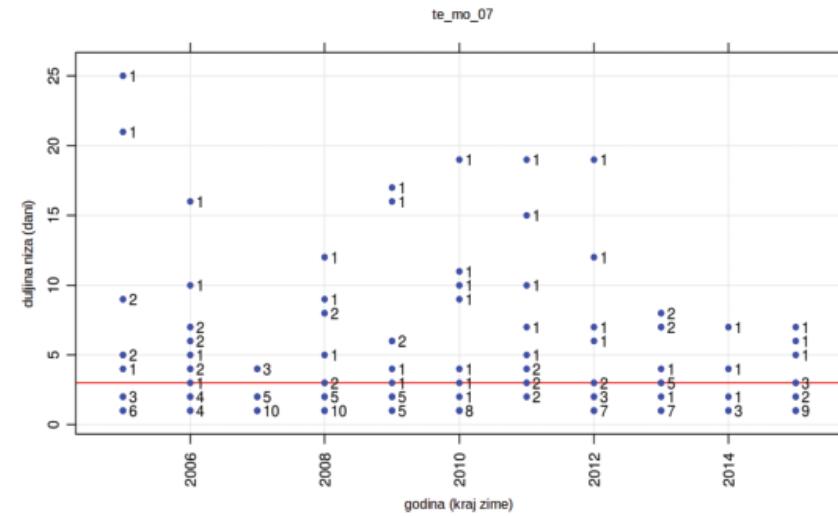
Sadržaj studija za potrebe prostornog planiranja obuhvaća analize vjetrovnoga, oborinskoga i temperaturnoga režima te analizu meteoroloških pojava, primjerice magle, grmljavine, osunčavanja i drugih, prema potrebama investitora i u skladu sa stručnim preporukama meteorologa. Uobičajene analize izmijerenih meteoroloških elemenata na meteorološkim postajama nadopunjuju se vrijednostima s digitalnih klimatskih karata (Zaninović i sur., 2008.; Perčec Tadić, 2010.) i u svjetlu klimatskih promjena sve važnijim procjenama vrijednosti meteoroloških parametara¹ u budućnosti (vidi Poglavlje 2.2.). Promjene i trendovi klimatskih parametara u budućim razdobljima izrađuju se iz projekcija regionalnih klimatskih modela pripremljenih na DHMZ-u ili dostupnih u okviru međunarodnih inicijativa (vidi Poglavlje 2.2.).

¹ Meteorološki **element** – atmosferska varijabla ili pojava koja obilježava stanje vremena na nekom mjestu i u nekom trenutku ili razdoblju (npr. temperatura, vlažnost, tlak, oborina, vjetar, zračenja i dr.), prema Gelo, B. i sur., 2005: Meteorološki pojmovnik i višejezični rječnik. DHMZ, Zagreb, 655 str.

Meteorološki **parametar** – bilo koja veličina u razmatranoj problematiči osim nezavisne varijable; izvedena veličina, primjerice srednja godišnja temperatura zraka ili stupanj-dan grijanja.

Ocjena vjetrovnoga režima zbog nedovoljno gусте мреже мјеренja надопunjује се и реанализама прогнозицким моделом, најчешће ALADIN-ом (види Поглавље 4.).

Струјни рејим оцјенује се увидом у превладавајуће смјерове и брзине вјетра и максималне брзине вјетра. Индустријска постројења важно је планирати тако да се при свим стањима атмосferske стабилности, те оvisно о смјеру и брзини вјетра, избегне доношење onečišćenja u насеља и njегово задрžavanje u njima (види Поглавље 2.6.). Температурни и оборински рејим описује се годишnjim hodovima осnovних параметара: средње дневне температуре зрака, минималне и максималне температуре зрака, броја дана с одређеном температурном карактеристиком (хладни, топли, дани с топлим ноћима), количином оборине, бројем оборинских дана за разлиčite pragove дневне количине оборине, анализом температурних и оборинских екстрема. Уз набројене основне параметре, користе се и параметри специфични за pojedini primjenu као што је број узастопних дана с температуром мокрог термометра $\leq -2^{\circ}\text{C}$ који је пресудан за оцјену увјета за заснježivanje snježnim topovima u krajevima gdje природне карактеристике snježnoga рејима не омогућују економски opravданo korištenje skijaške инфраструктуре. Климатске подлоге за потребе оцјене климатских uvjeta pogodnih za zasnježivanje izrađene су за Medvednicu (Gajić-Čapka, 2005.) као и за потребе планирања и развоја Regionalnoga sportsko-rekreacijskoga i turističkoga centra RSRTC Platak (2017.). U svrhu оцјене климатских параметара relevantnih за zasnježivanje, na Platku je analizirana појава узастопног броја дана с температуром мокрог термометра $\leq -2^{\circ}\text{C}$ (слика 2.3.1.1.) по терминима мјеренja, зимским сезонама i мјесецима. U jedanaest promatranih zima најдulji niz узастопних дана с uvjetima pogodnim за zasnježivanje javljaо se od trodnevног (tri slučaja u zimi 2006/2007) do 25-dневног niza u zimi 2004/2005, što ukazuje na veliku varijabilnost duljina nizova узастопних дана povoljnih за zasnježivanje.



Slika 2.3.1.1. Duljine nizova узастопних дана с температуrom mokroga termometra u 7 h ($te_mo_07 \leq -2^{\circ}\text{C}$) (бројеви уз точке на слици дaju број nизова одређеног trajanja) u zimskim сезонама 2004./2005. do 2014./2015. Nизови trajanja три дана на crvenoj su liniji.

Prva cjelovita meteorološka podloga za potrebe *prostornog planiranja* izrađena je 1968. godine za regiju južnoga Jadrana. Tek 12 godina poslije sličan zahtjev postavljen je i realiziran za područje Osijeka, a zatim je uslijedilo nekoliko zahtjeva: za šire područje Bjelovara (1983.), park prirode Velebit (1987.), općinu Rijeka, Pleso, Veliku Goricu, Senj (1993.), Lastovsko otoče (1994.), Varaždinsku županiju (1995.), grad Rijeku (2002.), grad Bjelovar (2002.), Poreč (2003.), park prirode Medvednica (2003.), sportski centar Platak (2008. i 2017.) (npr. Gajić-Čapka, Zaninović i Lončar, 1998.).

Studije klimatskih karakteristika prostora za potrebe planiranja *prometne infrastrukture* izradene su za potrebe planiranja i izgradnje niza aerodroma na jadranskim otocima (1997.), prometnica (1995., 1998., 2002., 2011., 2012.), željezničica (1979., 1983., 2016.), tunela (1997., 2000., 2005.) i marina (1988., 1989.) (vidi Poglavlje 2.5.).

Na području *Nacionalnoga parka Plitvička jezera* provodila su se osamdesetih godina (1980.–1989.) automatska meteorološka mjerena, te praćenje kvalitete zraka i voda. U okviru meteoroloških studija, u razdoblju od pet godina analizirane su klimatske prilike s ciljem stvaranja podloge za planiranje gospodarskih aktivnosti i zaštitu prirodnih karakteristika prostora. Klimatske karakteristike analizirane su za RSRTC Platak (2017.) s ciljem razvoja turističke i sportske ponude, a za sjeverni Velebit (2017.) za potrebe stručnoga prikaza klimatskih karakteristika u postavu novoga posjetiteljskoga centra Nacionalnog parka Sjeverni Velebit u Krasnu (vidi i Poglavlje 2.7.).

U okviru *vodno-gospodarske osnove* grada Zagreba izrađena je meteorološka podloga 1980. godine, a deset godina poslije nadopunjena je novijim podacima. Meteorološka podloga za vodno-gospodarsku osnovu čitave Hrvatske izrađena je 2002. godine (vidi i Poglavlje 2.9.). Shvativši važnost klimatskih promjena, 2013. godine grad Zagreb bio je prvi grad koji je zatražio izradu meteorološke podloge za Plan prilagodbe klimatskim promjenama.

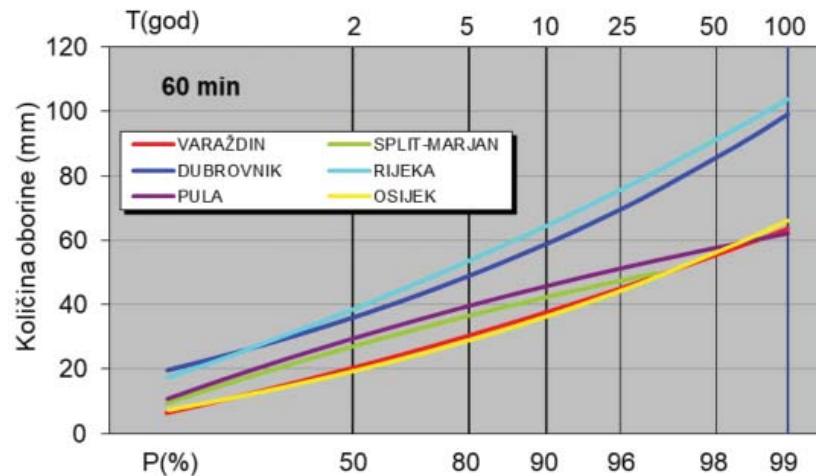
2.3.2. Urbanizam

Kratkotrajna jaka oborina za trajanja do 120 minuta i povratna razdoblja do 100 godina neophodna su ulazna veličina za *proračun površinske odvodnje* s prometnicama ili odvodnjem u gradovima. Povratno razdoblje primjerice od 50 godina znači da se ekstremna pojавa očekuje prosječno jednom u 50 godina. Istraživanja za pojedine lokacije i Hrvatsku u cjelini su ukazala na velike prostorne različitosti vjerojatnosti pojavljivanja pojedinih kategorija jake oborine (slika 2.3.2.1.) (Gajić-Čapka, 1990., 1991., 2000.; Gajić-Čapka i sur., 2001.; Gajić-Čapka, Ožanić i Kravica, 2014.; Gajić-Čapka i Horvat, 2009.; Cindrić i sur., 2014.; Nimac i sur., 2015.).

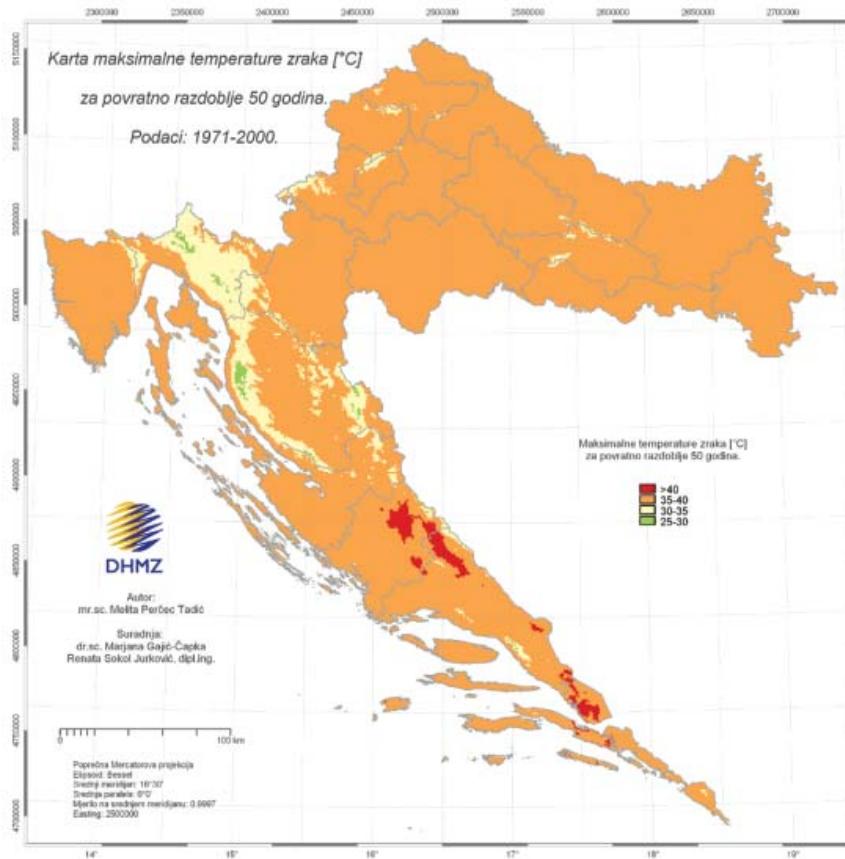
Na strmim je terenima kratkotrajna obilna oborina posebno opasna zbog stvaranja uvjeta pogodnih za eroziju tla. U naseljenim mjestima erozija može proizvesti opasna klizišta, a na šumskim i poljoprivrednim terenima ona odnosi plodno tlo i uništava uvjete za rast bilja i raslinja. Projekt od interesa za EU provodio je JRC (Joint Research Centre iz Italije) u suradnji s meteorološkim službama europskih zemalja s ciljem izrade pregleda intenziteta desetminutnih količina oborine izmjerenih na meteorološkim postajama i s njima povezana RUSLE R-faktora. RUSLE (eng. Revised Universal Soil Loss Equation) najčešće je korišten model u Europi za procjenu erozije tla zbog kiše. Na temelju godišnjih vrijednosti R-faktora s oko 1500 postaja za Europu, među kojima su i 42 postaje iz Hrvatske, metodom regresije izrađene su godišnja i mjesečne karte R-faktora, odnosno karte erozije kišom u prostornoj rezoluciji od jednog kilometra (Panagos i sur., 2015a., 2015b.; Panagos i sur., 2016.). Srpanj i kolovoz mjeseci su u kojima se u Europi najčešće pojavljuju intenzivne oborine velikoga potencijala za izazivanje erozije tla, što vrijedi i za kontinentalni dio Hrvatske, gdje je maksimum u kolovozu, dok je rujan mjesec s najvišim R-faktorom na obali. Rujan je na istočnoj obali Jadrana i u sjevernoj Italiji mjesec s najvišim R-faktorom u Europi. Više gospodarskih grana kao što su gospodarenje vodama, briga o krajobrazu, očuvanje biljnoga i šumskoga pokrova, ali i procjena rizika od erozije, odrona ili poplava ovise o poznavanju toga oborinskoga parametra.

2.3.3. Graditeljstvo

Za građevinske objekte koji su pod znatnim utjecajem vremenskih prilika izrađuju se klimatološke podloge s analizom prevladavajućih vremenskih uvjeta i identificiraju se učestalost i jačina ekstremnih vremenskih prilika koje mogu ugroziti proces izgradnje i korištenje objekata. Pritom je važno da se meteorološki parametri, posebice ekstremni, ne precjenjuju, stvarajući nepotrebne dodatne troškove, ali još važnije jest to da se ne podcjenjuju,



Slika 2.3.2.1. Vjerojatnost pojavljivanja, P(%), maksimalnih 60-minutnih količina oborine za šest odabranih lokacija na području Hrvatske (1959.–2005.).



Slika 2.3.3.1. Maksimalna temperatura zraka za povratno razdoblje od 50 godina. U državnoj normi Hrvatskog zavoda za norme: Toplinska djelovanja: HRN EN 1991-1-5:2012/NA:2012. (Perčec Tadić, Gajić-Čapka i Sokol Jurković, 2012a.).

jer to može poslijе dovesti do materijalne štete, pa i gubitaka ljudskih života (Perčec Tadić, Ivančan Picek i Bajić, 2015.) (vidi i Poglavlje 2.1.). Nestručno korištenje ili zanemarivanje meteoroloških podataka pri projektiranju i gradnji dovodi ponekad do pogrešnih rješenja. Najštetniji primjeri zanemarivanja rezultata meteoroloških studija jesu izgradnja zrakoplovne piste na otoku Krku koja je izložena bočnim udarima vjetra te položaj Masleničkoga mosta, koji je također izložen jakim udarima vjetra.

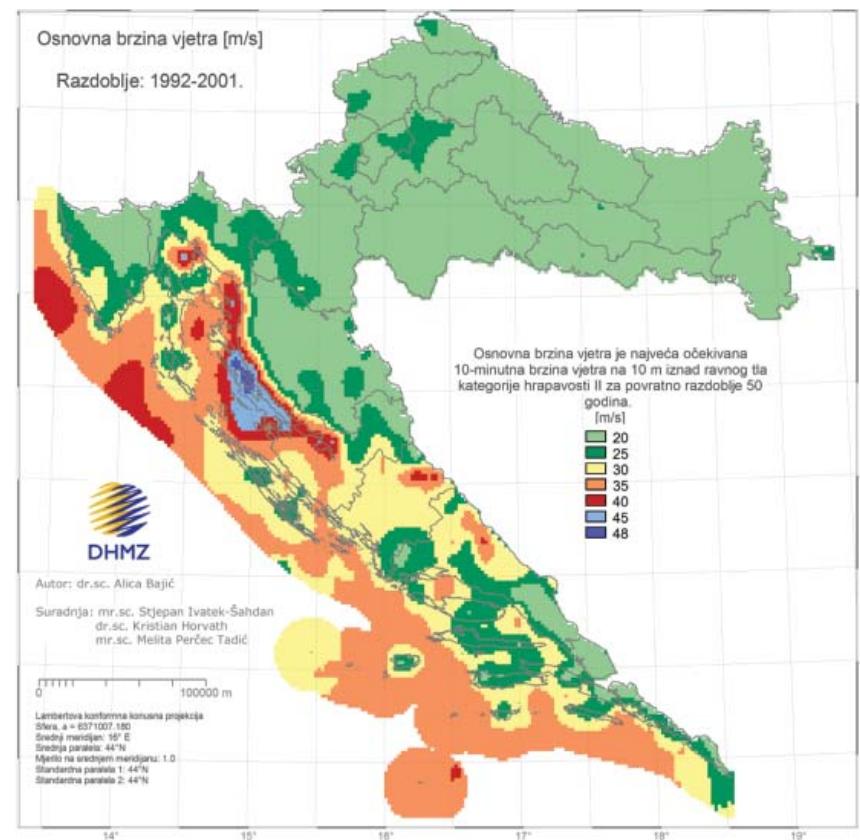
U primjenjenoj klimatologiji, naročito za potrebe projektiranja objekata s duljim vijekom trajanja, od interesa su događaji koji se rijetko pojavljuju. Minimalna i maksimalna temperatura zraka za povratno razdoblje od 50 godina (Perčec Tadić, Gajić-Čapka i Sokol Jurković, 2012a. i 2012b.), maksimalna brzina vjetra za povratno razdoblje od 50 godina (Bajić, Ivatek-Šahdan i Horvath, 2009.; Bajić, 2014.) i karakteristično opterećenje snijegom (Zaninović i sur., 2001.; Perčec Tadić, Zaninović i Sokol Jurković, 2015.) važni su dijelovi tehničke regulative koja se odnosi na djelovanje meteoroloških uvjeta na građevine (Gajić-Čapka i sur., 2001.; Zaninović i sur., 2001., Zaninović, Gajić-Čapka, Žibrat i Šimetin, 2001.).

Procjene ekstremnih vrijednosti osnova su za kartiranje tih parametara, a prikazane karte (slika 2.3.3.1. i slika 2.3.3.2.) dio su ili osnova za *izradu nacionalnih dodataka u normama* koje izdaje Hrvatski zavod za norme (Djelovanja vjetra: HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012.; Opterećenja snijegom: HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2012.; Toplinska djelovanja: HRN EN 1991-1-5:2012/NA:2012.). Karta maksimalne temperature zraka za povratno razdoblje od 50 godina pokazuje da se u Hrvatskoj jednom u 50 godina očekuje da maksimalna temperatura zraka dosegne 35–40 °C. Na izdvojenim lokacijama na obali i krškomu zaleđu očekuju se maksimalne temperature zraka 40–45 °C, dok se u planinskim područjima ne očekuju maksimumi viši od 35 °C (slika 2.3.3.1.) uz 50-godišnje povratno razdoblje.

Višegodišnji znanstveno-istraživački rad na polju istraživanja opterećenja građevinskih konstrukcija prethodio je izradi meteorološke podloge opterećenja vjetrom (Djelovanja vjetra: HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012.) (Bajić i sur., 2001.; Bajić i Peroš, 2001., 2003., 2005.; Bajić, 2003.; Bajić, 2004.; Bajić, Ivatek-Šahdan i Horvath, 2009.). Na karti osnovne brzine vjetra ističe se podvelebitsko područje, gdje najveća očekivana 10-minutna brzina vjetra na 10 metara visine iznad tla jednom u 50 godina može premašiti brzinu od 45 ms^{-1} ili 162 kmh^{-1} (slika 2.3.3.2.). Posebna se pažnja posvećivala utjecaju bure na građevinske objekte.

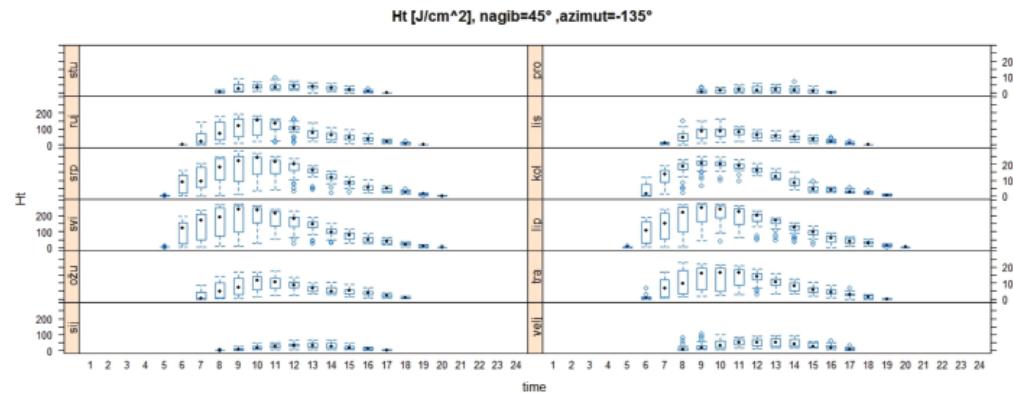
Analiza utjecaja turbulentije na opterećenje građevinskih konstrukcija olujnim vjetrom pokazala je da se pri projektiranju građevina na priobalju i otocima gdje brzina vjetra postiže ekstremne vrijednosti u situacijama s olujnom burom mora uzeti u obzir utjecaj turbulentne komponente vjetra na opterećenje građevinske konstrukcije ili tzv. dinamičko opterećenje. Primjer jedne od najjačih do sad izmjerениh epizoda s burom na Jadranu pokazao je da je tlak vjetra uz uvažavanje dinamičkoga opterećenja konstrukcije gotovo četiri puta veći od onoga koji se dobije uzimajući u obzir samo maksimalnu očekivanu 10-minutnu brzinu vjetra, tj. samo statičko opterećenje vjetrom (Bajić, 2014.).

Pri planiranju građevinskih objekata tri su specifične grupe parametara potrebne za izračun energetskih svojstava zgrada – to su projektne vrijednosti, podaci za proračun grijanja i hlađenja i podaci za proračun ovlaživanja i odvlaživanja. Projektne vrijednosti jesu zimska i ljetna vanjska projektna temperatura zraka i zimska i ljetna vanjska projektna relativna vlažnost zraka. Za ljetnu vanjsku projektnu temperaturu definira se i pripadajuća temperatura mokroga termometra i temperatura rosišta. Sljedeća grupa klimatskih podataka za izračun energetskih svojstava zgrade jesu podaci za proračun grijanja i hlađenja za reprezentativnu godinu (slika 2.3.3.3., Perčec Tadić, 2004.; Perčec Tadić, Sokol Jurković i Gajić-Čapka, 2014.).



Slika 2.3.3.2. Osnovna brzina vjetra na području Hrvatske.
U državnoj normi Hrvatskog zavoda za norme: Djelovanja vjetra: HRN EN 1991-1-4:2012/NA:2012.

Slika 2.3.3.3. Dijagram pravokutnika satnog globalnog Sunčeva zračenja za pojedini mjesec reprezentativne godine. Zagreb-Maksimir. Ploha: nagib 45° , orientacija -135° , SI (sjeveroistok). Na x-osi jest vrijeme u satima, a na y-osi dozračena energija u Jcm^{-2} .



Ta baza klimatskih podataka dio je Tehničkoga propisa o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama kao i Pravilnika o energetskom certificiranju zgrada. Reprezentativna godina definira se iz barem 10-godišnjih nizova satnih mjerena prema statističkoj mjeri reprezentativnosti. Dnevni hodovi globalnog Sunčeva zračenja na nagnutu plohu orijentiranu na sjeveroistok za pojedine mjesecce reprezentativne godine za Zagreb-Maksimir (slika 2.3.3.3.) pokazuju da će ploha primati više zračenja u prijepodnevnim satima, kada je Sunce na istoku, nego u popodnevnim. Osim dnevnoga hoda koji je karakterističan za tu orijentaciju plohe, uočavaju se i sezonske razlike s više dozračene energije u toplog dijelu godine, kada su dani dulji, a zračenje intenzivnije.

Pri korištenju građevinskih objekata važan je faktor potrošnja energije. Sve racionalniji pristup u *gospodarenju energijom u zgradarstvu* u Hrvatskoj podupire i ponuda novijih meteoroloških parametara izvedenih upravo za takve potrebe. U našim je krajevima zaštita od hladnoće bila prioritet u odnosu na zaštitu od vrućine, pa je najprije za praktičnu primjenu započela izrada meteoroloških analiza i studija stupanj-dana grijanja i broja dana grijanja (Cvitan i Penzar, 1984.; Cvitan i Poje, 1985.; Cvitan, 2002.). Posljednjih godina, u vrijeme potvrđenoga globalnoga zatopljenja i sve veće upotrebe klimatizacijskih uređaja, započela je i izrada analiza i studija stupanj-dana hlađenja i broja dana hlađenja u sadašnjoj i budućoj klimi (Cvitan i Sokol Jurković, 2012., 2016.; Cvitan, 2014., 2017). Pored toplinskoga djelovanja, jakoga vjetra ili velikih količina oborine, na *vanjske obloge zgrada* utječe i velika vlažnost zraka. Za planiranje vrste i otpornosti fasada izrađena je karta srednjega godišnjega broja dana s relativnom vlažnošću zraka u 14 sati $\geq 80\%$ (2014.).

Sve te aktivnosti na području primijenjene meteorologije i klimatologije oslanjaju se na višegodišnje znanstveno-istraživačke napore u istraživanjima klimatskih karakteristika hrvatskih regija, osobina vjetrovnoga režima, temperaturnih i oborinskih ekstremi, snježnoga režima, metoda objektivne prostorno-vremenske analize klimatskih podataka, geostatistike, klimatskoga modeliranja i modela za numeričku prognozu vremena pružajući korisnicima relevantne i visokokvalitetne klimatske produkte i usluge stručne podrške donošenju odluka.



Literatura:

- Bajić, A., V. Vučetić, B. Peroš i Z. Žibrat, 2001: Meteorološka podloga za hrvatske norme – opterećenje vjetrom. *Gradevinar*, **53**, 495–505.
- Bajić, A. i B. Peroš, 2001: Odnos brzina vjetra osrednjениh u različitim vremenskim intervalima. *Gradevinar*, **53**, 555–562.
- Bajić, A. i B. Peroš, 2003: Meteorološka podloga za procjenu opterećenja vjetrom. *Hrvatska normizacija i srodne djelatnosti*, HDGK, Zagreb, 369–374.
- Bajić, A., 2003: Meteorološka podloga za hrvatske norme – opterećenje vjetrom. *Zbornik radova Hrvatskog kongresa o normizaciji*, Cavtat, 22.–26.4.2003., 58–61.
- Bajić, A., 2004: Referentna brzina vjetra kao meteorološka podloga za procjenu opterećenja vjetrom. *Sabor hrvatskih graditelja 2004*, Hrvatski savez građevinskih inženjera, 741–747.
- Bajić, A. and B. Peroš, 2005: Meteorological basis for wind loads calculation in Croatia. *Wind and structures*, **8**, 389–406.
- Bajić, A., S. Ivatek-Šahdan i K. Horvath, 2009: Prostorna razdioba brzine vjetra na području Hrvatske dobivena numeričkim modelom atmosfere ALADIN. *Hrvatski meteorološki časopis*, **42**, 66–77.
- Bajić, A., 2014: Opterećenje građevinskih konstrukcija burom. *Hrvatski meteorološki časopis*, **48–49**, 3–17.
- Cindrić, K., I. Nimac, M. Gajić-Čapka i J. Rubinić, 2014: Vremenske promjene kratkotrajnih jakih oborina u razdoblju 1955.–2010. za Split i Varaždin. *Hrvatske vode*, **22**, 89, 239–250.
- Cvitan, L. i I. Penzar, 1984: Analiza zimskih toplinskih uvjeta u Hrvatskoj pomoću stupanj-dana. *Sunčeva energija*, **5**, 1/2, 21–25.
- Cvitan, L. i D. Poje, 1985: Zimska hladnoća u SR Hrvatskoj na temelju broja dana grijanja i stupanj-dana. *Rasprave*, **20**, 65–71.
- Cvitan, L., 2002: Stupanj-dan grijanja na hrvatskom Jadranu. *Jadranska meteorologija*, **47**, 17–22.

- Cvitan, L. i R. Sokol Jurković, 2012: Promjene potrebe za grijanjem i hlađenjem u Hrvatskoj u razdoblju 1901–2008. *Hrvatski meteorološki časopis*, **46**, 27–33.
- Cvitan, L., 2014: Područja najvećih promjena u potrebama za grijanjem i hlađenjem u Hrvatskoj. *Energija i okoliš (Energy and Environment) 2014 - Nove tehnologije u energetici i zaštiti okoliša (New Technologies in Energy Engineering and Environmental Protection)*, Franković, B. (ur.), Zambelli, Rijeka, 321–329.
- Cvitan, L. and R. Sokol Jurković, 2016: Secular trends in heating and cooling monthly demands in Croatia. *Theoretical and applied climatology*, **125**, 3, 565–581.
- Cvitan, L., 2017: Impact of climate change on heating and cooling needs in Crikvenica as a health tourism destination. *Croat. Meteor. J.*, **52**, 27-50.
- Gajić-Čapka, M., 1990: Maximum precipitation for different short-term intervals. *Theor. Appl. Climatol.*, **41**, 33–39.
- Gajić-Čapka, M., 1991: Short-term precipitation maxima in different precipitation climate zones of Croatia, Yugoslavia. *Int. J. Climatol.*, **11**, 677–688.
- Gajić-Čapka, M., K. Zaninović i E. Lončar, 1998: Meteorološke analize i valorizacija prostora šireg područja Rijeke. *Zbornik radova konferencije Prirodoslovna istraživanja riječkog područja*, Prirodoslovni muzej Rijeka, 159–164.
- Gajić-Čapka, M., 2000: Metode klimatološke analize kratkotrajnih oborina velikog intenziteta. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 131 str.
- Gajić-Čapka, M. i sur., 2001: Termičko djelovanje na građevine – meteorološka podloga za hrvatske norme. *Građevinar*, **53**, 7, 431–441.
- Gajić-Čapka, M., 2005: Snow Regime Characteristics for Tourism in the Natural Park Medvednica, Croatia. *Hrvatski meteorološki časopis*, **40**, 634–637.
- Gajić-Čapka, M. i M. Horvat, 2009: Regionalne razlike jakih kratkotrajnih oborina u Istri. *Hrvatske vode*, **17** (68), 87–101.



- Gajić-Čapka, M., N. Ožanić and N. Krvavica, 2014: Estimation of maximum short-term precipitation over the Rijeka region. *e-gfos (Electronic Journal of Civil Engineering Faculty Osijek)*, **5**, 9, 49–59.
- Nimac, I., K. Cindrić Kalin, M. Perčec Tadić i M. Gajić-Čapka, 2015: Analiza maksimalnih trodnevnih količina oborine u Hrvatskoj. *Zbornik radova 6. Hrvatske konferencije o vodama s međunarodnim sudjelovanjem: Hrvatske vode na investicijskom valu*, Biondić, D. i D. Holjević (ur.), 151–160.
- Panagos, P. et al, 2015a: Rainfall erosivity in Europe. *Sci. Total Environ.*, **511**, 801–814.
- Panagos, P. et al, 2015b: Reply to the comment on “Rainfall erosivity in Europe” by Auerswald et al. *Sci. Total Environ.*, **532**, 853–857.
- Panagos, P. et al, 2016: Monthly Rainfall Erosivity: Conversion Factors for Different Time Resolutions and Regional Assessments. *Water*, **8**, 119 pp.
- Perčec Tadić, M., 2004: Digitalna karta srednje godišnje sume globalnog sunčeva zračenja i model proračuna globalnog sunčeva zračenja na nagnute, različito orijentirane plohe. *Hrvatski meteorološki časopis*, **39**, 41–49.
- Perčec Tadić, M., 2010: Gridded Croatian climatology for 1961–990. *Theor. Appl. Climatol.*, **102**, 87–103.
- Perčec Tadić, M., M. Gajić-Čapka i R. Sokol Jurković, 2012a: Republika Hrvatska, Karta najviših temperatura zraka. *Konstrukcijski eurokodovi. Toplinska djelovanja, HRN EN 1991-1-5:2012/NA:2012*, Hrvatski zavod za norme HZN/TO 548, Zagreb.
- Perčec Tadić, M., M. Gajić-Čapka i R. Sokol Jurković, 2012b: Republika Hrvatska, Karta najnižih temperatura zraka. *Konstrukcijski eurokodovi. Toplinska djelovanja, HRN EN 1991-1-5:2012/NA:2012*, Hrvatski zavod za norme HZN/TO 548, Zagreb.
- Perčec Tadić, M., R. Sokol Jurković i M. Gajić-Čapka, 2014: Baza klimatskih podataka za izračun energetskih svojstva zgrade. *Energija i okoliš 2014*, Franković, B. (ur.), Hrvatski savez za sunčevu energiju, Rijeka, 457–466.
- Perčec Tadić, M., B. Ivančan-Picek, i A. Bajić, 2015: Meteorološka podloga procjeni rizika od snijega i leda u Hrvatskoj. *Zbornik Radova 12. Savjetovanja HRO CIGRÉ 2015*, 8–8.

- Perčec Tadić, M., K. Zaninović and R. Sokol Jurković, 2015: Mapping of maximum snow load values for the 50-year return period for Croatia. *Spat. Stat.* **14**, 53–69.
- Zaninović, K. i sur., 2001: Određivanje karakterističnog opterećenja snijegom. *Građevinar*, **53**, 6, 363–378.
- Zaninović, K., M. Gajić-Čapka, Z. Žibrat i V. Šimetin, 2001: Meteorološki parametri u projektiranju toplinske zaštite zgrada. *Građevinar*, **53**, 10, 619–629.
- Zaninović, K. i sur., 2008: Klimatski atlas Hrvatske 1961-1990., 1971-2000. Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 200 str. http://klima.hr/razno_e.php?id=news¶m=atlas



Knjižnica Državnog hidrometeorološkog zavoda (foto: I. Lukac).



Državni hidrometeorološki zavod je izdavač ili suizdavač mnogih stručnih knjiga (foto: I. Lukac).

2.4

Energetika

Alica Bajić, Marjana Gajić-Čapka

Primjena meteoroloških podataka i znanja veoma je važna za potrebe energetskog sektora, osobito u novije vrijeme kada je Strategijom energetskoga razvoja Republike Hrvatske (Narodne novine 130/2009) predviđen znatan porast udjela proizvodnje energije iz obnovljivih izvora u ukupnoj proizvodnji. Izdvajamo osnovna područja primjene meteoroloških podataka u razvoju i upravljanju elektroenergetskim sustavom.

2.4.1. Planiranje energetskog razvoja Hrvatske (energetska strategija)

S obzirom na sve veću svijest o potrebi zaštite okoliša (smanjenja emisije stakleničkih plinova) i sve manju naklonost javnosti prema nekim izvorima energije klasičnoga tipa i nuklearnim elektranama, meteorolozi su već krajem 1960-ih naglašavali važnost istraživanja energetskoga potencijala klime (Šnik, 1969.). Međutim, tek početkom 80-ih godina započela su sustavnija istraživanja mogućnosti korištenja obnovljivih izvora energije kao što su Sunce, vjetar i voda.

Poticaj za prva takva istraživanja dala je Hrvatska elektroprivreda. U suradnji s ondašnjom Elektrodalmacijom iz Splita u razdoblju 1981.–1986. godine analizirani su meteorološki parametri potrebni za iskorištavanje energije Sunca kao što su trajanje sijanja Sunca (insolacija), naoblaka i globalno zračenje.

Istraživan je režim naoblake i insolacije na području Hrvatske prema mjerenim podacima iz razdoblja 1961.–1980.: prostorna raspodjela naoblake, srednje količine naoblake, srednjega broja oblačnih i vedrih dana, statistika dekadnih vrijednosti naoblake te uzastopno oblačnih i vedrih dana. Ispitana je ovisnost insolacije o naoblaci i na temelju utvrđenih dovoljno jakih veza kod većine postaja i gotovo tijekom cijele godine, modificirane su karte insolacije, i to na onim dijelovima gdje još nisu postojala mjerjenja insolacije (Poje i Žibrat, 1982.; Poje, Žibrat i Gajić-Čapka, 1984.). Nadalje je istraživana veza trajanja insolacije i globalnog zračenja, kao i karakteristike dekadnih vrijednosti globalnog zračenja i insolacije, za postaje koje mjere oba elementa na području Hrvatske. U nedostatku mjerjenja globalnoga zračenja na većem broju meteoroloških postaja na taj je način područje Hrvatske pokriveno gustom mrežom podataka. Oni su omogućili izradu vrlo detaljnih kartografskih prikaza globalnog zračenja, koje predstavlja najvažniji podatak za svako iskorištavanje energije Sunca (Žibrat i Gajić-Čapka, 1986.; Žibrat, 1987.).

I prve analize energetskoga potencijala vjetra na području Hrvatske datiraju iz 80-ih godina (Cividini, 1987; Poje i Cividini, 1988., 1988a.). U okviru rada na znanstveno-istraživačkom projektu *Istraživanje energetskog potencijala vjetra* koje je sufinciralo Ministarstvo znanosti, tehnologije i informatike, po prvi je put procijenjena srednja godišnja i sezonska snaga i energija vjetra na 32 lokacije na području Hrvatske. Daljnja istraživanja mogućnosti korištenja energije vjetra bila su usmjerena na karakteristike razdiobe brzine vjetra (učestalost energetski iskoristivih intervala brzine vjetra) i perzistenciju vjetra (neprekidno trajanje vjetra određene brzine) (Cividini i Poje, 1986.; Poje i Cividini, 1988., 1988a.; Poje, 1981., 1988., 1990., 1992., 1996., Cividini i sur., 1998.).

Nakon osamostaljenja Hrvatske početkom 1991. godine u Hrvatskom državnom saboru prihvaćena je *Strategija razvoja energetskog sektora*. U tom dokumentu pokušala se sagledati budućnost energetskoga sektora u Hrvatskoj na temelju ondašnjih očekivanja, zakonodavnih, političkih, gospodarskih i ostalih promjena. Sedam godina nakon toga, to jest poslije rata i svih promjena u političkom, zakonodavnom i gospodarskom sustavu, pokazala se potreba za definiranjem nove energetske politike. Tako je 1997. godine Vlada Republike Hrvatske donijela odluku o pokretanju nacionalnih energetskih programa radi stvaranja pretpostavki za izgradnju nove energetske politike zemlje. S dovršetkom istraživanja na tim programima stvorene su pretpostavke za izradu nove strategije razvitka energetskog sektora u Hrvatskoj.

Energetski programi Hrvatske pokrenuti su radi stvaranja pretpostavki za povećanje energetske učinkovitosti, korištenja obnovljivih izvora energije i zaštite okoliša. Kako su vrijeme i klima nezaobilazni čimbenici koji direktno utječu na proizvodnju i racionalno korištenje energije, meteorološke podloge izrađene u Državnom hidrometeorološkom zavodu odigrale su važnu ulogu u izradi hrvatskih energetskih programa, i to:

MAHE – Program izgradnje malih hidroelektrana

Kao podloga projektantske obrade izrađene su opsežne hidrološke podloge za koje su analizirani podaci hidroloških opažanja Državnog hidrometeorološkog zavoda s 36 vodomjernih postaja u 35-godišnjem razdoblju 1951.–1985. Program je rezultirao prijedlogom 49 potencijalnih lokacija s najizglednijim mogućnostima za izgradnju male hidroelektrane (Bašić i sur., 1998.).

SUNEN – Program korištenja energije sunčeva zračenja

Cilj programa SUNEN bio je da se osiguraju preduvjeti za znatnije korištenje Sunčeve energije (Hrastnik i sur., 1998.). Osnova čitavoga programa bila je procjena potencijala energije Sunca, što je bio primarni zadatak istraživanja meteorologa ondašnjeg Centra za meteorološka istraživanja. Osnovni meteorološki doprinos SUNEN-u jest digitalna karta srednje godišnje sume globalnoga Sunčeva zračenja na horizontalnu plohu za razdoblje 1961.–1980. Zbog nedovoljnoga broja lokacija s mjerenjima Sunčeva zračenja za izradu karte regresijskom analizom uspostavljena je veza između godišnje sume globalnoga Sunčeva zračenja te srednje godišnje temperature zraka i nadmorske visine postaje. Uz to, meteorološka podloga sadrži i srednje mjesečne sume globalnoga Sunčeva zračenja na nagnute plohe orientirane prema različitim stranama svijeta.

ENWIND – Program korištenja energije vjetra

U okviru programa ENWIND izrađene su meteorološke podloge za procjenu tehničkoga potencijala energije vjetra u području jadranskih otoka i priobalja kao glavnih vjetronosnih područja u Hrvatskoj.

Prostornom interpolacijom i ekstrapolacijom podataka brzine vjetra modelom WaSP (*Wind Application and Atlas Programme*) izradene su karte srednje godišnje brzine i snage vjetra na 25 metara iznad tla za odabranu područja. Tim su modelom proračunati i parametri koji određuju učestalost pojave vjetra određene brzine. Ti su rezultati, između ostalog, poslužili ostalim sudionicima programa da izdvoje 29 makrolokacija pogodnih za korištenje energije vjetra (Horváth i sur., 1998., 2001.).

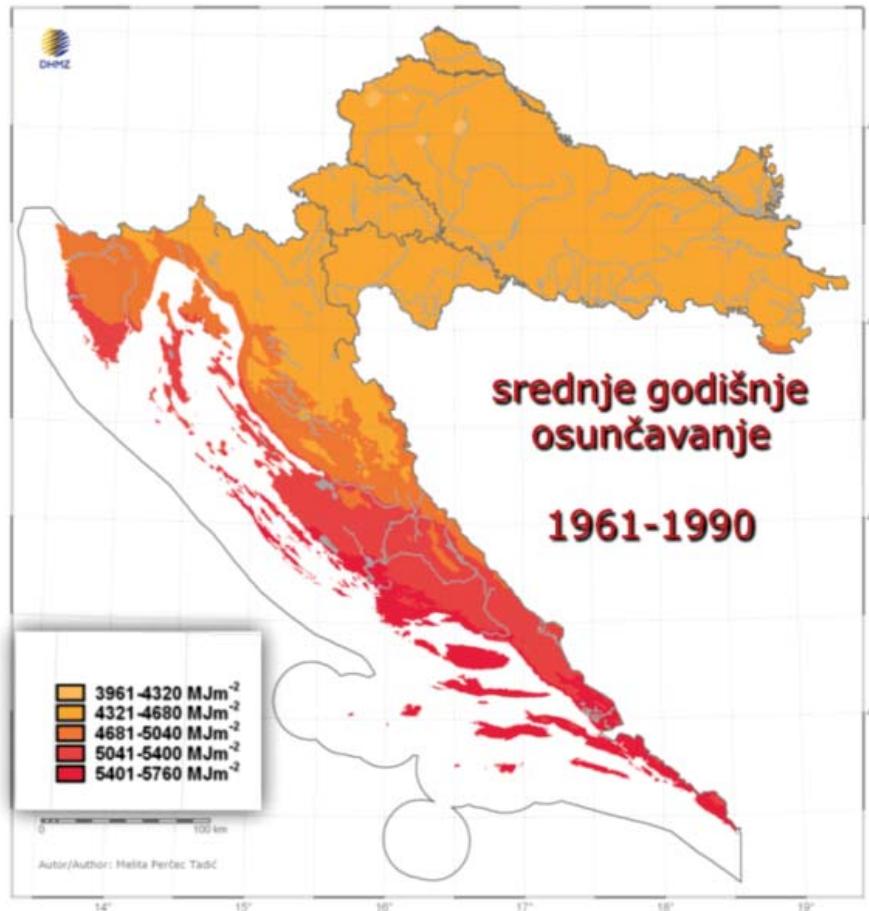
KUENzgrada – Program povećanja energetske efikasnosti u zgradarstvu

Glavni cilj programa KUENzgrada bio je uspostava mehanizama koji će osigurati trajno smanjenje energetskih potreba pri projektiranju, izgradnji i korištenju novih zgrada i naselja, te sanacijskih zahvata na postojećim zgradama kao dijelu ukupne energetske politike Republike Hrvatske (Kolega i sur., 1998.). Naime, kvaliteta zgrade u smislu uštede energije ne očituje se samo u kvaliteti njenih konstruktivnih dijelova i jačini toplinske izolacije, već na nju utječu i drugi čimbenici, među kojima su klimatski uvjeti jedan od najvažnijih. U meteorološkoj podlozi za potrebe projektiranja efikasne toplinske zaštite zgrada dani su meteorološki projektni parametri nužni za testiranje i korištenje Programskega paketa za ekološko i ekonomsko optimiziranje u zgradarstvu i njegovu prilagodbu hrvatskoj situaciji. Analizirani su temperaturni projektni parametri (stupanj-dan grijanja, standardna vanjska temperatura zraka, najniža i najviša srednja dnevna temperatura zraka), Sunčev zračenje (globalno i difuzno), oborina (srednje i maksimalne količine oborine) i vlažnost zraka temeljem 30-godišnjega niza podataka mjerena na 15 postaja u različitim klimatskim područjima Hrvatske.

Potaknuta, između ostalog, i postojanjem državnih energetskih programa, istraživanja meteorološke problematike ocjene energetskoga potencijala vjetra naglo su se intenzivirala i uvjetovala razvoj novih metoda analize podataka mjerena smjera i brzine vjetra, te fizikalnih modela za prostornu interpolaciju tih mjerena.

U Europi se velika pozornost poklanjala razvoju jedinstvene metodologije procjene energetskog potencijala vjetra koja obuhvaća razvoj novih modela za objektivnu fizikalnu simulaciju strujanja na području s mjerenjima i bez mjerena. Taj je razvoj doveo do izrade Europskog atlasa vjetra (Troen i Petersen, 1992.) u koji su bile uključene zemlje članice Europske unije. Kako bi se uključile i zemlje Srednje Europe, na inicijativu meteorološke službe Austrije, pokrenut je rad na projektu *Wind and wind potential in Central Europe*. Produkt toga rada jest *Wind atlas for Central European countries* (urednici Dobesch i sur., 1997.), u kojem su za Hrvatsku dani rezultati procjene energetskoga potencijala vjetra na 9 meteoroloških postaja. Uočavajući važnost dobivenih rezultata i veliku potrebu za novim izvorima energije, Sektor za razvoj Hrvatske elektroprivrede pokrenuo je 1997. godine nastavak istraživanja problematike ekonomske iskoristivosti energije vjetra i potaknuo izradu studije *Meteorološke podloge za proračun moguće proizvodnje energije iz energije vjetra na odabranim makrolokacijama u Republici Hrvatskoj*.



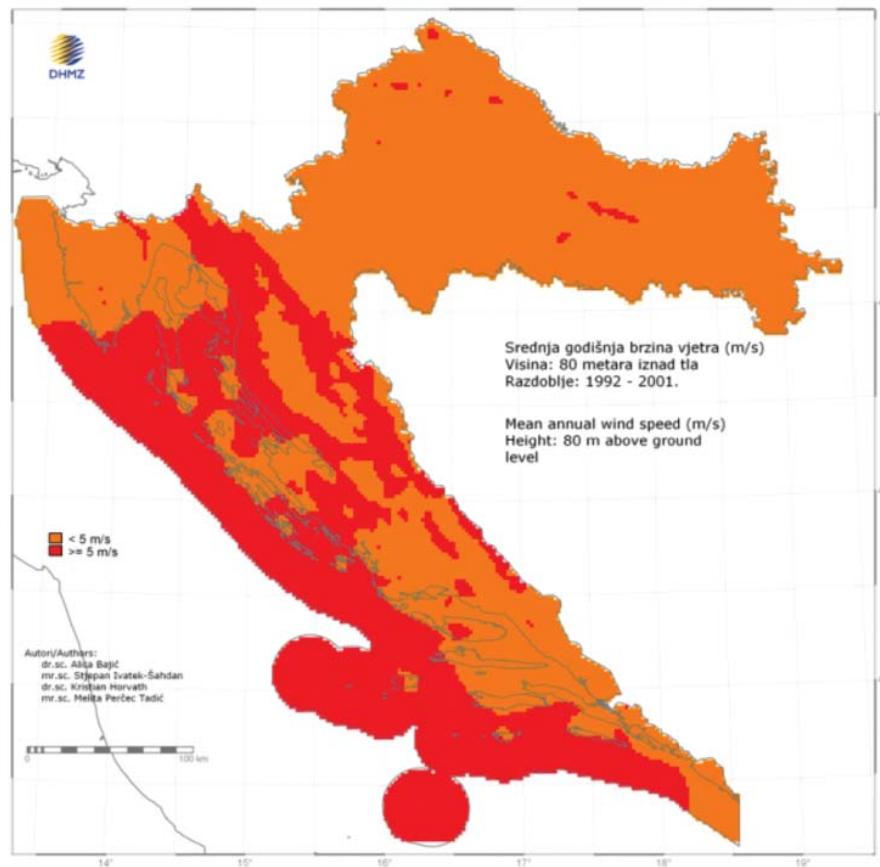


Slika 2.4.1.1. Karta srednjeg godišnjeg osunčavanja (Zaninović i sur., 2008.: Klimatski atlas Hrvatske).

Kako je pouzdan podatak o brzini i smjeru vjetra osnovna pretpostavka dobre procjene energetskog potencijala, u okviru studije velika se pažnja posvetila analizi reprezentativnosti podataka i potpunosti nizova mjerjenja (Bajić i V. Vučetić, 1998.). Kao dio tog zadatka običeno je 15 glavnih meteoroloških postaja s kontinuiranim mjerjenjima smjera i brzine vjetra na kojima su snimljene prepreke strujanju (snimljen horizont oko anemometra) kako bi se procijenio i uvažio njihov utjecaj na izmjerenu brzinu vjetra.

Istraživanja energetskog potencijala obnovljivih izvora energije provode se niz godina. Tako je analiza meteoroloških podataka za studiju *Sunčevo zračenje na području RH* izrađena 2003. godine (Perčec Tadić, 2004.). Na slici 2.4.1.1. prikazana je karta srednjega godišnjega osunčavanja za razdoblje 1961.–1990. publicirana u *Klimatskom atlasu Hrvatske* (Zaninović i sur., 2008.).

Sveobuhvatna meteorološka podloga za procjenu energetskoga potencijala vjetra u Hrvatskoj izrađena je 2009. godine za potrebe HEP-ove studije *Obnovljivi izvori energije*. Osnovna svrha studije bila je procjena klimatski reprezentativne prostorne razdiobe srednje godišnje brzine vjetra na području Hrvatske (karta vjetra) na 10 i 80 metara iznad tla (slika 2.4.1.2.) te procjena parametara potrebnih za ocjenu prirodnog energetskog potencijala vjetra na točkama mreže maksimalne moguće gustoće. Pri tome je korištena metoda dinamičke prilagodbe globalnih reanaliza ERA-40 Europskoga centra za srednjoročne prognoze vremena na mrežu točaka veće horizontalne razlučivosti (8 km) upotrebom spektralnoga, prognostičkoga modela ALADIN (Tudor i sur., 2013.). Podaci su potom adaptirani na mrežu točaka od 2 km horizontalne razlučivosti metodom dinamičke adaptacije (Ivatek-Šahdan i Tudor, 2004.).



Slika 2.4.1.2. Karta područja sa srednjom godišnjom brzinom vjetra većom od 5 ms^{-1} na visini 80 metara iznad tla.

Klimatološka analiza vjetra u prizemnom graničnom sloju izrađena je za 10-godišnje razdoblje (1992.–2001.) s podacima vremenske razlučivosti 60 minuta za parametre brzine i smjera vjetra te maksimalnih 10-minutnih udara (Bajić, Ivatek-Šahdan i Horvath, 2009.; Horvath, Bajić i Horváth, 2011.).

Sve racionalniji pristup u gospodarenju energijom u zgradarstvu u Hrvatskoj podupire i ponuda meteoroloških parametara izvedenih upravo za takve potrebe. Potrošnja energije na grijanje i hlađenje stambenih prostora ovisi o realnim potrebama ovisnima velikim dijelom o meteorološkim uvjetima. Oduvijek je zaštita od hladnoće bila prioritet u odnosu na zaštitu od vrućine pa je najprije za praktičnu primjenu započela izrada meteoroloških analiza i studija stupanj-dana grijanja i broja dana grijanja (Cvitan i Penzar, 1984.; Cvitan i Poje, 1985., Cvitan 1990.). Njihova je potražnja sve učestalija (Cvitan, 1998., 1999., 2002., 2004.).

Posljednjih godina, u vrijeme potvrđenoga globalnoga zatopljenja, započela je i izrada analiza i studija stupanj-dana hlađenja i broja dana hlađenja, čija potražnja također raste (Cvitan, 2014., Cvitan i Sokol Jurković, 2016.). Izrada novijih meteoroloških parametara potrebnih za racionalnije gospodarenje energijom u zgradarstvu sastavni je dio studije *Meteorološke podloge za Pravilnik o uštedi energije i toplinskoj zaštiti zgrada* izrađene 2004., te baze klimatskih podataka potrebnih za proračun energetskih svojstava zgrada izrađene 2013. za potrebe Ministarstva graditeljstva i prostornoga uređenja (Perčec Tadić, Sokol Jurković i Gajić-Čapka, 2014.).

Potvrđene i očekivane klimatske promjene također utječu na potrošnju i proizvodnju energije i potrebno ih je uvažiti pri planiranju dugoročnoga razvoja elektroenergetskoga sustava. Tako je 2009. i 2010. godine izrađena studija *Klimatske varijacije i promjene značajne za poslovanje Hrvatske elektroprivrede*. Isto tako razmatrane su i promjene potreba za grijanjem i hlađenjem u Hrvatskoj u razdoblju 1991.–2008. (Cvitan i Sokol Jurković, 2012.).

2.4.2. Planiranje i izgradnja proizvodnih i prijenosnih energetskih projekata

Za potrebe planiranja i izgradnje energetskih objekata izrađuju se klimatološke podloge koje ukazuju na prevladavajuće vremenske uvjete i vjerovatnoću pojave ekstremnih vremenskih prilika koje mogu dovesti u opasnost i proces izgradnje i korištenja objekta. Velik dio studijskih poslova za te potrebe rađen je u sklopu izrade meteoroloških podloga za izradu studija utjecaja na okoliš energetskog objekta i opisan je u poglavlju 2.3. Prostorno planiranje, urbanizam i graditeljstvo.

Hidroelektrane

Za što bolju iskoristivost vode kao prirodnoga izvora energije, bilo korištenjem protočnih hidroelektrana ili hidroelektrana čiji je rad vezan uz akumulacije, važne su analize meteoroloških elemenata, posebice oborine, kao glavne ulazne veličine u hidrološki ciklus (Penzar i sur., 1996.).

Tako je poznavanje prostorne i vremenske raspodjele količine oborine na nekom području temelj projektiranja veličine akumulacije i procjene utjecaja oborine na punjenje akumulacija (Gajić-Čapka, Perčec Tadić i Patarčić, 2003.). Vrsta i intenzitet oborine nisu jednak tijekom cijele godine. Posebno je važno poznavati vjerovatnoću velike količine kiše u kratkom razdoblju odnosno njezina intenziteta kao njihove vremenske promjene (Cindrić, Nimac, Gajić-Čapka i Rubinić, 2014.). Isparavanje s otvorene vodene površine utječe na kapacitet akumulacije, a može se dobiti mjerjenjem ili proračunom. Ovisno o metodi, u proračun ulazi uz temperaturu podloge i niz meteoroloških elemenata, kao što su temperatura i relativna vlažnost zraka, strujanje zraka, tlak zraka i Sunčev zračenje. Podatak o vlažnosti zraka utječe na isparavanje, vodni režim, ali i na postojanost materijala, što se treba uvažiti pri projektiranju hidrotehničkih objekata. Podaci o temperaturi zraka, osim što služe za proračun potencijalnog isparavanja, važni su za projektiranje konstrukcija. Pravilan rad i iskoristivost hidroelektrana znatno ovisi o meteorološkim uvjetima tijekom godine. Stoga se prema zahtjevu investitora svake godine analiziraju meteorološke prilike, osobito temperaturne i oborinske, na slivovima nekih hidroelektrana vezanih na akumulacije. One se uspoređuju s višegodišnjim prosjecima kako bi se mogla dati godišnja ocjena rada hidroelektrane s obzirom na meteorološke uvjete tijekom promatrane godine. Za potrebe operativnih službi koriste se i kratkoročne i srednjoročne prognoze vremena, te rezultati klimatskih i hidroloških modela za dugoročnija planiranja.

Nabrojene vrste meteoroloških analiza mogu se naći u velikom broju klimatoloških i meteoroloških studija za potrebe vodnog gospodarstva. Uz to su i kao nužna podloga za mogućnost detaljne analize vodne ravnoteže slivnih područja na kojima su planirane hidroelektrane uspostavljana specijalna hidrološka i meteorološka mjerjenja na nizu lokacija od interesa (vidi Poglavlje 2.9.).



Prve analize oborinskog režima na područjima hidroelektrana izrađene su 1957. i 1967. godine. Već 1984. godine za potrebe projekta *Katastar malih vodnih snaga SRH* izrađene su karte izohijeta za 10-godišnje razdoblje za četiri slivna područja i Hrvatsku u cjelini, te za područje Gorskoga kotara i Primorja. U okviru *Studije uređenja zemljišta i otvorenih vodotoka za gornji dio vodnog područja slivova Drave i Dunava* provedena je 1986. godine analiza odabralih oborinskih parametara. Od tada do danas kontinuirano se pojavljuje potreba za analizom oborinskih i hidroloških prilika na slivovima rijeka na kojima postoje ili se planiraju izgradnje hidroelektrana ili vodnih stepenica (VS Osijek, VS Donji Miholjac, HE Lešće, VS Lučica, VS Sava, HE Dubrava, HE Nikola Tesla, HE Senj, HE Vinodol, slivovi Krke, Cetine i Zrmanje, HE Drežnica). Na zahtjev elektroprivrednih organizacija iz raznih krajeva Jugoslavije provedena su u razdoblju 1968.–1969. opsežna ispitivanja o mogućnostima stimulacije oborine na području Like i Gorskog kotara.

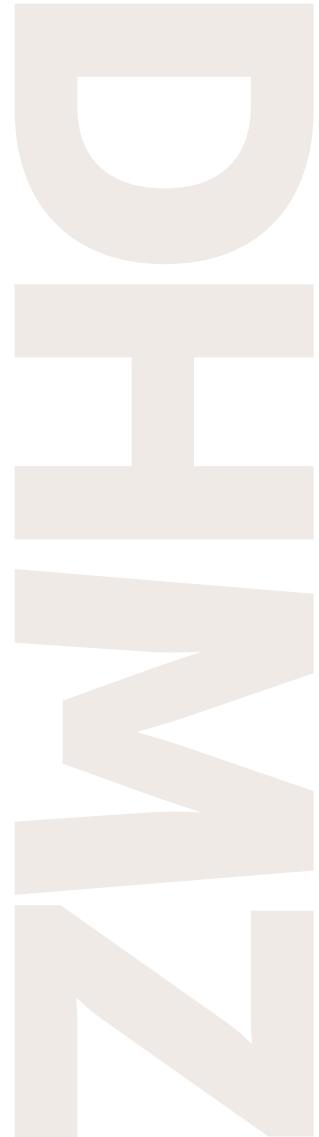
Ta su istraživanja pokazala da na tim područjima postoji znatan prirodni potencijal za takve akcije, pa su u godinama koje su slijedile provedene pripreme za istraživačke rade na tom području.

U opsežnom elaboratu prikazani su rezultati ispitivanja na terenu i iskustva u vezi s organizacijom i prijedlozi mjerjenja na terenu Like (Šinik, 1970.; Poje, 1972.). Kao nastavak toga istraživanja, u travnju 1976. provedena su na području Like opsežna ispitivanja vertikalne strukture atmosfere (radiosondažna i pilot-balonska mjerena), te mjerena sublimacijskih jezgara.

Za potrebe planiranja i izgradnje vodnih stepenica na rijeci Savi u nekoliko su navrata rađene meteorološke analize radi ocjene klimatskoga potencijala toga područja i očekivanoga utjecaja vodnih stepenica na promjenu klime (prvenstveno pojave magle) (Hrabak-Tumpa, Ivatek-Šahdan i Delonga, 1999; Hrabak-Tumpa, Vuković i Ivatek-Šahdan, 1999.).

Već više od dvadeset godina svake se godine izrađuju analize oborine i ostalih meteoroloških parametara i njihova usporedba s prosječnim klimatskim prilikama na područjima HE Vinodol, HE Senj i slivova Krke, Cetine i Zrmanje (Vuković, Hrabak-Tumpa i Ivatek-Šahdan, 1999.).

U meteorološkim podlogama za potrebe planiranja i izgradnje hidroelektrana važno je uključivanje komponenata vodne ravnoteže. Analiza prostorne razdiobe (horizontalnih gradijentata) oborine i evapotranspiracije izrađena je za područje Like i Gorskoga kotara 1999. godine (Pandžić i Vuković, 1999.). Proračuni mjesecnih vrijednosti komponenata vodne ravnoteže za reprezentativne meteorološke postaje po slivovima provedeni su 2002. godine u okviru opsežnih istraživanja klimatskih prilika za potrebe upravljanja vodama i za planiranja u vodnom gospodarstvu Hrvatske (Gajić-Čapka i Zaninović, 2004.; Zaninović i Gajić-Čapka, 2005.), te za analize poplava tijekom 2010., 2013. i 2014. godine na području Hrvatske (Sokol Jurković, 2016.).



Termoelektrane

Termoelektrane su energetski objekti koji znatno utječu na okoliš i pri njihovu planiranju, projektiranju i izgradnji velik dio meteoroloških studijskih i istraživačkih zadataka odnosi se na procjenu njihova utjecaja na kvalitetu zraka i oborine. Stoga je pregled primijenjenih istraživanja za potrebe planiranja, izgradnje i korištenja termoelektrana dan u poglavlju 2.6. Zaštita okoliša.

Nuklearne elektrane

Istraživanja meteoroloških prilika na lokacijama planiranih nuklearnih elektrana za potrebe izrade prethodnih sigurnosnih izvještaja započela su 1980. godine s NE Prevlaka, NE Vir i NE Slavonija. Da bi se izradile pouzdane ocjene prosječnih i ekstremnih klimatskih prilika (Gajić-Čapka, 1985.) na planiranim područjima izgradnje, uspostavljena su namjenska mjerjenja osnovnih meteoroloških elemenata, od kojih posebno naglašavamo onu na Viru. Naime, na toj lokaciji izgrađen je prvi hrvatski meteorološki toranj s mjerjenjima brzine i smjera vjetra, temperature i relativne vlažnosti zraka na visinama 10 i 50 metara iznad tla. Ti su podaci bili osnova za analizu difuznoga potencijala buduće nuklearne elektrane Vir (vidi Poglavlje 2.6. Zaštita okoliša).

Vjetroelektrane

Sve veći broj vjetroelektrana na području Hrvatske doveo je do znatnoga razvoja primjene meteorologije u planiranju i izgradnji tih energetskih objekata. Primjena meteorologije za potrebe vjetroelektrana može se podijeliti u nekoliko cjelina:

a) meteorološke podloge za izradu studija utjecaja na okoliš vjetroelektrana (opisano u poglavlju 2.3. Urbanizam, prostorno planiranje i graditeljstvo),

b) ocjena očekivanih razdioba smjera i brzine vjetra na lokacijama budućih vjetroelektrana

Poznavanje razdiobe smjera i brzine vjetra osnovni je parametar za procjenu isplativosti izgradnje vjetroelektrane. Stoga se pred meteorologe postavlja izazovan zadatak da procijene režim strujanja na lokacijama, koje se najčešće nalaze na vrhovima planina i orografski vrlo složenu terenu na znatnim udaljenostima od meteoroloških postaja na kojima raspolaćemo kontinuiranim i dugotrajnim mjerjenjima smjera i brine vjetra. Dodatni je izazov i potreba da se procjena provede za visinu osi vjetroagregata, koja je najčešće 80 do 100 metara iznad tla. Jedini znanstveno utemeljen način da se dobije klimatski reprezentativna razdioba brzine vjetra, koja je osnova za procjenu energetskog potencijala, jest korištenje numeričkih modela atmosfere male prostorne razlučivosti (50–200 m).

Stoga su 1996. godine počela istraživanja mogućnosti korištenja onda najrazvijenijega i za danu primjenu najčešće korištena modela, koji je uključen u *Wind Atlas and Application Programme* (WaSP) (Bajić, Vučetić, Cividini, 1998.; Vučetić, 1999.; Bajić, 1999., Horváth L., Bajić i K. Horvath, 2007., 2008.; Horváth L. i sur., 2009.). Ti su rezultati doveli do definiranja metodologije procjene razdiobe smjera i brzine vjetra na područjima bez mjerjenja. Metoda je korištena u mnogobrojnim studijama ne samo za potrebe vjetroelektrana, nego i za potrebe ocjene režima strujanja na trasama prometnica, dalekovoda i projektiranje zračnih luka na jadranskim otocima.

c) klasifikacija područja u odnosu na sigurnost korištenja pojedinih tipova vjetroagregata

Klimatske prilike nekoga područja u znatnoj mjeri utječu na sigurnost svakoga objekta, pa tako i vjetroagregata. Stoga se u skladu s europskim standardom IEC 61400-1, 2005 (*Wind turbine generator system – Part I: Safety requirements*) prije izgradnje vjetroelektrane izrađuje klasifikacija prostora, to jest definiraju se sigurnosni meteorološki kriteriji koje vjetroagregat treba zadovoljiti da bi se osigurala sigurnost njegova korištenja.

U te elemente pripadaju srednja brzina vjetra na visini osi vjetroagregata, referentna brzina vjetra (maksimalna očekivana 10-minutna i trenutna brzina vjetra za povratni period od 50 godina) i intenzitet turbulencije na visini osi vjetroagregata. Određivanje tih veličina kompleksan je stručni meteorološki izazov prvenstveno zbog nedostatka dovoljno duga niza podataka mjerjenja na lokaciji planirane vjetroelektrane. Naime, obveza investitora u izgradnji vjetroelektrane jest da uspostavi meteorološka mjerjenja na planiranoj lokaciji u trajanju od najmanje godinu dana. Zbog velike vremenske promjenjivosti vjetra nužno je potrebno ocijeniti vjetrovitost kratkotrajnih razdoblja s mjerjenjima u odnosu na prosječne višegodišnje vjetrovne prilike na danoj lokaciji, te ekstrapolirati podatke mjerjenja na reprezentativni niz za danu lokaciju (Vučetić, Bajić i Cividini, 1998.; Bajić, 2006., 2006a., 2006b.).

d) procjena očekivane proizvodnje energije iz energije vjetra

Procjena očekivane proizvodnje energije vjetroelektrane kao ulazni parametar treba podatke mjerjenja smjera i brzine vjetra na nekoliko visinskih razina u trajanju od najmanje godinu dana i karakteristike planiranih tipova vjetroagregata (krivulja snage i koeficijenti učinkovitosti). Meteorološka ekspertiza sastoji se od procjene vjetrovitosti razdoblja s podacima mjerjenja, proračuna klimatski reprezentativne razdiobe smjera i brzine vjetra na lokaciji svakog vjetroagregata, klasifikacije područja u odnosu na pogodnost postavljanja pojedinog tipa vjetroagregata te procjene proizvodnje energije. Meteorološka procjena proizvodnje energije prepostavlja 100 % tehničku iskoristivost vjetroagregata i ne obuhvaća gubitak zbog uključenja na mrežu.

Prijenosni energetski sustavi (dalekovodi)

Klimatske prilike u velikoj mjeri utječu na mehaničko dimenzioniranje dalekovoda. Predimenzioniranjem se izgrađuje skup i nerentabilan objekt, a poddimenzioniranjem objekt nesiguran i podložan oštećenjima i rušenju.

Stoga se meteorolozima postavlja zahtjev za određivanje projektnih parametara, kao što su opterećenje vjetrom i snijegom, vjerojatnost ekstremnih meteoroloških pojava (ovjesi leda, električno izbjijanje i sl.). Kako nadzemni elektroenergetski vodovi najčešće prolaze područjem na kojem se ne raspolaže podacima meteoroloških motrenja, odgovor na takve zahtjeve podrazumijeva kompleksnu meteorološku ekspertizu koja se većim dijelom zasniva na korištenju numeričkih modela atmosfere (Bajić, 1986., 1993.) i poznavanju klime danoga područja (Hrabak-Tumpa i Jurčec, 1988.; Hrabak-Tumpa, Žibrat i Cividini, 1993.; Hrabak-Tumpa, Ivatek-Šahdan i Firšt, 1998.; Hrabak-Tumpa, Ivatek-Šahdan i Delonga, 1999., 1999a.; Hrabak-Tumpa, Ivatek-Šahdan i Smirčić, 2001.; Vuković, Hrabak-Tumpa i Ivatek-Šahdan, 1999.; Ivatek-Šahdan i Hrabak-Tumpa, 2001., Vuković i Ivatek-Šahdan, 1999.; Vučetić, 1988.; Cvitan, Hrabak-Tumpa i Delonga, 2004.; Perčec Tadić, Ivančan-Picek i Bajić, 2015.).

Havarije dalekovoda često su posljedica ekstremnih vremenskih prilika. Poznavanje meteoroloških uvjeta koji su doveli do oštećenja i/ili rušenja dalekovoda važan je doprinos definiranju projektnih parametara koji ovise o klimatskim prilikama (Hrabak-Tumpa i Jurčec, 1986., 1987.; Hrabak-Tumpa, 1992.).



Slika 2.4.2.1. Stup dalekovoda srušen zbog nepovoljnih meteoroloških prilika (iz arhive HEP-a).

2.4.3. Planiranje proizvodnje i potrošnje energije (upravljanje elektroenergetskim sustavom i trgovina energijom)

Potrošnja i proizvodnja energije velikim su dijelom uvjetovane vremenskim prilikama. Stoga pravovremena prognoza vremena za razdoblja od nekoliko dana, pa sve do sezona i godine unaprijed omogućuje pouzdaniju ocjenu razlike između potrebe za energijom i proizvodnje energije, a time i doprinosi smanjenju troškova u upravljanju elektroenergetskim sustavom i trgovinom energijom.

U Državnom hidrometeorološkom zavodu prognoziraju se specifični meteorološki parametri uskladjeni s potrebama proizvodnje, prijenosa i trgovine energijom (na primjer, globalno i difuzno zračenje, brzina vjetra na osi vjetroagregata i sl.). Posebno značenje imaju upozorenja na ekstremne vremenske prilike specifične za tu granu gospodarstva (velike količine oborine, suša, olujni vjetar i sl.).

Prognoza koju izrađujemo (Tudor i sur., 2013.) jest:

- vjerodostojna – pouzdan i autentičan izvor prognoze, tj. poznati znanstveno priznati model korišten u svrhu za koju je dizajniran, verificirani rezultati;
- dostupna – uvijek dostupno i sigurno mjesto i vrijeme dostave prognoze (osiguran paralelni sustav prognoze i 24-satno praćenje rada);
- upotrebljiva – format i sadržaj definirani prema potrebama korisnika;
- dosljedna – nema pada kvalitete, nema prekida isporuke;
- održiva – prihvatljivi troškovi za dobivenu vrijednost (*cost-benefit*).

Dugogodišnje iskustvo pokazuje da projekti izgradnje elektroenergetskoga sustava i upravljanja njime koji se provode bez učešća meteorologa – podcjenjuju kompleksnost fizikalnih procesa u graničnom sloju atmosfere, osobito jačinu, turbulentnost i vertikalnu promjenjivost bure na području priobalja i njegovog planinskog zaleđa.

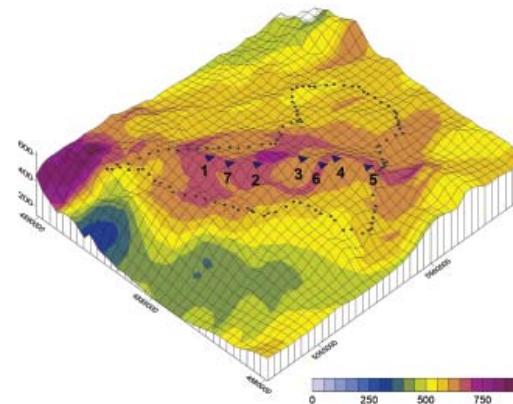
Istraživanje i razvoj na području meteorološke podrške upravljanju elektroenergetskim sustavom posebno je naglašeno u posljednjih nekoliko godina, i to osobito radom na projektima *WILL4WIND – Weather Intelligence for wind energy* (Bajić i sur., 2013.; Horvat Sedlić i sur., 2014.; Horvath i sur., 2015.) i *ENHEMS buildings – Enhancement of Research, Development and Technology Transfer Capacities in Energy Management Systems for Buildings* (Bajić i sur., 2014.; Horvath, Bajić i Ivatek-Sahdan, 2011., 2013.; Kovačić i sur., 2014.; Horvat i sur., 2013.).

PRIMJER 2.4.1. Meteorološki udio u projektu vjetroelektrane na primjeru vjetroelektrane ZD2

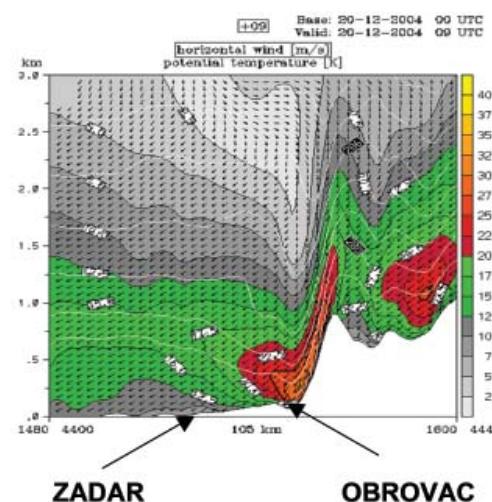
Meteorolozi Službe za meteorološka istraživanja i razvoj uključeni su u sve faze višegodišnjeg projekta planiranja, izgradnje i korištenja vjetroelektrana.

Tako je, na primjer, za potrebe vjetroelektrane ZD2 u razdoblju od 2006. do 2015. godine izrađeno nekoliko studija i meteoroloških ekspertiza i to:

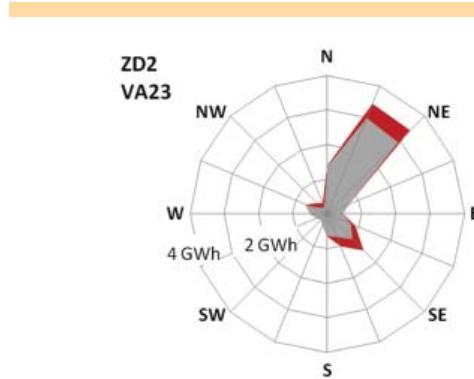
1. Meteorološka podloga za potrebe izrade studije utjecaja na okoliš vjetroelektrane Benkovac-Obrovac (2006.)
2. Mogućnost korištenja podataka mjerenja smjera i brzine vjetra na meteorološkim postajama Zadar, Šibenik i Obrovac za potrebe procjene energetskega potencijala vjetra na podvelebitskom području Zadarske županije (2007.)
3. Procjena proizvodnje energije iz energije vjetra na lokaciji vjetroelektrane ZD2 (2007.)
4. *Wind data tables for Kunovac – ZD2* (2007.)
5. Ovisnost iznosa procijenjene energije o ulaznim podacima mjerenja brzine vjetra na lokacijama vjetroelektrana ZD2 i ZD3 (2007.)
6. Procjena maksimalnih očekivanih brzina vjetra na lokacijama mjernoga stupa Kunovac – vjetroelektrane ZD2 i ZD3 (2008.)
7. Procjena proizvodnje energije iz energije vjetra na lokaciji vjetroelektrane ZD2 (2008.)
8. Procjena proizvodnje energije iz vjetra na području proširenja vjetroelektrane ZD2 (2009.)
9. Procjena proizvodnje energije iz vjetra na području proširenja vjetroelektrane ZD2 (2015.)
10. Prognoza smjera i brzine vjetra na 80 metara iznad tla na lokaciji VE ZD2 (2015.)



Slika 2.4.3.1. Prostorna razdioba srednje godišnje snage vjetra izražene u Wm^{-2} na visini 80 m iznad tla na području vjetroelektrane ZD2 dobivena modelom WASP (2007.).



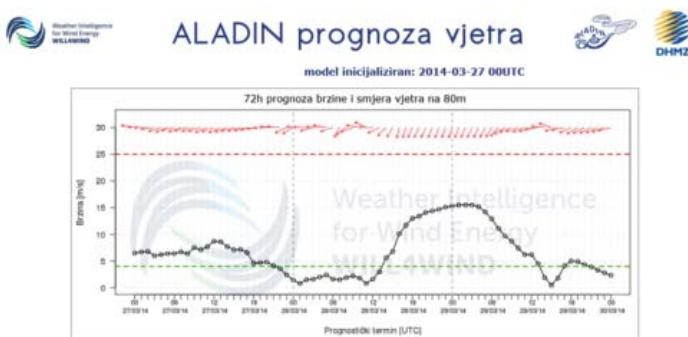
Slika 2.4.3.2. Vertikalni presjek smjera i brzine vjetra u podvelebitskom području na kojem se nalazi vjetroelektrana ZD2 dobiven numeričkim modelom atmosfere ALADIN u situaciji s olujnom burom 20. prosinca 2004. Presjek ilustrira nereprezentativnost položaja meteorološke postaje Zadar (prostorno najbliže VE) za režim vjetra na lokaciji VE (2007.).



Slika 2.4.3.3. Procjena proizvodnje energije iz vjetra ovisno o smjeru vjetra za fiktivni vjetroagregat. Crveno – proizvedena energija bez uvažavanja učinka zasjenjenja ("wake"), sivo – proizvedena energija uz uvaženi učinak zasjenjenja na odabранoj lokaciji vjetroagregata planiranoj za proširenje vjetroelektrane ZD2 (2015.).

Teme koje su zahtijevale istraživački rad bile su:

- procjena razdiobe smjera i brzine vjetra, te gustoće snage vjetra koje se mogu očekivati na prostoru vjetroelektrane bez raspolažanja podacima mjerjenja na lokaciji
- odabir meteorološke postaje na kojoj je razdioba smjera i brzine vjetra najreprezentativnija za područje vjetroelektrane
- ocjena vjetrovitosti razdoblja s mjerjenjima i procjena klimatski reprezentativne razdiobe smjera i brzine vjetra na lokaciji vjetroelektrane
- procjena maksimalnih očekivanih trenutnih i 10-minutnih brzina vjetra na 80 metara iznad tla na lokaciji vjetroelektrane
- procjena očekivane proizvodnje energije svakoga vjetroagregata uvažavajući efekt zasjenjenja drugim vjetroagregatima
- prognoza smjera i brzine vjetra na 80 metara iznad tla na lokaciji VE.



Slika 2.4.3.4. Primjer grafičkoga sučelja prognoze smjera i brzine vjetra za potrebe rada vjetroelektrane.

Literatura:

- Bajić, A., 1986: Numerička simulacija strujanja na trasi dalekovoda. *Energija*, **35**, 6, 455–459.
- Bajić, A., 1993: Wind field simulation in meteorological applications in Croatia. *Hrvatski meteorološki časopis*, **28**, 7–17.
- Bajić, A. i V. Vučetić, 1998: Istraživanje energetskog potencijala vjetra u Hrvatskoj. *Zbornik radova znanstvenog skupa Andrija Mohorovičić – 140. obljetnica rođenja*, Zagreb, 10.–12.3.1998., 437–447.
- Bajić, A., V. Vučetić and B. Cividini, 1998: Preliminary Results of Wind Energy Potential Research in Croatia. *Proceedings of the 16th International Congress "Energy and the Environment"*, Opatija, 28.–30.10.1998., 203–209.
- Bajić, A., 1999: Preliminary Results of WASP Application in Croatia. *Proceedings of the Energy Conference and Exhibition*. Nice, France, 1.–5.3.1999., 1117–1120.
- Bajić, A., 2006: Meteorologija u provedbi programa korištenja energije vjetra. *Gospodarstvo i okoliš*, **81**, 404–410.
- Bajić, A., 2006a: Meteorologija u studijama utjecaja na okoliš vjetroelektrana. *Zbornik radova konferencije Obnovljivi izvori energije u Republici Hrvatskoj – energija vjetra, malih vodotoka i geotermalnih voda*, Šibenik, 30.–31.5.2006., Šćulac Domac, M. i F. Vančina (ur.), Hrvatska gospodarska komora, Zagreb.
- Bajić, A., 2006b: Meteorologija u projektima razvoja i korištenja energije vjetra. *Zbornik radova: Obnovljivi izvori energije u Republici Hrvatskoj – energija vjetra, malih vodotoka i geotermalnih voda*, Šćulac Domac, M i F. Vančina (ur.), Šibenik, 30.–31.5.2006., Hrvatska gospodarska komora, Zagreb.
- Bajić, A., S. Ivatek-Šahdan i K. Horvath, 2009: Prostorna razdioba brzine vjetra na području Hrvatske dobivena numeričkim modelom atmosfere ALADIN. *Hrvatski meteorološki časopis*, **42**, 66–77.
- Bajić, A., K. Horvath, S. Ivatek-Šahdan and T. Plavšić, 2013: Wind forecasting for energy management in Croatia. *Proceedings of the International Conference on Energy and Meteorology*, Toulouse, France, 25.–28.6.2013.
- Bajić, A. et al, 2014: Enhancement of Research, Development and Technology Transfer Capacities in Energy Management System for Buildings – ENHEMS Buildings. *Proceedings of the International Congress "Energy and the Environment"*, Opatija, 21.–24.10.2014.

- Bašić, H. i sur., 1998: MAHE Program izgradnje malih hidroelektrana, Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb, 114 str.
- Cindrić, K., I. Nmac, M. Gajić-Čapka i J. Rubinić, 2014: Vremenske promjene kratkotrajnih jakih oborina u razdoblju 1955.–2010. za Split i Varaždin. *Hrvatske vode*, **22**, 89, 239–250.
- Cividini, B. i D. Poje, 1986: Potencijal energije vjetra u SR Hrvatskoj. *Rasprave Republičkog hidrometeorološkog zavoda SR Hrvatske*, **25**, 75–78.
- Cividini, B., 1987: Istraživanje raspoloživog potencijala energije vjetra u SRH. *Vijesti Republičkog hidrometeorološkog zavoda SR Hrvatske*, **35**, 3, 48–50.
- Cividini, B., Z. Žibrat, A. Bajić i V. Vučetić, 1998: Meteorološki monitoring za potrebe procjene energetskog potencijala vjetra. *Zbornik radova 16. međunarodnog kongresa "Energija i okoliš"*, Opatija, 28.–30.10.1998., 211–218.
- Cvitan, L. i I. Penzar, 1984: Analiza zimskih toplinskih uvjeta u Hrvatskoj pomoću stupanj-dana. *Sunčeva energija*, **5**, 1–2, 21–25.
- Cvitan, L. i D. Poje, 1985: Zimska hladnoća u SR Hrvatskoj na temelju broja dana grijanja i stupanj-dana. *Rasprave*, **20**, 65–71.
- Cvitan, L., 1990: Stupanj-dan grijanja u planiranju potrošnje energije. *Zbornik radova međunarodnog kongresa Energija i zaštita čovjekove okoline*, Opatija, 18.–21.4.1990., 307–313.
- Cvitan, L., 1998: Sezona i stupanj-dan grijanja u Rijeci. *Zbornik radova skupa Prirodoslovna istraživanja riječkog područja*, Rijeka, 23.–24.10.1996., 191–199.
- Cvitan, L., 1999: Proposal for Croatian Standard of Heating Degree-Day Valuation. *Proceedings of the 4th European Conference on Application of Meteorology ECAM 99*, Norrköping, Sweden, 13.–17.9.1999., 216–217.
- Cvitan, L., 2002: Stupanj-dan grijanja na hrvatskom Jadranu. *Jadranska meteorologija*, **47**, 1, 17–22.
- Cvitan, L., 2004: Vremenske i prostorne promjene broja dana i stupanj-dana grijanja u Zagrebu. *Zbornik radova međunarodnog kongresa "Energija i okoliš"*, Opatija, 27.–29.10.2004.
- Cvitan, L., G. Hrabak-Tumpa i A. Delonga, 2004: Meteorološki čimbenici i oštećenja dalekovoda od Rijeke do Peruče u siječnju 2003. *Energija*, **53**, 1, 17–23.



Cvitan, L. i R. Sokol Jurković, 2012: Promjene potrebe za grijanjem i hlađenjem u Hrvatskoj u razdoblju 1901.–2008. *Hrvatski meteorološki časopis*, **46**, 27–33.

Cvitan, L., 2014: Područja najvećih promjena u potrebama za grijanjem i hlađenjem u Hrvatskoj. *Zbornik radova konferencije "Energija i okoliš 2014" - Nove tehnologije u energetici i zaštiti okoliša*, Franković, B. (ur.), Tisak Zambelli, Rijeka, 321–329.

Cvitan, L. and R. Sokol Jurković, 2016: Secular trends in monthly heating and cooling degree-days and in number of heating and cooling days in Croatia. *Theoretical and Applied Climatology*, **125**, 3, 565–581; doi: 10.1007/s00704-015-1534-7.

Dobesch, H. et al, 1997: Wind Atlas for the Central European Countries – Austria, Croatia, Czech Republic, Hungary, Slovak Republic and Slovenia. *Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik*, **16**, 1–105.

Gajić-Čapka, M., 1985: Ekstremne meteorološke prilike na lokaciji nuklearne elektrane. *Energija*, **34**, 13–32.

Gajić-Čapka, M., M. Perčec Tadić i M. Patarčić, 2003: Digitalna godišnja oborinska karta Hrvatske. *Hrvatski meteorološki časopis*, **38**, 21–34.

Gajić-Čapka, M. i K. Zaninović, 2004: Klimatske prilike slivova Save, Drave i Dunava. *Hrvatske vode*, **12**, 49, 297–312.

Horvat, I. et al, 2013: Statistical analysis and preliminary numerical forecast verification of global solar radiation in Croatia. *Proceedings of the 13th EMS Annual Meeting & 11th European Conference on Applications of Meteorology*, Reading, UK, 9.–13.9.2013.

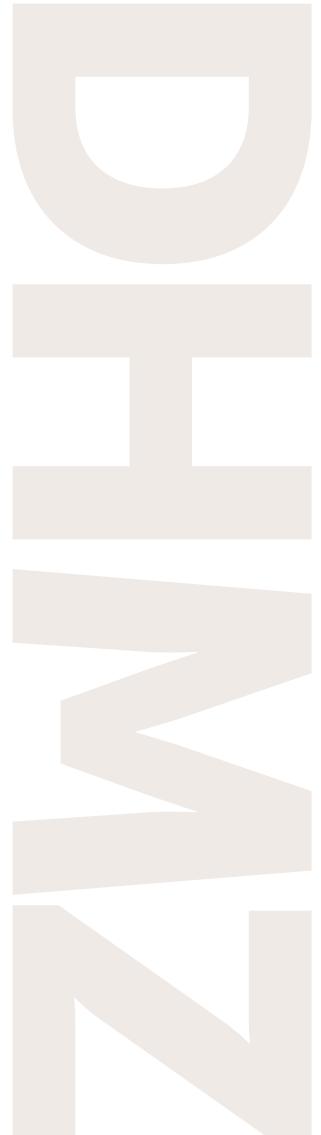
Horvat Sedlić, A. i sur., 2014: Primjena inovativne meteorološke podrške upravljanju energijom vjetra. *Zbornik radova 11. simpozija sustava vođenja EES-a*, Opatija, 10.–12.11.2014.

Horvath, K., A. Bajić and L. Horváth, 2011: Meteorological challenges of wind energy exploitation in Croatia. *Proceedings of the 6th Dubrovnik Conference on Sustainable Development on Energy, Water and Environment Systems*, Dubrovnik, 25.–29.9.2011.

Horvath, K., A. Bajić and S. Ivatek-Šahdan, 2011: Dynamical downscaling of wind resource in complex terrain prone to downslope windstorms: the case of Croatia. *Journal of applied meteorology and climatology*, **50**, 1676–1691.

Horvath, K., A. Bajić and S. Ivatek-Šahdan, 2013: Mapping of Wind Speed Over the Coastal Complex Terrain of the Eastern Adriatic Region. *Proceedings of the International Conference on Energy and Meteorology*, Toulouse France, 25.–28.6.2013.

- Horvath, K. i sur., 2015: Inovativna meteorološka podrška upravljanju energijom vjetra – projekt WILL4WIND. *Zbornik radova 12. savjetovanja HRO CIGRE*, Šibenik, 8.–11.11.2015.
- Horváth, L. i sur., 1998: ENWIND – program korištenja energije vjetra – prethodni rezultati i buduće aktivnosti. Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 190 str.
- Horváth, L. i sur., 2001: ENWIND – program korištenja energije vjetra: nove spoznaje i provedba. Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 70 str.
- Horváth, L., A. Bajić and K. Horvath, 2007: Simple testing of the ALADIN/WAsP modelling system for wind resource assessment in complex terrain of East Adriatic Coast. *Proceedings of the European Wind Energy Conference & Exhibition, EWEC2007*, Milan, Italy, 7.–10.5.2007.
- Horváth, L., A. Bajić and K. Horvath, 2008: High resolution NWP/WAsP coupled modelling system – a case study in complex terrain. *Proceedings of the European Wind Energy Conference & Exhibition, EWEC2008*, Brussels Expo, Belgium, 31.3.–3.4.2008.
- Horváth, L., K. Horvath, N. Karadža and A. Bajić, 2009: A preliminary testing of integrated wind modelling system in complex terrain. *Proceedings of the European Wind Energy Conference & Exhibition, EWEC2009*.
- Hrabak-Tumpa, G. i V. Jurčec, 1986: Havarije elektro-energetskih objekata i opasne meteorološke prilike – uzroci i posljedice. *Zbornik radova ENIK*, Tehnički institut, Beograd.
- Hrabak-Tumpa, G. i V. Jurčec, 1987: Meteorološki povodi havarije dalekovoda na području Banije i Korduna u studenom 1987. godine. *Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike u Hrvatskoj*, **11**, 86–90.
- Hrabak-Tumpa, G. i V. Jurčec, 1988: Određivanje meteoroloških parametara za projektiranje 400 kV dalekovoda. *Zbornik radova SC-22 CIGRE-Paris, HK CIGRE*, Zagreb.
- Hrabak-Tumpa, G., 1992: Havarija dalekovoda na širem području Senja 18.4.1991. – uzroci i posljedice. *Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike u Hrvatskoj*, **15**, 71–74.
- Hrabak-Tumpa, G., Z. Žibrat i B. Cividini, 1993: Meteorološki čimbenici kao podloga projektiranja i sanacije dalekovoda. *Zbornik radova I Savjetovanja Hrvatskog komiteta CIGRE*, Zagreb, 10.–13.10.1993., 159–163.



- Hrabak-Tumpa, G., S. Ivatek-Šahdan i Z. Firšt, 1998: Meteorološki čimbenici, proizvodnja - potrošnja energije i dalekovodna mreža. *Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike u Hrvatskoj*, **21**, 93–97.
- Hrabak-Tumpa, G., S. Ivatek-Šahdan i A. Delonga, 1999: Meteorološki čimbenici i nadzemna elektroenergetska mreža Hrvatske u siječnju 1998. godine. *Zbornik radova 4. Savjetovanja HK CIGRE*, Cavtat, Hrvatska, 17.–21.11.1999., 81–89.
- Hrabak-Tumpa, G., S. Ivatek-Šahdan i A. Delonga, 1999a: Meteorološki čimbenici i dalekovodna mreža Hrvatske. *Zbornik radova 4. Savjetovanja HK CIGRE*, Cavtat, Hrvatska, 17.–21.11.1999., 57–64.
- Hrabak-Tumpa, G., I. Vuković i S. Ivatek-Šahdan, 1999: Klimatski čimbenici kao podloga projektiranja HE Podsused. *Zbornik radova 2. Hrvatske konferencije o vodama*, Dubrovnik, 19.–22.5.1999., 845–852.
- Hrabak-Tumpa, G., S. Ivatek-Šahdan i A. Smirčić, 2001: Režim vjetra na području TS Meline. *Zbornik radova 5. Savjetovanja HK CIGRE*, Cavtat, Hrvatska, 4.–8.11.2001., 89–94.
- Hrastnik, B. i sur., 1998: SUNEN program korištenja energije sunca. Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 244 str.
- Ivatek-Šahdan, S. i G. Hrabak-Tumpa, 2001: Očekivani vjetreni tlak na području TS Novalja. *Zbornik radova HK CIGRE*, Cavtat, 4.–8.11.2001., 82–88.
- Ivatek-Šahdan, S. and M. Tudor, 2004: Use of high-resolution dynamical adaptation in operational suite and research impact studies. *Meteor. Z.*, **13**, 99–108.
- Kolega, V. i sur., 1998: KUEN zgrada, program energetske efikasnosti u zgradarstvu, prethodni rezultati i buduće aktivnosti. Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, 125 str.
- Kovačić, T. et al, 2014: Solar radiation forecast verification and postprocessing. *Proceedings of the 14th EMS Annual Meeting & 10th European Conference on Applied Climatology (ECAC)*, Prag, Češka, 6.–10.10.2014.
- Pandžić, K. i I. Vuković, 1999: Vertikalni gradijenți evapotranspiracije na području Like i Gorskog kotara. *Hrvatske vode*, **7**, 28, 203–216.
- Penzar, B. i sur., 1996: Meteorologija za korisnike. Školska knjiga d.d., Hrvatsko meteorološko društvo, Zagreb, 276 str.

- Perćec Tadić, M., 2004: Digitalna karta srednje godišnje sume globalnog Sunčeva zračenja i model proračuna globalnog Sunčeva zračenja na nagnute, različito orijentirane plohe. *Hrvatski meteorološki časopis*, **39**, 41–50.
- Perćec Tadić, M., R. Sokol Jurković i M. Gajić-Čapka, 2014: Baza klimatskih podataka za izračun energetskih svojstava zgrade. *Zbornik radova XXIV međunarodnog znanstvenog kongresa o energiji i zaštiti okoliša*, Rijeka, 457–466.
- Perćec Tadić, M., B. Ivančan-Picek i A. Bajić, 2015: Meteorološka podloga za procjenu rizika od snijega i leda u Republici Hrvatskoj. *Zbornik radova 12. savjetovanja HRO CIGRE*, Šibenik, 8.–11.11.2015.
- Poje, D., 1972: O povećanju vodnog bilansa hidroelektrana putem stimulacije oborine. *Elektroprivreda*, **25**, 1/2, 1–25.
- Poje, D., 1981: Some characteristics of wind regime in Split. *Sunčeva energija*, **3**, 1/2, 213–220.
- Poje, D. i Z. Žibrat, 1982: Apsolutno i relativno trajanje indolacije u SR Hrvatskoj. *Zbornik radova skupa "Solarna arhitektura u turizmu – Split 82"*, Savez arhitekata Jugoslavije, Beograd.
- Poje, D., Z. Žibrat i M. Gajić-Čapka, 1984: Osnovne karakteristike naoblake i insolacije na području SR Hrvatske. *Rasprave*, **19**, 49–74.
- Poje, D., 1988: Potencijali energije vjetra. *Zbornik radova skupa Sistemi za korištenje energije vjetra*, Sarajevo, Radnički univerzitet „Đuro Đaković“, 3–23.
- Poje, D. i B. Cividini, 1988: Wind persistence in the Adriatic. *Solar energy*, **9**, 2, 69–72.
- Poje, D. and B. Cividini, 1988a: Assessment of wind energy potential in Croatia. *Solar energy*, **41**, 543–554.
- Poje, D., 1990: Wind persistence at the Adriatic. *Rasprave Republičkog hidrometeorološkog zavoda*, **25**, 49–60.
- Poje, D., 1992: Wind persistence in Croatia. *International Journal of Climatology*, **12**, 569–586.
- Poje, D., 1996: Distribution functions and their estimation of wind power. *Hrvatski meteorološki časopis*, **31**, 1–13.
- Sokol Jurković, R., 2016: Water balance components during recent floods in Croatia. *Hrvatski meteorološki časopis*, **51**, 61–70.

- Šinić, N., 1969: Istraživanje energetskog potencijala klime na istočnoj obali Jadranskog mora s otocima. *Hidrografska godišnjak*, 71–83.
- Šinić, N., 1970: Projekt stimulacije oborine na području Like i Gorskog kotara. *Vijesti iz hidrometeorološke službe Socijalističke Republike Hrvatske*, **20**, 5/6, 31–36.
- Troen, I. and E. L. Petersen, 1992: European Wind Atlas. Risø National Laboratory, Denmark, 655 pp.
- Tudor, M. et al, 2013: Forecasting Weather in Croatia Using ALADIN Numerical Weather Prediction Model. *Proceedings of the Climate Change and Regional/Local Responses*, Zhang, Yuanzhi, Ray, Pallav (Ed.), Rijeka, InTech, 59–88.
- Vučetić, V., 1988: Proračun maksimalnih brzina vjetra iz kratkog niza mjerena duž trase dalekovoda. *Energija*, **37**, 1, 35–43.
- Vučetić, V., Bajić, A. and B. Cividini, 1998: Importance of Wind Measurement Period for the Wind Energy Potential Estimation. *Proceedings on 16th International Congres "Energy and the Environment"*, Opatija, 28.–30.10.1998., 195–202.
- Vučetić, V., 1999: Wind variability and wind energy potential estimation in Croatia. *Proceedings of the European Wind Energy Conference*, Nice, France, 1.–5.3.1999., 1132–1135.
- Vuković, I., G. Hrabak-Tumpa i S. Ivatek-Šahdan, 1999: Oborinske prilike i proizvodnja električne energije u hidroelektranama Dalmacije. *Zbornik radova 2. Hrvatske konferencije o vodama*, Dubrovnik, 19.–22.5.1999., 859–864.
- Vuković, I. i S. Ivatek-Šahdan, 1999: Meteorološke podloge projektiranja dalekovoda 2x400 kV Žerjavinec - Mađarska. *Zbornik radova 4. Savjetovanja HK CIGRE*, Cavtat, Hrvatska, 17.–21.11.1999., 73–79.
- Zaninović, K. i M. Gajić-Čapka, 2005: Klimatske prilike jadranskih slivova. *Hrvatske vode*, **13**, 50, 1–14.
- Zaninović, K. i sur., 2008: Klimatski atlas Hrvatske, 1961.–1990., 1971.–2000., Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 200 str.
- Žibrat, Z. i M. Gajić-Čapka, 1986: Globalno zračenje na području SR Hrvatske. *Rasprave*, **21**, 47–58.
- Žibrat, Z., 1987: Solarni potencijal na Jadranu. *Zbornik radova skupa Korištenje sunčeve energije u priobalnom području*. Split, 29.–30.10.1987., 288–298.



2.5

Promet

Alica Bajić

Meteorologija u sustavu projektiranja i izgradnje prometnica te praćenju i uspostavi sigurnosti prometa ima važnu ulogu. Različite vremenske prilike kao što su velike količine snijega, led, intenzivna oborina i olujni vjetar – mogu utjecati na prometovanje vlakova i cestovnih vozila (slika 2.5.1.). Opasne vremenske prilike znatno ugrožavaju sigurnost i zračnog i pomorskog prometa. Stoga meteorolozi već od kraja 80-ih godina pa do danas upozoravaju na značenje primjene meteorologije u prometu i nužnost interdisciplinarnoga istraživanja prometnih stručnjaka i meteorologa u svrhu osiguranja sigurnosti ljudi i dobara u prometu i rasta ekonomске koristi upotrebe meteoroloških informacija (Gajić-Čapka i Zaninović, 1989., 1991.; Gelo, 1992a., 1992b., 1993., 1994.; Kirigin, 1972.; Pleško, 1974.; Sijerković, Glasnović i Šubarić, 1992.; Trošić, 1992.; Visković, 1975.; Zaninović i Gajić-Čapka, 1989.).

Da bi se postigla maksimalna iskoristivost prometnice i smanjile moguće posljedice utjecaja vremenskih prilika na promet, potrebno je:

1. *pravovremeno analizirati mjesne klimatske karakteristike,*
2. *uspostaviti, održavati i pratiti sustav meteoroloških mjerena u realnom vremenu,*
3. *uspostaviti sustav prognoze vremenskih prilika.*

1. uvažiti prostornu i vremensku promjenjivost meteoroloških elemenata duž prometnica u fazi planiranja, projektiranja i izgradnje (uvažavanjem povijesnoga i dijagnostičkoga materijala koji se koristi pri odabiru lokacije aerodroma, trase ceste ili pruge i popratnih objekata), tj. **pravovremeno analizirati mjesne klimatske karakteristike.**

Među prvim meteorološkim istraživačkim radovima koji su se provodili u primjeni meteorologije u prometu bilo je istraživanje prosječnih i ekstremnih meteoroloških prilika (temperatura, snijeg, zaledivanje, magla) na trasi dolinske dvokolosječne elektrificirane željezničke pruge Hrvatski Leskovac – Karlovac – Rijeka godine 1979.



Slika 2.5.1. Promet je otežan zbog jakoga vjetra (gore) i velike količine snijega (dolje) (iz arhive Hrvatskih cesta).

Potrebe za stručnom analizom postojećih i očekivanih vremenskih prilika na cestovnim prometnicama bile su znatno veće. Naime, sve veće brzine kretanja vozila u cestovnom prometu i sve veći broj vozila na cestama čine pitanje sigurnosti sudionika u prometu sve važnijim. Općenito gledano, sigurnost sudionika u prometu posredno ili neposredno proistječe iz sigurnosti kretanja vozila na koju pak utječu sljedeći osnovni čimbenici:

- a) osobine prometnice po kojoj se vozilo kreće,
- b) osobine samog vozila,
- c) trenutna sposobnost vozača,
- d) sigurnosni uredaji na prometnici,
- e) trenutno stanje površine kolnika,
- f) vanjske sile koje mogu djelovati na kretanje vozila.

Od naborjenih čimbenika posljednja su dva direktno povezana s vremenskim prilikama na prometnici. Stoga je za svaku važniju prometnicu bilo potrebno izraditi meteorološku podlogu za potrebu izrade studije utjecaja na okoliš ili analizu očekivanih vremenskih prilika. Kako su trase prometnica najčešće na područjima na kojima se ne raspolaže dugogodišnjim mjerjenjima meteoroloških elemenata, ti su zadaci zahtijevali znanstveno-istraživački rad i kontinuirano praćenje i primjenu novih saznanja na tom području primijenjene meteorologije. To se osobito odnosilo na dvije teme: zaledivanje kolnika i olujni vjetar.

Naime, u hladnom dijelu godine posebna pozornost posvećuje se minimalnoj temperaturi zraka i tla, pojavi poledice i snijegu (Zaninović i Gajić-Čapka, 1989., 1994.; Kaučić, 2006; Mihoci i sur., 1995). Iz utvrđenih korelacija minimalne temperature zraka na 2 m visine i minimalne temperature zraka pri tlu u različitim vremenskim situacijama procjenjuju se prilike kada se može očekivati smrzavanje pri tlu (Gajić-Čapka i Zaninović, 1994.). U suradnji s korisnicima izrađuju se posebne analize koje olakšavaju ne samo planiranje učestalosti pojedinih intervencija zbog snijega i leda na prometnicama, već omogućavaju i planiranje načina njihovog provođenja.

Jedna od najznačajnijih vanjskih sila koje djeluju na kretanje vozila je posljedica bočnog puhanja jakog ili olujnog vjetra. Utjecaj vjetra na kretanje vozila posebno je značajan na području hrvatskog priobalja i otoka gdje često puše jak i olujni vjetar koji je u slučaju bure i izuzetno mahovit (velike promjene brzine vjetra u kratkim vremenskim intervalima), a njegov je smjer često bočan na smjer kretanja vozila.

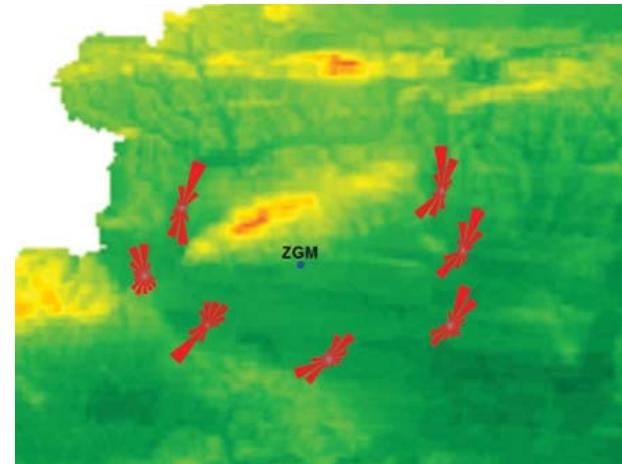
Ovo područje karakterizira velika prostorna i vremenska promjenjivost brzine i smjera vjetra uzrokovanu prvenstveno kompleksnim terenom podno planinskog masiva Dinarida. Stoga se pri ocjeni režima strujanja na prometnicama gotovo uvijek susrećemo s nedostatkom broja lokacija s reprezentativnim mjerjenjima meteoroloških elemenata.

Jedini znanstveno utemeljeni način da prebrodimo taj nedostatak je primjena složenih trodimenzionalnih numeričkih modela atmosfere čiji rezultat omogućava ocjenu očekivanih razdioba smjera i brzine vjetra na gustoj mreži točaka duž prometnice i, što je još važnije, procjenu vjerojatnosti pojavljivanja ekstremne brzine vjetra koja ugrožava sigurnost prometa. Prvi je na značenje numeričkih modela atmosfere njihovu primjenu u prometu upozorio Gelo (1985., 1988.).

U posljednjih se 20-ak godina u svrhu procjene smjera i brzine vjetra na trasama prometnica koristi operativni prognostički numerički model atmosfere ALADIN (Tudor i sur., 2013.). Dinamičkom adaptacijom podataka dobivenih modelom konačni rezultat su podaci smjera i brzine vjetra na mreži točaka horizontalne razlučivosti 2 kilometra što omogućava znatno bolji uvid u očekivani režim strujanja na prometnici od onog koji bi dala analiza dvije do tri lokacije s mjerjenjima na nekoliko stotina kilometara prometnice (slika 2.5.2).

2. na trasi prometnice *uspostaviti, održavati i pratiti* standardizirani svjetski prihvaćen *sustav meteoroloških mjerena* u realnom vremenu, te kontrolu i obradu podataka.

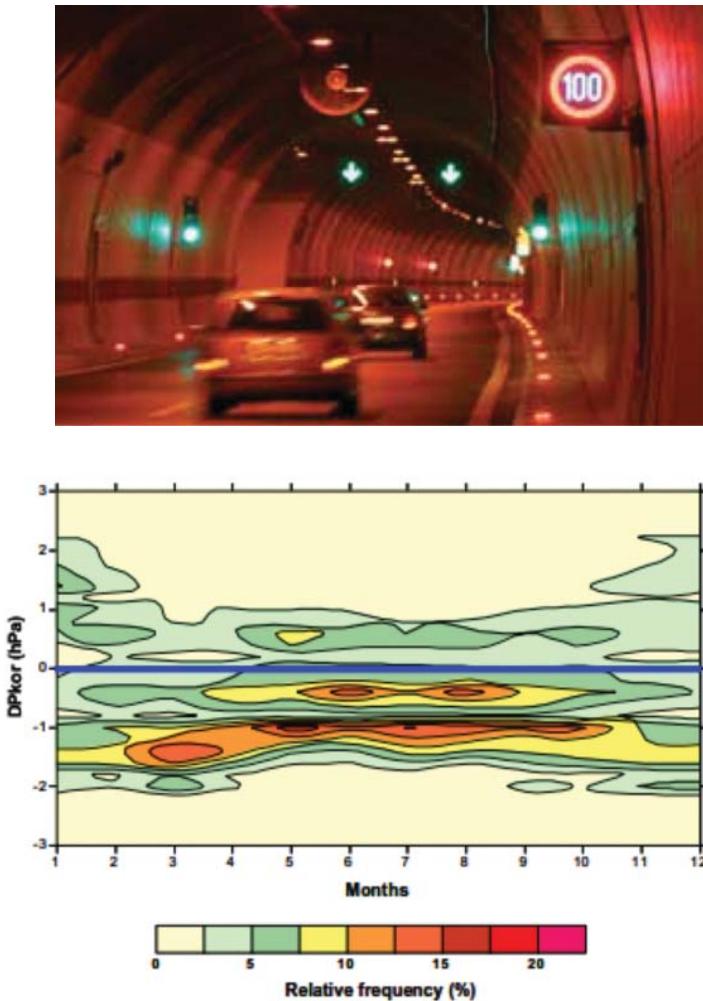
Značenje višegodišnjih nizova reprezentativnih podataka mjerjenja na lokacijama građevinskih objekata, pa tako i prometnica, za pouzdanu ocjenu vremenskih prilika na lokaciji objekta – vrlo je važno (Peroš i sur., 1998.; Tomšić i Žibrat, 2007., 2008., 2011.). Ipak, vrlo se rijetko mjerena uspostavljaju prije projektiranja i same izgradnje prometnice. Izuzetak čini cesta Sv. Rok – Posedarje, na kojoj je u vrijeme izgradnje postavljeno pet mjernih sustava, čiji su podaci znatno doprinijeli kvaliteti ocjene režima strujanja na prometnici i ocjeni pouzdanosti rezultata korištenoga numeričkoga modela atmosfere (Bajić, 2003a., 2003b.).



Slika 2.5.2. Ruže vjetra na trasi planirane južne obilaznice oko Zagreba.



Slika 2.5.3. Kontunuirano mjerjenje smjera i brzine vjetra, anemometar na Paškom mostu (29.3.2002., iz arhive DHMZ-a).



Slika 2.5.4. Gore: tunel Sveti Rok, dolje: relativna čestina razlike tlaka zraka između dva portala tunela Sveti Rok po mjesecima u razdoblju 1999.-2003. godina.

Podaci mjerenja tlaka zraka na sjevernom i južnom portalu tunela Sv. Rok imali su dodatnu važnost pri procjeni mogućnosti prirodne ventilacije tunela (Bajić i Drakulić, 2005.) i doprinijeli su novim saznanjima u odnosu na postojeća, temeljena na podacima udaljenijih meteoroloških postaja (Gajić-Čapka, 1987.).

Pouzdani podaci mjerenja meteoroloških elemenata važni su i za vrijeme korištenja prometnice jer bitno utječu na mogućnost pravodobnoga reagiranja operatora cestovnoga prometa u slučaju nepovoljnih vremenskih prilika i tako utječu i na sigurnost prometa (Žibrat i Dvornik, 1995.; Žibrat i Tomšić, 2006.).

Važnost reprezentativnosti raspoloživih podataka mjerenja dolazila je do izražaja i u izradi meteoroloških podloga za potrebe projektiranja i izgradnje objekata važnih za pomorski i zračni promet.

3. uspostaviti sustav prognoze vremenskih prilika na gustoj mreži točaka duž prometnice koristeći prognostičke atmosferske modele fine razlučivosti. Ugroženost sigurnosti prometovanja cestama zbog opasnih vremenskih prilika u znatnoj se mjeri može smanjiti poznavanjem trenutnoga i budućega stanja vremena. Mjerni sustavi adekvatno postavljeni duž prometnice (Tomšić i Žibrat, 2009.) i pouzdan sustav prognoze vremena (Sijerković i Kisegi, 1994; Hrastinski i sur., 2016.; Tudor i sur., 2016.) bitni su uvjeti koji doprinose smanjenju ugroženosti ljudi i vozila na prometnici. Specifičnost osiguranja sigurnosti prometa u Hrvatskoj jest zaštita od utjecaja jake i olujne bure koja otežava promet u priobalnom području. Znatan broj sati s ograničenjem prometa zbog olujnoga vjetra uvelike utječe na promet ljudi i robe i dovodi do nezanemarivih finansijskih gubitaka. Stoga je utjecaj bure na cestovni promet bio predmet mnogobrojnih meteoroloških istraživanja (Bajić i Glasnović, 1999.; Bajić, 2009.; Sijerković i sur., 1999.; Tutiš i Ivančan-Picek, 1998.). Mahovitost bure i njene turbulentne značajke osobito su poticale zanimanje meteorologa.

Tako su već 1981. godine na mostu kopno – otok Krk uspostavljena specijalna visokofrekventna meteorološka mjerena smjera i brzine vjetra. Ti su podaci omogućili kvalitetniju analizu mahovitosti bure (Poje, 1986.) i prvu spektralnu analizu komponenti bure (Koračin, 1982., 1983.). Proračun je pokazao u kojem se dijelu perioda nalaze najveći dijelovi spektra snage komponente vjetra u smjeru i okomito na smjer bure.

Od osobitoga su značenja za nove spoznaje o specifičnostima bure bila nova visokofrekventna mjerena (60 Hz) na probnom poligonu za testiranje burobrana u blizini Masleničkoga mosta. Meteorološka istraživanja temeljena na tim mjerjenjima i istraživanja visokofrekventnih mjerena na lokaciji mosta preko Rijeke dubrovačke i na lokaciji kod Senja, te raspoloživih standardnih automatskih mjerena rezultirala su prijedlogom složenoga programskoga sustava meteorološke podrške za osiguranje sigurnosti prometa od opasnosti po vozila od jakoga vjetra nazvane AnemoAlarm (Bajić i Žibrat, 2006.; Bajić, Ivatek-Šahdan i Žibrat, 2008.) (slika 2.5.5.). Danas je AnemoAlarm operaterima kontrole odvijanja prometa osnovni alat pomoću kojega odlučuju o ograničenju i/ili zatvaranju prometa za pojedine kategorije vozila na dionicama državnih cesta na kojima puše bure. Osnova rada toga programa jesu podaci aktualnih mjerena i prognoza smjera i brzine vjetra dobivena operativnim prognostičkim modelom ALADIN (vidi Poglavlje 2.1. i Poglavlje 4.). Pouzdana prognoza vremena osnovna je podrška osiguranju sigurnosti ne samo cestovnoga prometa već i pomorskoga (Vučetić, M. i V. Vučetić, 2002., 2013a, 2013b.) i zračnoga.



Slika 2.5.5. Grafičko sučelje AnemoAlarma u situaciji s olujnom burom 15.-19. siječnja 2017. na lokaciji Povile.

PRIMJER 2.5.1.

Meteorološki udio u projektu izgradnje prometnice i osiguranja sigurnosti prometa na primjeru autoceste A1 – dionica Sv. Rok – Maslenica

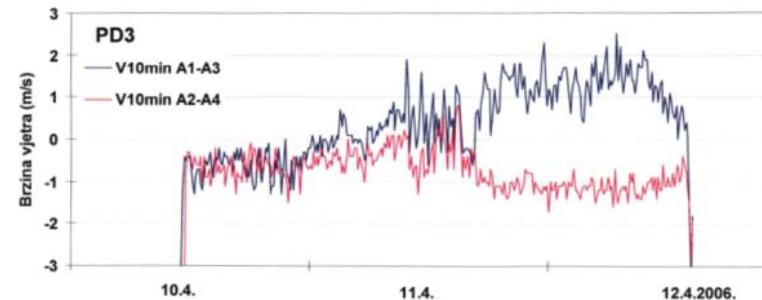
Višegodišnji projekt izgradnje prometnice Sv. Rok – Maslenica i osiguranja prometa od utjecaja jakoga vjetra na njoj obhvaćao je izradu velikog broja meteoroloških studija i meteoroloških ekspertiza u razdoblju od 1995. do 2006.:

1. Meteorološka podloga za potrebe izrade studije utjecaja na okoliš trase jadranske autoceste, dionica tunel Sveti Rok – Maslenica (1995.)
2. Meteorološka podloga za procjenu efekta prirodne ventilacije tunela Sveti Rok (1997.)
3. Analiza režima strujanja na trasi autoceste Bregana–Zagreb–Dubrovnik, dionica tunel Sv. Rok (jug) – Maslenica – čvor Posedarje (2002.)
4. Prostorna i vremenska promjenjivost smjera i brzine vjetra na Masleničkom mostu (2002.)
5. Analiza smjera i brzine vjetra na Masleničkom mostu za potrebe projektiranja burobrana (2003.)
6. Analiza režima strujanja na trasi autoceste Bregana–Zagreb–Dubrovnik, dionica tunel Sv. Rok (jug) – Maslenica – čvor Posedarje – usporedba s rezultatima modela (2003.)
7. Analiza režima strujanja na trasi autoceste Bregana–Zagreb–Dubrovnik, dionica tunel Sv. Rok (jug) – Maslenica – čvor Posedarje – novi rezultati modeliranja (2004.)
8. Analiza podataka nultoga stanja na probnim dionicama burobrana na trasi autoceste Bregana–Zagreb–Dubrovnik, dionica tunel Sv. Rok (jug) – Maslenica – čvor Posedarje (2005.)
9. Meteorološka podloga za izradu Pravilnika o određivanju graničnoga nivoa negativnoga utjecaja brzine i smjera vjetra na sigurnost cestovnoga prometa – I dio (2005.)
10. Meteorološka podloga za izradu Pravilnika o određivanju graničnoga nivoa negativnoga utjecaja brzine i smjera vjetra na sigurnost cestovnoga prometa – II dio (2006.)
11. Analiza podataka mjerjenja smjera i brzine vjetra na probnoj dionici 3 nakon izgradnje burobrana na trasi autoceste Bregana–Zagreb–Dubrovnik, dionica tunel Sv. Rok (jug) – Maslenica – čvor Posedarje (2006.)

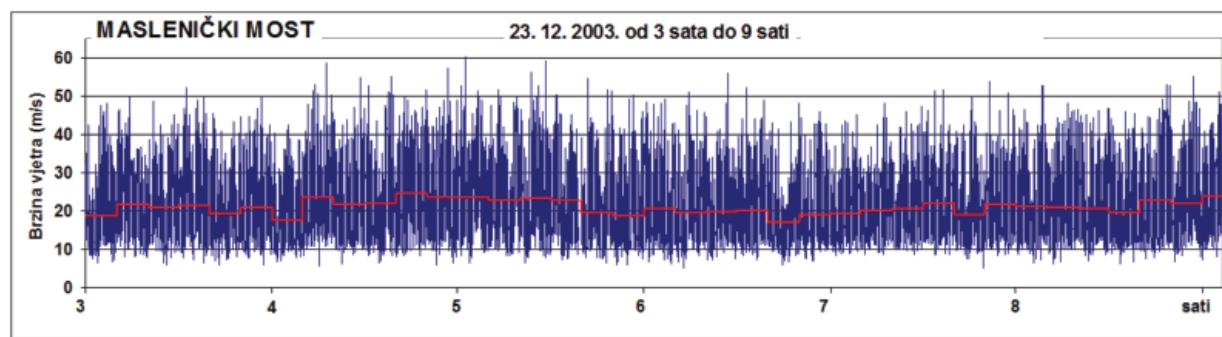
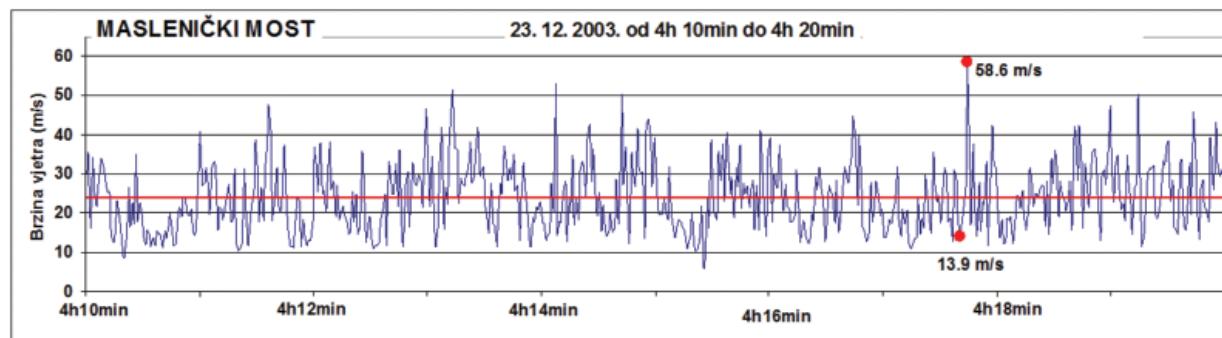
Teme koje su zahtijevale istraživački rad bile su:

- a) procjena razdiobe smjera i brzine vjetra na trasi prometnice bez raspolaganja podacima mjerjenja
- b) procjena maksimalne očekivane trenutne i 10-minutne brzine vjetra na svakih najmanje 2 kilometra prometnice
- c) ocjena mahovitosti bure
- d) prognoza smjera i brzine vjetra na kompleksnom terenu na kojem se nalazi prometnica.

Slika 2.5.6. Specijalna mjerena na lokaciji probnog poligona za burobrane u blizini Masleničkog mosta.



Slika 2.5.7.
Hod razlike u brzini vjetra na mjernim lokacijama ispred burobrana (A1 i A2) i iza burobrana (A3 i A4) na lokaciji probnoga poligona za burobrane u blizini Masleničkoga mosta.



Slika 2.5.8.
Hod sekundnih (plava linija) i 10-minutnih (crvena linija) vrijednosti brzine vjetra na lokaciji u blizini Masleničkoga mosta u situaciji 23. prosinca 2003.

Literatura:

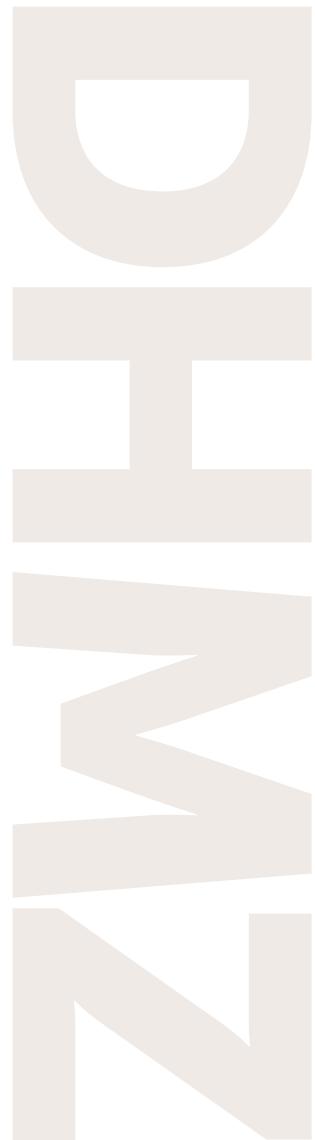
- Bajić, A. i D. Glasnović, 1999: Impact of Adriatic Bora on traffic. *Proceedings of the 4th European Conference on Application of Meteorology*, Norrkoping, Švedska.
- Bajić, A., 2003a: Očekivani režim strujanja na autocesti Sv. Rok – Maslenica. *Građevinar*, **55**, 3, 149–158.
- Bajić, A., 2003b: Procjena smjera i brzine vjetra na trasi autoceste tunel Sv. Rok (jug) – Maslenica. *Hrvatska normizacija i srodne djelatnosti*, 521–530.
- Bajić, A. i M. Drakulić, 2005: Natural ventilation of the Sv. Rok Tunnel. *Proceedings of the 17th European Conference on Application of Meteorology*, Utrecht, Nizozemska.
- Bajić, A. i Z. Žibrat, 2006: Meteorološka podloga za izradu Pravilnika o određivanju graničnih nivoa negativnog utjecaja brzine i smjera vjetra na sigurnost cestovnog prometa. *Zbornik radova Prvog hrvatskog savjetovanja o održavanju cesta "Održavanje cesta 2006 - Zimska služba"*, 16–21.
- Bajić, A., S. Ivatek-Šahdan i Z. Žibrat, 2008: ANEMO-ALARM iskustva operativne primjene prognoze smjera i brzine vjetra. *Zbornik radova Trećeg savjetovanja o održavanju cesta*, 109–114.
- Bajić, A., 2009: Bura i cestovni promet. *Zbornik radova Četvrtog savjetovanja o održavanju cesta*, 299–304.
- Gajić-Čapka, M., 1987: Use of air pressure data for a tunnel air-condition construction. *Proceedings of the XIIIth international conference on Carpathian meteorology*, Busteni, Romania, 14.–19.9.1987., **1**, 299–304.
- Gajić-Čapka, M. i K. Zaninović, 1989: Meteorološki parametri u projektiranju i održavanju cesta. *Zbornik radova Simpozija prometni i konstruktorski aspekti jadranske autoceste*, Dubrovnik, Hrvatska, 13.–15.11.1989., 63–67.
- Gajić-Čapka, M. i K. Zaninović, 1991: Meteorološki aspekti oblikovanja infrastrukture prometa kopnom, vodom i zrakom. *Zbornik radova savjetovanja Izgradnja prometne infrastrukture za puno ostvarenje jadranske orijentacije Hrvatske*, Savez inženjera i tehničara Hrvatske, Zagreb, 175–183.
- Gajić-Čapka, M. and K. Zaninović, 1994: Climatological Basis for Prediction of Road Slipperiness: Minimum Air and Surface Temperatures. *Proceedings of Contemporary Climatology*, Brno, Brazdil, R. and M. Kolar (Ed.), 232–237.

- Gelo, B., 1985: Značenje numeričkih modela atmosfere i njihova primjena u prometu. *Suvremeni promet*, **7**, 319–322.
- Gelo, B., 1988: Mezomodeli atmosfere i sigurnost prometa. *Suvremeni promet*, **10**, 717–721.
- Gelo, B., 1992a: Meteorološko osiguranje zrakoplovstva. *Promet*, **4**, 103–110.
- Gelo, B., 1992b: Meteorološko osiguranje plovidbe morem i unutarnjim vodama. *Zbornik Pomorskog fakulteta Rijeka*, **6**, 109–123.
- Gelo, B., 1993: Meteorološko osiguranje kopnenog prometa. *Promet*, **5**, 19–23.
- Gelo, B., 1994: Opća i prometna meteorologija. Školska knjiga, 214 str.
- Hrastinski, M. et al, 2016: Verification of the operational 10 m wind forecast obtained with the ALADIN numerical weather prediction model. *Croat. Meteor. J.*, **50**, 105–120.
- Kaučić, D., 2006: Dubina smrzavanja tla. *Zbornik radova Prvog hrvatskog savjetovanja o održavanju cesta, zimska služba, Održavanje cesta 2006*, Šibenik, 24.–26.10.2006. Hrvatski cestari, Zagreb, 109–114.
- Kirigin, B., 1972: Istraživanje vremenskih i klimatskih uvjeta u okviru izgradnje auto-cesta. *Vijesti iz hidrometeorološke službe Socijalističke Republike Hrvatske*, **22**, 5/6, 33–36.
- Koračin, D., 1982: Spectral analysis of the gustiness factor of the bora wind at the airport Rijeka-Krk. *Zbornik meteoroloških i hidroloških radova*, **8**, 55–62.
- Koračin, D., 1983: Spektralna analiza bure. *Zbornik radova V znanstvenog skupa Proračunavanje i projektiranje pomoću računala*, Stubičke Toplice, Hrvatska, 16.–18.11.1983., 537–542.
- Mihoci, F. i sur., 1995: Zagrebačka zimska služba: zima 1992/1993. *Zbornik radova Prvog hrvatskog kongresa o cestama 1995.*, Opatija, 23.–25.10.1995., Sršen, M. (ur.), Hrvatsko društvo za ceste VIA-VITA, Zagreb, 259–266.
- Peroš, B., B. Cividini, Z. Žibrat i A. Bajić, 1998: Važnost postojanja mjerenja smjera i brzine vjetra na lokaciji građevinskog objekta – primjer Masleničkog mosta. *Zbornik radova Četvrtog općeg sabora HGK*, Brijuni, 11.–13.6.1998., 369–374.



- Pleško, N., 1974: Uloga meteoroloških parametara u sigurnosti saobraćaja. *Vijesti*, **25**, 4, 80–87.
- Poje, D., 1986: Analiza mahovitosti vjetra na Titovom mostu. *Suvremeni promet*, **8**, 1/2, 85–90.
- Sijerković, M., D. Glasnović i Z. Šubarić, 1992: Vrijeme i meteorologija kao čimbenici sigurnosti, ekonomičnosti i razvoja prometa u Hrvatskoj. *Promet*, **4**, 111–121.
- Sijerković, M. i M. Kisegi, 1994: Uspješnost prognoza vremena za cestovni promet. *Promet*, **1/2**, 23–29.
- Sijerković, M. i sur., 1999: Vjetar na Masleničkom mostu. *Zbornik radova Drugog hrvatskog kongresa o cestama 1999.*, Cavtat, 24.–27.10.1999.
- Tomšić, D. i Z. Žibrat, 2007: Reprezentativnost meteoroloških mjerena na cestovnim pravcima Republike Hrvatske u svrhu održavanja sigurnosti prometa. *Zbornik radova Drugog hrvatskog savjetovanja o održavanju cesta "Održavanje cesta 2007, Zimska služba"*, Šibenik, 28.–29.5.2007., 84–87.
- Tomšić, D. i Z. Žibrat, 2008: Primjena meteoroloških podataka i informacija na sigurnost cestovnog prometa. *Zbornik radova Trećeg hrvatskog savjetovanja o održavanju cesta "Održavanje cesta 2008, Zimska služba"*, Šibenik, 20.–22.10.2008., 103–108.
- Tomšić, D. i Z. Žibrat, 2009: Integracija cestovnih meteoroloških sustava i podataka u nacionalnu meteorološku službu. *Zbornik radova Trećeg hrvatskog savjetovanja o održavanju cesta "Održavanje cesta 2008, Zimska služba"*, Šibenik, 14.–16.10.2009., 293–297.
- Tomšić, D. i Z. Žibrat, 2011: Upotrebljivost i značaj informacija cestovno-meteoroloških sustava u Republici Hrvatskoj. *Zbornik radova Petog hrvatskog kongresa o cestama*, Cavtat, 16.–19.10.2011.
- Trošić, Ž., 1992: Potencijalna korist meteoroloških informacija u prometu. *Hrvatski meteorološki časopis*, **27**, 77–83.
- Tudor, M. et al, 2013: Forecasting Weather in Croatia Using ALADIN Numerical Weather Prediction Model. *Proceedings of the Climate Change and Regional/Local Responses*, Yuanzhi, Z. R. Pallav (Ed.), Rijeka, InTech, 59–88.
- Tudor, M. et al, 2016: Operational validation and verification of ALADIN forecast in Meteorological and Hydrological Service of Croatia. *Croat. Meteor. J.*, **50**, 47–70.

- Tutiš, V. and B. Ivančan-Picek, 1998: Strong bora wind – risk factor in traffic. *Promet*, **10**, 3, 107–111.
- Visković, S., 1975: O meteorološkoj navigaciji. *Vijesti pomorske meteorološke službe*, **21**, 2, 9–15.
- Vučetić, M. i V. Vučetić, 2002: Vrijeme na Jadranu: Meteorologija za nautičare. Fabra, d.o.o., Zagreb, 129 str.
- Vučetić, M. and V. Vučetić, 2013: Adriatic Weather – Meteorology for Sailors. Fabra Press, d.o.o., Zagreb, 172 pp.
- Vučetić, M. i V. Vučetić, 2013: Vrijeme na Jadranu – Meteorologija za nautičare., 2. prošireno izdanje, Fabra Press, d.o.o., Zagreb, 179 str.
- Zaninović, K. i M. Gajić-Čapka, 1989: Meteorološka podloga za odabir trasa jadranske autoceste. *Ceste i mostovi*, **10**, 349–351.
- Zaninović, K. and M. Gajić-Čapka, 1994: Climatological Basis for Prediction of Road Slipperiness: Minimum Air and Soil Temperatures. *23rd International Conference on Alpine Climatology*, Lindau, *Annalen der Meteorologie*, **30**, 264–267.
- Žibrat, Z. i A. Dvornik, 1995: Uspostava meteorološko-cestovnog monitoringa u svrhu poboljšanja sigurnosti cestovnog prometa. *Zbornik radova Prvog hrvatskog kongresa o cestama 1995*, Opatija, 23.–25.10.1995.
- Žibrat, Z. i D. Tomšić, 2006: Cestovno-meteorološki sustavi i njihova primjena u praksi. *Zbornik radova Prvog hrvatskog savjetovanja o održavanju cesta "Održavanje cesta 2006, Zimska služba"*, Šibenik, 24.–26.10.2006., 63–67.



2.6

Zaštita okoliša

Sonja Vidič

Meteorološka istraživanja povezana sa zaštitom okoliša, zaštitom zdravlja, materijalnih, kulturnih i prirodnih dobara imaju brojne aspekte i obuhvaćaju gotovo sve gospodarske aktivnosti. Velik dio tih aktivnosti i istraživanja opisan je u ostalim poglavljima i zajednička im je poveznica – stupanj razvijenosti gospodarstva i njegova spremnost da asimilira nova znanja i inovacije iz područja primjenjene meteorologije. U ovome poglavlju zadržat ćemo se na onim istraživanjima koja su pokrenuta i razvijena u području planiranja i zaštite kvalitete zraka te otkrivanja i praćenja atmosferskih uvjeta, procesa i pojava koji mogu znatno utjecati na poboljšanje, pogoršanje ali i na upravljanje kvalitetom zraka.

2.6.1. Istraživanja međuvisnosti onečišćenja zraka i atmosferskih procesa

Važnost klimatskih uvjeta, atmosferskih procesa i predviđanja razvoja budućeg stanja za kvalitetu zraka prepoznata je još 1960-ih godina, kada se spoznalo da su razine onečišćenja u gradovima veoma visoke, da prekoračuju vrijednosti propisanih standarda Svjetske zdravstvene organizacije i da su kontinuirana mjerena kvalitete zraka neophodna. Ukrzo nakon prvih spoznaja o razinama onečišćenja postalo je jasno da mjerjenjima kvalitete zraka dobivamo samo jedan, pasivni indikator zatečenoga stanja i da iskorak prema poboljšanju uvjeta života mora obuhvatiti analizu i istraživanje atmosferskih procesa koji u najvećoj mjeri određuju što, osim emisije onečišćujućih tvari, utječe na količinu, zadržavanje i rasprostiranje onečišćujućih tvari u atmosferi. U radovima Lončar, 1967., 1974a., 1974b., 1974c.; Šnik, 1971.; Poje, 1973a., 1973b. dani su prvi osvrti na međuvisnost emisija u zrak, meteoroloških elemenata, tipova vremena i kvalitete zraka, nakon čega je uslijedilo kontinuirano razdoblje istraživanja, studijskih aktivnosti i primjene znanja, koje traje i danas. Prvu doktorsku disertaciju na temu određivanja i klasificiranja tipova vremena izradio je Dražen Poje (1965.). Iako osnovni cilj toga rada nije bio povezan ocjenom i predviđanjem kvalitete zraka, klasifikacija tipova vremena u narednim se istraživanjima kvalitete zraka redovito koristila kao podloga za predviđanje nepovoljnih uvjeta za nastanak onečišćenja. Treba istaknuti da je za vrlo ubrzani razvoj istraživanja u tom području, osobito 70-ih i 80-ih godina, zaslужan intenzivan razvoj u području energetike. Uz to, podrška Republičkog fonda za naučni rad SR Hrvatske koji je sufinciranjem ciljanih znanstvenih istraživanja na području grada Zagreba, Podsuseda i Siska otvorio prostor za međuinstitucijsku suradnju i provođenje eksperimentalnih programa mjerena širokih razmjera dodatno je afirmirala potrebu za primjenom atmosferskih znanosti u području upravljanja kvalitetom zraka u gradskim sredinama (Poje i Katusin, 1974.; Poje, 1978., 1979.; Šnik, 1973., 1974a.). Može se reći da su se istraživanja kvalitete zraka 70-ih godina razvijala u nekoliko usporednih pravaca, koji se mogu grupirati ovako:

- (a) istraživanja i izrada podloga za velike energetske objekte (nuklearne elektrane, termoelektrane, industrija),
- (b) istraživanje potencijala rasprostiranja onečišćenja oko pojedinačnih izvora emisije u ovisnosti o meteorološkim elementima i klimatskim uvjetima i u gradovima,
- (c) zrada i provedba eksperimentalnih programa meteoroloških mjerena na različitim područjima od interesa (gradovi, postojeći termoenergetski i industrijski objekti, planirani termoenergetski i industrijski objekti, prostorno planiranje u gradovima).



Slika 2.6.1.1. Specijalna mjerjenja osnovnih meteoroloških parametara koji utječu na onečišćenje zraka u centru Zagreba, 1971. (gore: Borivoj Čapka na Trgu Bana Jelačića, dolje: Marjana Gajić-Čapka na Svačićevu trgu), (foto: G. Hrabak-Tumpa).

Većini podloga i studija koje su se izrađivale 70-ih i 80-ih godina prethodila su opsežna istraživanja iz sve tri navedene kategorije. Najprije bi se isplanirao i uspostavio ciljani program meteoroloških mjerjenja (prizemne i visinske strukture atmosfere), najčešće u trajanju od godine dana, kako bi se obuhvatila sva godišnja doba, zatim mjerjenja kvalitete zraka, nakon čega je uslijedio period analize podataka i istraživanja sa zadanim ciljevima. Ta metodologija rada osigurala je prostor za kvalitetna rješenja i primjenu najnovijih dostignuća i znanja u tome području. Izrada studija trajala je nekoliko godina, a razrada i primjena teorijskih modela provjeravana je eksperimentalnim mjerjenjima.

Prva cijelovita studija onečišćenja zraka na području grada Zagreba u ovisnosti o meteorološkim elementima izrađena je u razdoblju 1972.–1974. Za potrebe te studije uspostavljen je program specijalnih mikrometeoroloških mjerjenja na oko 40 križanja u Zagrebu, a na 5 lokacija provedena su i pilotbalonska mjerjenja, što je omogućilo analizu strujnoga režima nad gradom u odabranim vremenskim situacijama (Poje, 1974.). U suradnji s Institutom za sigurnost provedena su i usporedna mjerjenja parametara kvalitete zraka (SO_2 , NO_2 , CO, CO_2), a u analizi su korišteni i podaci 6-godišnjega niza mjerjenja SO_2 i dima koja je provodio Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada. U toj važnoj studiji prvi su put u ondašnjoj državi objedinjeni rezultati istraživanja klimatskoga potencijala onečišćenja, analize povezanosti pojedinih meteoroloških elemenata (temperatura zraka, vlažnost zraka, strujanje, insolacija) i tipova vremena s razinama onečišćenja, izrađeni su dvodimenzionalni box-model projektravanja i prostorna razdioba koncentracija onečišćenja na širem području Zagreba. Nadalje, prvi je put izrađena i usporedna analiza kemijskoga sastava zraka i oborine u Zagrebu i na Medvednici. Rezultati istraživanja objavljeni su u znanstvenoj publikaciji Rasprave i prikazi br. 11 1974. godine (Poje; Pleško, Šinik i Lončar; Hrabak-Tumpa; Katušin i Poje; Bolanča i sur.), a istraživanja je sufincirao Republički fond za naučni rad SR Hrvatske.

Druga studija sličnoga tipa, taj put izrađena za potrebe grupe investitora 1974. godine bila je usmjerena na istraživanje meteoroloških uvjeta na širem području Bakarskoga zaljeva. Cilj studije bio je istražiti podobnost lokacije za izgradnju novih industrijskih objekata: koksare, termoelektrane Rijeka i rafinerije Urinj. Ta je studija značajna po tome što se i u njoj slijedio princip uspostave specijalne mreže meteoroloških postaja, mreže postaja za mjerjenje kvalitete zraka i postaja za mjerjenja karakteristika visinske strujanja unutar i izvan Bakarskoga zaljeva (Lončar, 1978a.). Iako je po svojemu sadržaju bila slična studiji zagrebačkoga područja, uvjeti priobalja u potpunosti se razlikuju od uvjeta u kontinentalnoj Hrvatskoj, tako da su spoznaje tih istraživanja ujedno omogućile i razumijevanje procesa i pojava koje smo poznavali samo kroz teorijske postavke i istraživanja provedena drugdje u svijetu.

Program studijskih radova trajao je tri godine (1974.–1977.), a znanstveni doprinos razumijevanju ovisnosti prizemnoga onečišćenja o meteorološkim uvjetima, upoznavanju svojstava temperaturnoga i vjetrovnoga režima u kompleksnom obalnom području i posljedično, razdiobe koncentracija sumporova dioksida i dima u različitim meteorološkim uvjetima tijekom godine dao je znatan poticaj za daljnja istraživanja i uspostavu trajnih mjerjenja za praćenje kvalitete zraka u Primorsko-goranskoj županiji.

Na žalost, rezultati i preporuke tih istraživanja nisu uzeti u obzir pri donošenju odluka o izgradnji koksare, termoelektrane i rafinerije nafte, ali su doprinijeli dalnjemu razvoju i sagledavanju problematike prijenosa i rasprostiranja onečišćenja u obalnom području te i danas predstavljaju jedinstven izvor informacija o tome području, budući da se mjerena sličnoga tipa više nisu ponovila (Lončar, 1975., 1978c.).

Za razliku od pristupa koji je bio povezan s analizom utjecaja pojedinačnih velikih izvora onečišćenja na kvalitetu zraka u gradovima, početkom osamdesetih godina započeo je projekt istraživanja vezanih uz razvoj prvog box-modela koji je primijenjen na grad Varaždin. Studija meteoroloških uvjeta u gradu Varaždinu (godine 1980.) prethodila je izradi i testiranju modela.



Slika 2.6.1.2. Prije pojave računala, prvi proračuni 80-ih godina radili su se na stolnim kalkulatorima (iz arhive DHMZ-a).

Izrađeni model uzeo je u obzir sve izvore onečišćenja koji se mogu identificirati u jednoj gradskoj sredini, obuhvatio je dinamiku prijenosa i rasprostiranja onečišćenja u razmatranom volumenu zraka na cijelome području, uzimajući u obzir i izvore onečišćenja iz prometa, malih i srednjih kućnih ložišta, ustanova, škola, vrtića, trgovačkih centara te industrijskih objekata. Svrha primjene modela bila je izrada prostorno-planerske pretpostavke za daljnji razvoj grada, izbor područja za smještaj industrijske zone i zelenih površina. Znanstveni doprinos na tom projektu rezultirao je magistarskom radnjom (Grčić, 1990.) i radovima publiciranim u znanstvenoj periodici (Grčić-Bajsic, 1982.; Grčić i Šnik, 1984., 1993.; Šnik i Grčić, 1988.).

2.6.2. Modeliranje prijenosa i disperzije onečišćenja iz termoenergetskih izvora

Tijekom vrlo dinamična razdoblja razvoja u području istraživanja procesa atmosferske difuzije, prijenosa i rasprostiranja onečišćujućih tvari 70-ih i 80-ih godina izrađene su brojne meteorološke analize i podloge za potrebe utvrđivanja potencijalnih lokacija nuklearnih elektrana: 1969. godine za šire područje Siska, 1974. i 1985. – Krško, 1977.–1982. – Vir, 1981.–1984. – Prevlaka, 1981.–1987. – Dalj, i publiciran je niz znanstvenih radova (Poje, 1973b.; Šnik, 1976., 1978., 1981a., 1981b., 1981c., 1982.; Koračin, 1981.; Koračin i Mastnak-Car, 1983.; Šnik i Vidič, 1983.; Šnik, Lončar i Vidič, 1983.).

U okviru tih istraživanja razvijeni su i primjenjeni računalni modeli za proračun dugotrajne i kratkotrajne disperzije oko ispusta radionuklida te za prijenos i taloženje onečišćujućih tvari u blizini izvora i na udaljenostima do stotinjak kilometara. Izrađeni su modeli za proračun prizemnih koncentracija u slučajevima tišine i vrlo slaba strujanja, u slučajevima razbijanja prizemne inverzije – *fumigation*, u zavjetrini građevinskih objekata te u slučajevima kada promjenjivo mezoskalno strujanje utječe na razdiobu polja prizemnih koncentracija (Šnik, 1981a., 1981b., 1981c., 1982.; Vidič, 1981.; Šnik i Vidič, 1982., 1983.; Šnik, Lončar i Vidič, 1983.).

Pri tome, kao i u slučaju drugih istraživanja slična karaktera, analizirani su prizemni podaci mjerjenja meteoroloških postaja, pilotbalonski podaci mjerjenja visinskog strujanja, kao i podaci mjerjenja na novouspostavljenim meteorološkim tornjevima (Vir, Kutina, Krk: 30 m, Sisak: 60 m) s prvim automatskim mjerjenjima meteoroloških parametara u Viru na dvije visine (10 i 30 metara), s 10-minutnim intervalima gustoće mjerjenja smjera i brzine vjetra, temperature i vlažnosti zraka, što je omogućilo i prva istraživanja atmosferske turbulencije, razvoj novih parametara za ocjenu stabilnosti atmosfere kao i razumijevanje procesa vezanih uz svojstva i razvoj bure u priobalju (Koračin, 1981.; Koračin i Mastnak-Car, 1983.; Lončar, 1988a., 1988b.; Vidič, 1989.; Cvitan i Vidič, 1989.).

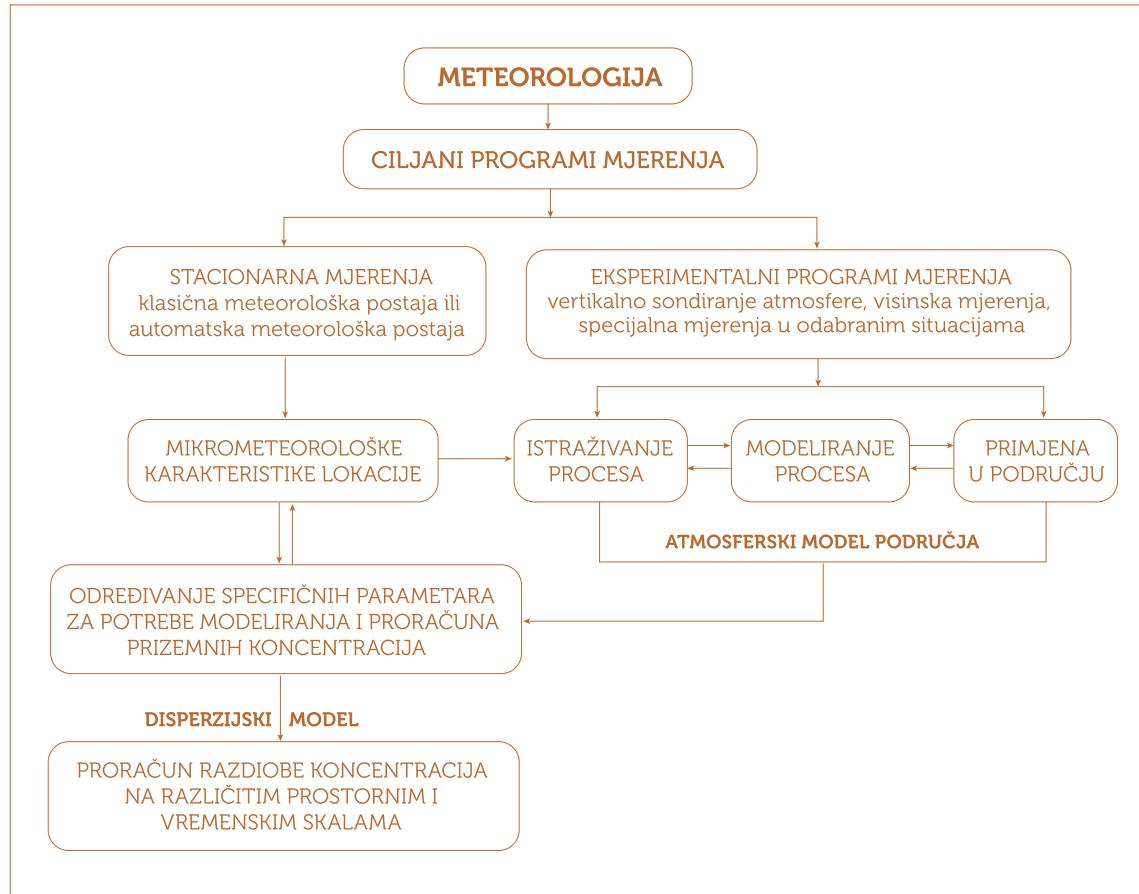
Usporedno s tim istraživanjima Hrvatska elektroprivreda pokrenula je niz studijskih projekata vezanih uz ocjenu utjecaja termoenergetskih objekata na kvalitetu zraka. U Zagrebu je analiziran utjecaj TE-TO u Kuševačkoj ulici i EL-TO u Zagorskoj ulici.

Specijalna pilotbalonska mjerena visinskoga strujanja provedena su 1973. godine na obje lokacije, a u Zagorskoj je ulici 1974. godine provedeno fotografsko snimanje perjanice dimnih plinova kako bi se primjenom modela provjerila i odredila efektivna visina širenja dimnih plinova te preporučila optimalna visina dimnjaka termoelektrane. U okviru toga složenoga programa istraživanja godine 1974. izrađena je studija o razbijanju prizemnih inverzija na području grada Zagreba u sklopu koje je izrađena i metoda za prognozu tih procesa kao i prostorna razdioba koncentracija SO_2 oko termoelektrana u Kuševačkoj i Zagorskoj ulici. Kao rezultat tih istraživanja procijenjena je najmanja potrebna visina dimnjaka termoelektrana u Zagrebu od 202 m, budući da se samo uz tu visinu dimnjaka osigurava izbjegavanje nagomilavanja onečišćenja u Zagrebu tijekom zimskih mjeseci zbog emisija onečišćujućih tvari iz tih dimnjaka. Slične analize provedene su i pri planiranju novih termoelektrana u Sisku i Osijeku. Da bi se došlo do tih rezultata, bilo je potrebno provesti brojne analize, razviti i prilagoditi postojeće metode i razraditi modele za proračun onečišćenja oko industrijskih izvora, što je rezultiralo i važnim znanstvenim doprinosom istraživača na tom području (Šnik, 1971., 1974b., 1976., 1978.; Poje, 1973a., 1973b.; Lončar, 1974a., 1974b., 1974c., 1975., 1976., 1978b., 1979.).

Jedan od najvažnijih i po mnogočemu jedinstvenih projekata u zaštiti okoliša izrađenih u Hrvatskoj bio je vezan uz problem zaštite okoliša u Plominskom zaljevu. Rađen je po uzoru na slične projekte u SAD u to vrijeme, a nastao je većim dijelom zbog potrebe HEP-a da poveća energetske kapacitete izgradnjom novog pogona termoelektrane Plomin, ali i zbog pritiska javnosti koji je sve više jačao, jer je po svim pokazateljima, stanje kvalitete zraka i okoliša u okruženju TE Plomin I bilo alarmantno. Kako bi se iskoristila postojeća infrastruktura lokacije, planirana je izgradnja TE Plomin II uz postojeću termoelektranu na ugljen. Zbog korištenja raškog ugljena čiji je sadržaj sumpora 9–12 %, stanje okoliša i mjerene koncentracije SO_2 višestruko su premašivale dozvoljene vrijednosti i znatno doprinijele degradaciji okoliša i pogoršanju općih uvjeta života.



Slika 2.6.2.1. Dimna perjanica EL-TO Zagreb, Zagorska ulica, 1974. godine (iz arhive DHMZ-a).



Slika 2.6.2.2. Shema – dijagram tijeka kompleksnoga programa ciljanih mjerena i istraživanja. Ta shema u potpunosti je primjenjena u slučaju analize utjecaja potencijalnih nuklearnih elektrana (Prevlaka, Vir, Dalj), kao i termoelektrana (TE-TO i EL-TO Zagreb, TE Sisak, TE Plomin I i TE Plomin II).

Te činjenice bile su osnova za uspostavljanje sustava koji će osigurati vjerodostojne podatke i primjenu odgovarajućih metoda kako se ne bi ponovila situacija s pogonom TE Plomin II.

Zbog toga je u razdoblju od 1978. do 1984. pokrenut cijeli niz studijskih programa koji se shematski mogu opisati dijagmom na slici 2.6.2.2. U periodu 1978.–1979. na širem području plominskog bazena uspostavljen je eksperimentalni program prizemnih i visinskih mjerena atmosferskih elemenata sa svrhom da se detaljno prouče meteorološki uvjeti onečišćenja zraka, da se izradi model atmosfere i da se nađu ulazni parametri za proračun prijenosa i rasprostiranja onečišćenja u okolini TE Plomin I. Prizemna meteorološka mjerena uspostavljena su na tri lokacije: Plomin – elektrana (45 m), Plomin – Stari grad (150 m) i Strmac – vodotoranj (340 m), mjerena vertikalne strukture atmosfere vezanom sandom obavljana su na lokacijama TE Plomin I i Labin, a pilotbalonska mjerena potrebna za analizu vertikalnog profila smjera i brzine vjetra provedena su na području Kršana, TE Plomin I, Nedešćine, Strmac-vodotornja i Rapca. Uz to, mjerena koncentracija SO₂, dima i sedimenta uspostavljena su na lokacijama Ripenda, Plomin–grad, Stepčići i Labin.

Na temelju tako ekstenzivna dvogodišnjega programa mjerena analizirani su: opće klimatske karakteristike područja, lokalna klima, tipovi vremena i vremenske

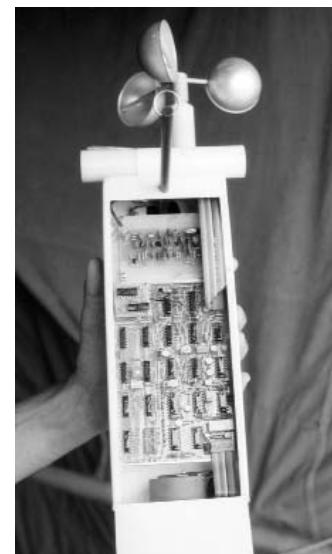
situacije sinoptičke skale, stabilnost atmosfere i promjena stabilnosti atmosfere s visinom, strujni režim i promjena strujnoga režima s visinom, dnevne varijacije cirkulacije i strujanje kopno–more, meteorološka analiza slučajeva maksimalnoga onečišćenja i njihove međuovisnosti.

Na osnovi provedenih mjerena izrađen je trodimenzionalni model atmosfere kao podloga za izradu disperzijskoga modela. Paralelno s time izrađen je i primijenjen model za proračun prizemnih koncentracija oko TE Plomin I, dimnjaka visine 120 m. Model je verificiran na podacima mjerena prizemnih koncentracija. Nakon testiranja i validacije, model je primijenjen za proračun i optimizaciju potrebne visine dimnjaka planiranoga pogona TE Plomin II. Proračunata visina dimnjaka od 320 m predstavljala je izazov investitoru s obzirom na velike troškove izgradnje tako visoka dimnjaka. Nakon recenzija koje je investitor zatražio od vanjskih stručnjaka prihvaćena je predložena visina dimnjaka. Proračuni su pokazali da je u kompleksnom području Plominskoga zaljeva, u zaledu Učke, tako visok dimnjak jedina garancija da će se iznosi prizemnih koncentracija SO_2 i drugih onečišćujućih tvari (NO_x , lebdeće čestice) na području Istre i otoka zadržati unutar zakonski propisanih granica uz zadane uvjete proizvodnje energije.

Realizacija tako složena projekta, jedinstvenoga na području bivše države, od stručnjaka je zahtjevala primjenu inovativnih metoda i rješenja, i to i u području eksperimentalnih mjerena i u području atmosferskoga i disperzijskoga modeliranja. Mnogobrojni su radovi publicirani u domaćoj i inozemnoj znanstvenoj periodici, prezentirani na međunarodnim i domaćim skupovima i bili izloženi recenziji stručne i znanstvene javnosti (Bajšić, 1983.; Cvitan i Vidić, 1989.; Grčić i Šinik, 1984.; Koračin, Bašić i Cividini, 1984.; Cividini i Šinik, 1987; Lončar, 1981., 1985b., 1988b; Lončar i Šinik, 1984., 1987; Lončar, Šinik i Vidić, 1985.; Šinik, Lončar, Vidić i Bajšić, 1984.; Šinik, 1986.; Šinik, Lončar i Vidić, 1983.; Šinik i Vidić, 1983.; Vidić, 1981a., 1981b., 1989.).



Slika 2.6.2.3. Radiosonda
(dolje: unutrašnjost)
(iz arhive DHMZ-a).





Slika 2.6.2.4. Odmor ekipe tehničara između dva mjerjenja na području plinskoga polja Molve, 1984. (iz arhive DHMZ-a).

Zahtjevi za daljnji razvoj i primjenu atmosferskih disperzijskih modela nastavili su se do kraja 80-ih godina. 1985. godine izrađen je model za rasprostiranje teških čestica i prašine oko cementare u mjestu Podrute (Lončar, 1985a.) kao i model disperzije i rasprostiranja teških plinova (H_2S i CO_2) iz pogona plinskoga polja u mjestu Molve (Koračin, Vidič i Šnik, 1985.; Šnik i Đuričić, 1987.).

Godine 1986. započeo je još jedan veliki projekt vezan uz analizu i modeliranje kvalitete zraka u području vrlo visokoga onečišćenja svim spojevima, od sumporova dioksida, dušikovih oksida do lebdećih čestica i teških metala, u zeničkoj kotlini. Po uzoru na program eksperimentalnih mjerena u Plominskom zaljevu, za potrebe toga projekta provedena su profilna mjerena meteoroloških parametara od najniže točke u zeničkoj kotlini, uz planinske obronke do vrha planinskih lanaca koji zatvaraju područje. Na osnovi dobivenih podataka izrađeni su atmosferski i disperzijski model kako bi se razlučili uvjeti nastanka najnepovoljnijih uvjeta visokog onečišćenja zraka u zeničkoj kotlini i pokušala regulirati emisiju iz najvećih izvora: termoelektrane, željezare, metalurške industrije. Znanstveni rezultati objavljeni su u radovima Koračin, Bašić i Cividini, 1984. te Lončar i Šnik, 1990.

Možemo reći da se u dvadesetogodišnjem razdoblju, od početka 70-ih godina do kraja 80-ih, područje atmosferskoga i disperzijskoga modeliranja rasprostiranja onečišćujućih tvari u planetarnom graničnom sloju atmosfere intenzivno razvijalo kako bi se omogućilo planiranje i realizacija najvažnijih strateških projekata u području industrijskoga i energetskoga razvoja u Republici Hrvatskoj. Time su postavljeni temelji novoj generaciji aktivnosti i poslova vezanih uz vođenje i način izrade studija utjecaja na okoliš koji su poprimili obilježja tehničkoga karaktera i korištenja gotovih rješenja. Na taj način je 20-godišnja produktivna era neposrednih i intenzivnih znanstvenih istraživanja za potrebe gospodarskog razvoja u području zaštite zraka i okoliša završila, a započela je era istraživanja kroz ciljane znanstvene projekte financirane od strane Ministarstva znanosti i tehnologije.

U razdoblju od početka osamdesetih do sredine devedesetih godina, rad na znanstvenim projektima podržan sredstvima Ministarstva znanosti i tehnologije (vidi Poglavlje 3.) omogućio je daljnji razvoj i primjenu numeričkoga modeliranja u proučavanju atmosferskoga strujanja i turbulencije u orografskom području od posebne važnosti za modeliranje kvalitete zraka (Bajić, 1994.; Belušić i sur. 1994.; Šinik, Lončar i Vidić, 1985.; Šinik, i Lončar, 1987.; Šinik, 1989.).

Istraživanja procesa vezanih uz onečišćenje atmosfere, atmosferske procese stvaranja uvjeta za prekomjerno onečišćenje troposferskim ozonom, prijenos onečišćenja na velike udaljenosti i općenito meteorološke uvjete povezane s kvalitetom zraka – u tome su se razdoblju intenzivirala, što se vidi i u velikom broju publikacija i znanstvenih radova (Butković i sur. 1997.; Butković, Klasinc i Vidić, 1997.; Cividini i Šinik, 1987.; Cvitan i Lončar, 1992.; Cvitan, 1996., 1997.; Cvitan, Šinik i Bencetić Klaić, 2002.; Đuričić, Vidić i Šojat, 1999.; Jurčec i Bajić, 1985.; Jeričević, Špoler Čanić i Vidić, 2004.; Klaić i Cvitan, 1993a., 1993b.; Lončar, 1991a., 1991b.; Lončar i Šinik, 1991., 1992., 1993., 1994.; Lončar i Bajić, 1994.; Lončar i V. Vučetić, 2003.; Miletta, Hrabak-Tumpa i Šojat, 1995., 1997.; Poje, 1990.; Sijerković, Ivatek-Šahdan, Hrabak-Tumpa i Šojat, 1999.; Šinik i Grčić, 1988.; Šinik i Lončar, 1990., 1991., 1992.; Šinik, Lončar i Marki, 1994a., 1994b.).



Slika 2.6.2.5.
Specijalna mjerena
u zeničkoj kotlini;
gore: specijalno vozilo
UAZ s opremom za
meteorološka mjerena,
korišteno za profilna
mjerena; dolje:
pilotbalonska mjerena,
Zenica, zima 1986./1987.
(iz arhive DHMZ-a).

2.6.3. Prijenos onečišćujućih tvari na velike udaljenosti – zakiseljavanje i eutrofikacija okoliša

Početkom 80-ih godina, usporedno s istraživačkim programima vezanima uz modeliranje prijenosa i rasprostiranja onečišćenja iz pojedinačnih izvora emisije, do tada prevladavajuću paradigmu disperzijskoga modeliranja koje je vodilo k tehničkom rješenju optimiziranja visine ispuštanja štetnih tvari u atmosferu (visoki dimnjaci tvorničkih i termoenergetskih izvora) zamijenilo je razumijevanje atmosfere kao globalnoga kontinuma. Kroz novu paradigmu koja se krajem 70-ih i početkom 80-ih godina razvila pod teretom posljedica zakiseljavanja okoliša, odumiranja biljnoga i životinjskoga svijeta u skandinavskim jezerima, Kanadi i SAD-u te propadanja šuma u Srednjoj Europi, prijenos i taloženje onečišćujućih tvari shvaćeni su kao problem regionalne i kontinentalne skale, a ne samo kao pitanje lokalnoga onečišćenja oko danoga izvora emisije. Težište istraživanja prošireno je na sferu proučavanja procesa vezanih uz daljinski prijenos i taloženje onečišćenja (regionalno, kontinentalno, globalno), čiji se izvori nalaze daleko izvan područja gospodarskoga i političkoga utjecaja pojedine zemlje. S tom fazom razvoja povezana je i intenzivna međunarodna aktivnost kako bi se dogovorilo smanjivanje emisija zemalja Europe, SAD i Kanade radi ublažavanja posljedica daljinskoga prijenosa atmosferom i taloženja onečišćenja. Ti složeni procesi i pojave u okolišu zahtijevali su intenzivnu međunarodnu suradnju na praćenju pojava vezanih uz kisele kiše i taloženje spojeva štetnih za okoliš koji su nastali izbacivanjem iz visokih dimnjaka diljem Europe i šire. 80-ih godina, nakon nedvojbenoga znanstvenoga dokaza da onečišćenje ispušteno u atmosferu u jednom geografskom području, može izazvati nesagledive štete u okolišu u područjima udaljenima stotinama kilometara od emisijskoga područja, pokrenut je na razini Europe znanstveni program za praćenje prijenosa i taloženja onečišćenja na području Europe (EMEP) u koji se uključila i meteorološka služba Hrvatske. Najprije su uspostavljena mjerena na dvije postaje za trajno praćenje pozadinskoga onečišćenja: Zavižan i Puntijarka (1978.), a proširenje programa mjerena uslijedilo je već 1981., kada je u okviru meteorološke mreže postaja Državnoga hidrometeorološkog zavoda utvrđen program kontinuiranoga dnevнoga praćenja kemijskoga sastava oborine na dvadesetak postaja.

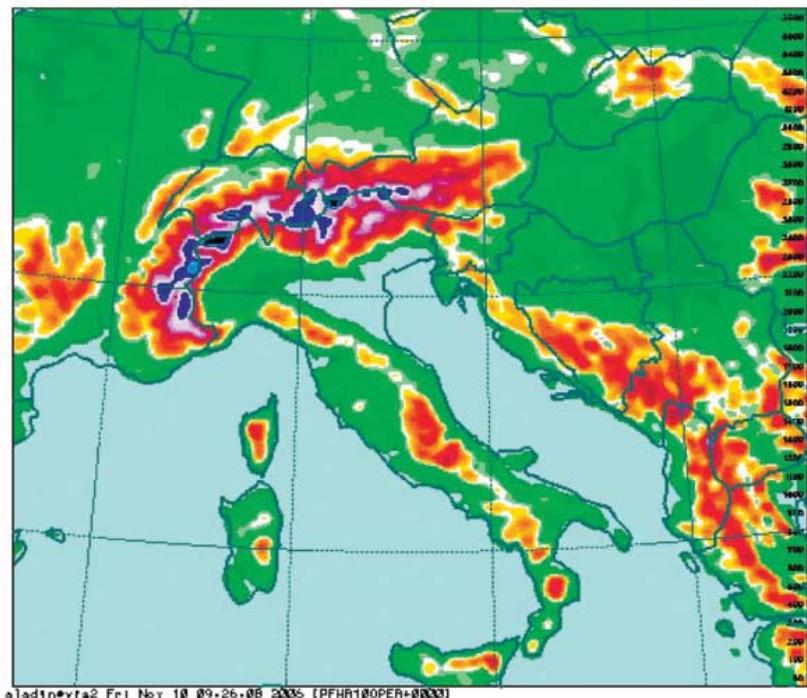
U mnogim zemljama upravo su meteorološke službe postale nosioci tih aktivnosti jer je razumijevanje atmosferskih fizičkih i kemijskih procesa međusobno usko povezano i nedjeljivo. S druge strane, meteorološke službe već su imale uspostavljenu relativno gustu mrežu postaja za praćenje fizičkih parametara u atmosferi, sustav njihova nadzora i održavanja, kao i stalnu ljudsku posadu, tako da je najlogičnije bilo povezati te dvije funkcije monitoringa atmosfere u jedan sustav. Mreža postaja za praćenje kemijskoga sastava oborine zadržana je i danas i omogućuje analizu opterećenja okoliša u Hrvatskoj zbog regionalnog i daljinskog prijenosa onečišćujućih tvari u Europi. Mnogobrojna istraživanja povezana su s analizom podataka mjerena i istraživanjem procesa vezanih uz daljinski i prekogranični prijenos onečišćujućih tvari (Bajić, 1996., 1999., 2000.; Bajić i Đuričić, 1995.; Bajić i Vidić, 1995a., 1995b., 1997., 1998.; Bajić, Vidić i Đuričić, 1993., 1994.; Cividini i Šinik, 1987.; Đuričić i sur., 2001.; Đuričić i Vidić, 1991., 1997.; Đuričić i Bajić, 1995.; Đuričić, Bajić i Vidić, 1993.; Đuričić, Bajić i Šojat, 1998.; Hrabak-Tumpa, Šojat i Vrhovac, 1984.; Hrabak-Tumpa, Mileta, Šojat i Borovečki, 1996.; Piljek i sur., 2014.; Špoler-Čanić,

Vidić i Bencetić, 2009.; Šojat, 1988., 1991.; Šojat i Borovečki, 1992., 1995.; Šojat, Vidić, Hrabak-Tumpa i Borovečki, 1996.; Šojat, Eškinja, Margeta i Vidić, 1998.; Šojat, Hrabak-Tumpa, Alebić Juretić i Matković, 2004.; Šojat, Hrabak-Tumpa, Borovečki i Gliha, 2005., 2006.; Vidić, 1993., 1995., 1997., 2003., 2004.; Vidić, Đuričić i Bajić, 1994.; Vidić i Šojat, 1993., 1995.; Vidić, Jelavić i Prpić, 1993.; Vidić, Bajić, Đuričić i Vučetić, 1994.; Vidić i sur., 2017.; Vidić, Šojat, Đuričić i Borovečki, 1997.). Sveobuhvatno istraživanje trendova kvalitete oborine u razdoblju 1981.–2006. objavljeno je u zasebnoj studiji (Vidić, Mihajlović, 2007., vidi Prilog 6.6.).

2.6.4. Modeliranje prijenosa onečišćujućih tvari na velike udaljenosti

Današnja istraživanja problema zakiseljavanja stavljuju težište na praćenje i povezivanje međudjelovanja zakiseljavanja s drugim rizicima vezanim uz onečišćavanje okoliša i zdravlje ljudi: povišenim koncentracijama prizemnog ozona, eutrofikacijom i klimatskim promjenama.

Paralelno s time istražuju se i atmosferski procesi koji upravljaju njihovim prijenosom na velike udaljenosti i modeliranje na tri prostorno-vremenske skale: globalnoj (hemisferskoj), regionalnoj (kontinentalnoj) i urbanoj (lokalnoj i regionalnoj). Treće razdoblje, od 90-ih godina do danas može se smatrati *hbridnim* razdobljem, koje obilježava primjena metoda modeliranja lokalnih procesa, modeliranje regionalnih utjecaja i daljinskoga prijenosa onečišćenja kao i uvodenje obveznih programa mjerjenja kvalitete zraka prema zadanim programima i kriterijima. Istraživanja u Državnom hidrometeorološkom zavodu pratila su taj razvoj za koji možemo reći da danas ima težište na primjeni atmosferskog modeliranja s ciljem multidimenzionalne analize i sinteze rezultata mjerjenja i modeliranja zbog učinkovitije zaštite okoliša.



Slika 2.6.4.1. Područje (domena) EMEP4HR numeričkoga modela za proračun prizemnih koncentracija onečišćujućih tvari (EMEP s NWP ALADIN meteorološkim ulaznim podacima) na prostornoj skali horizontalne rezolucije 10 km x 10 km.

Razvoj regionalnih modela za proračun prijenosa i taloženja onečišćujućih tvari provodio se i u okviru međunarodnih znanstvenih projekata:

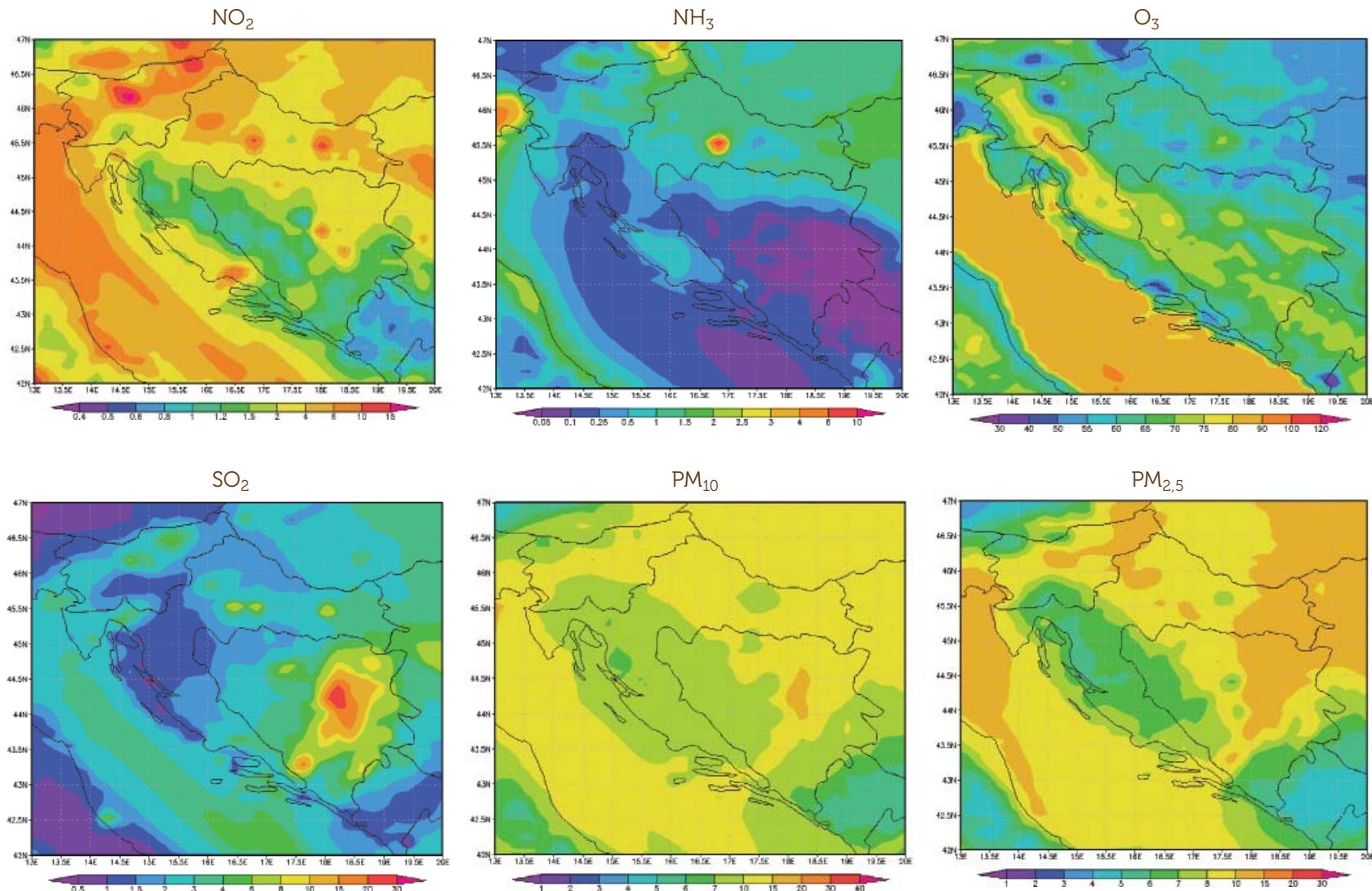
High Resolution Environmental Modelling and Evaluation Programme for Croatia (EMEP4HR) (2006.–2010.).

EU FP6: The nitrogen cycle and its influence on the European greenhouse gas balance – NitroEurope (2006.–2011.).

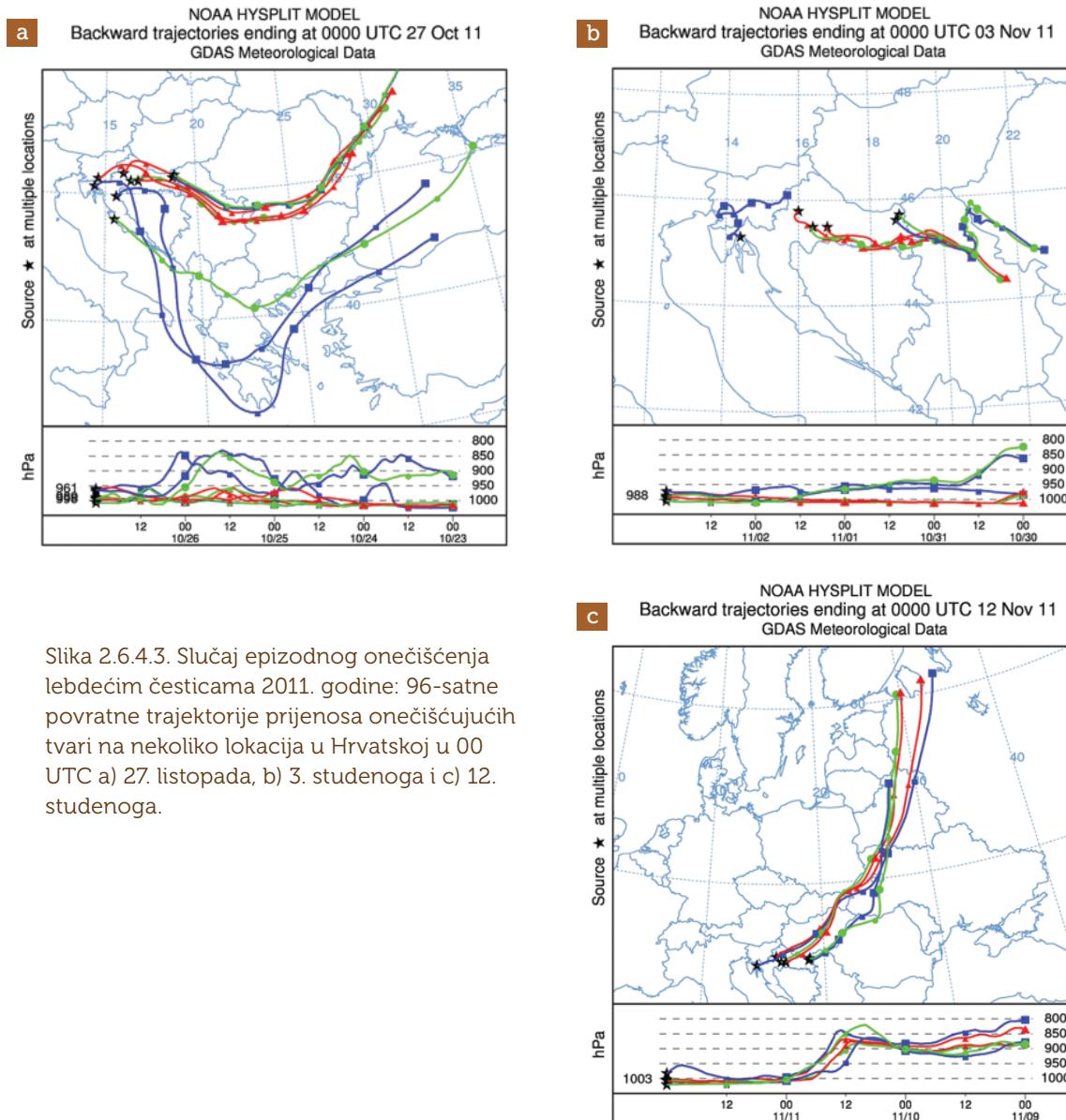
EU FP7: Effects of climate change on air pollution impacts and response strategies for European ecosystems – ÉCLAIRE (2011.–2014.).

koji su u velikoj mjeri doprinijeli razvoju računalnih i znanstvenih kapaciteta i istraživanja u ovome području u Hrvatskoj te omogućili i postizavanje akademskih stupnjeva magistara i doktora znanosti (Jeričević, 2005., 2006., 2009.; Jeričević i Grisogono, 2004., 2006.; Jeričević, Kraljević, Vidič i Tarrason, 2007.; Jeričević i Špoler Čanić, 2006.; Jeričević, Ilyin i Vidič, 2011.; Jeričević i sur., 2016.; Kraljević i sur., 2008.; Špoler Čanić i Jeričević, 2005.; Vidič, 2004., 2016.; Tang i sur, 2009.; Erisman i sur., 2009.). Detaljniji opis projekata dan je u Poglavlju 3.

Na slikama 2.6.4.1. i 2.6.4.2. prikazano je područje primjene atmosferskokemijskoga numeričkog modela EMEP4HR koji je primijenjen na području Hrvatske za proračun prizemnih koncentracija, prijenosa i taloženja onečišćujućih tvari.



Slika 2.6.4.2. Prostorna razdioba srednjih godišnjih prizemnih koncentracija onečišćujućih tvari na domeni modela EMEP4HR.

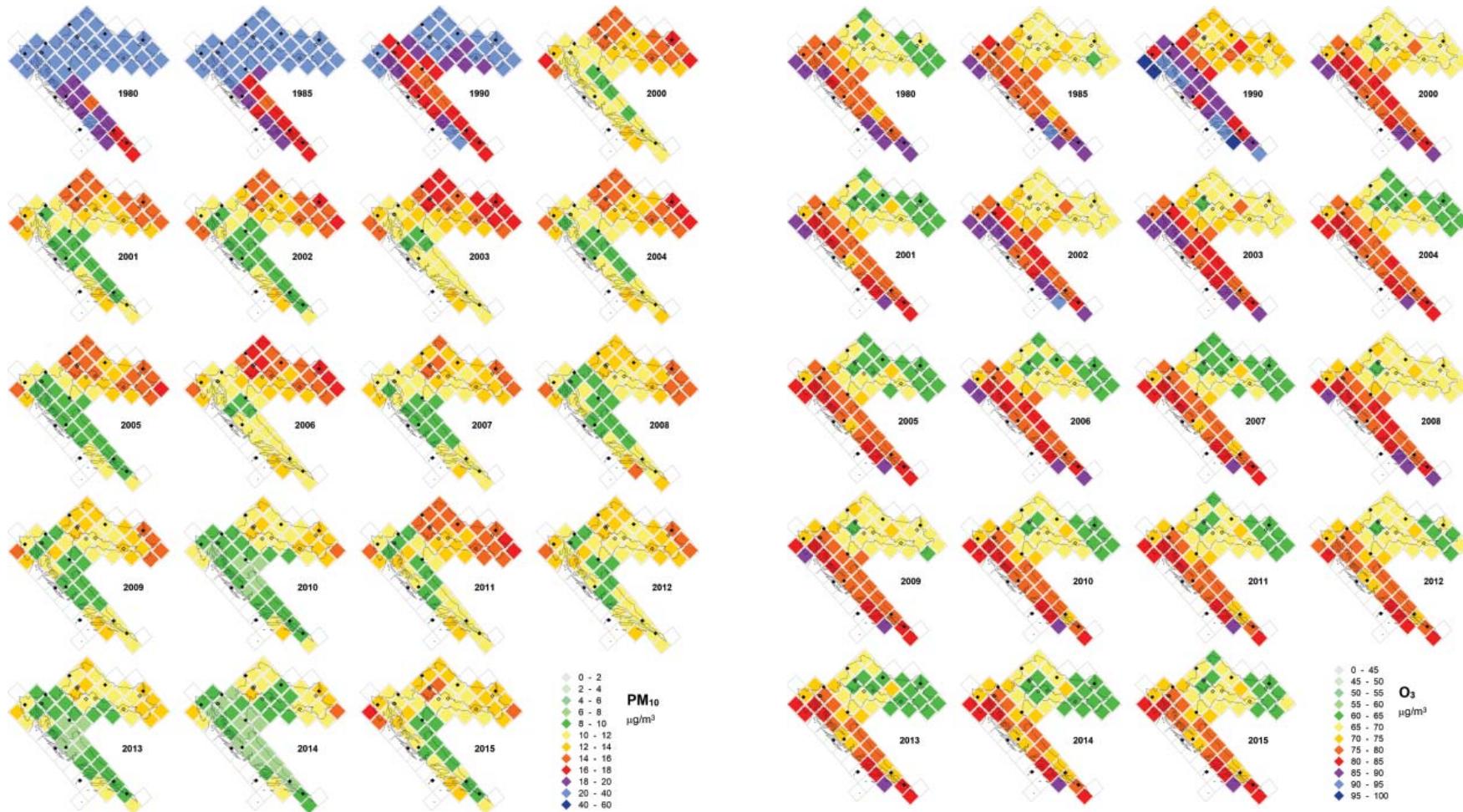


Slika 2.6.4.3. Slučaj epizodnog onečišćenja lebdećim česticama 2011. godine: 96-satne povratne trajektorije prijenosa onečišćujućih tvari na nekoliko lokacija u Hrvatskoj u 00 UTC a) 27. listopada, b) 3. studenoga i c) 12. studenoga.

U primjeni se danas koriste i modeli za proračun trajektorija (putanja) prijenosa onečišćujućih tvari s obzirom na to da je sve važnije pitanje koje se postavlja povezano s utvrđivanjem područja iz kojega se onečišćenje donosi na naše područje. S aspekta zaštite okoliša potrebno je analizirati ne samo izvorišno područje onečišćenja, nego treba i razlučiti doprinose vlastitih izvora od onih iz vanjskoga okruženja, budući da njihov doprinos može biti veći od 75 % u usporedbi s onečišćenjem domaćega porijekla (slika 2.6.4.3.).

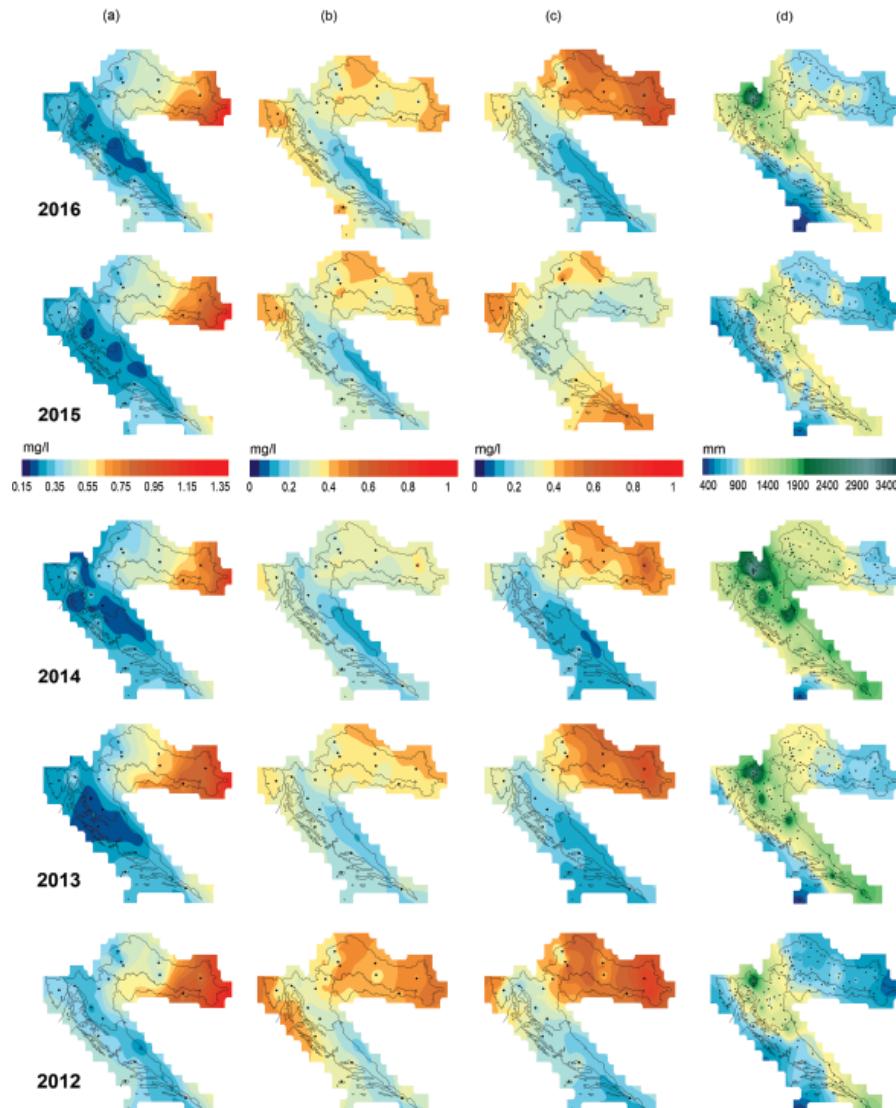
Primjena numeričkih kemijskih modela omogućuje i sagledavanje učinkovitosti vođenja politike zaštite zraka od prevelikog onečišćenja kao i učinkovitosti mjera smanjivanja emisije. Nadalje, za zemlje poput Hrvatske vrlo je važno poznavanje trendova i amplitude smanjenja, odnosno povećanja koncentracija onečišćenja s vremenom, jer to utječe na opterećenja i zahtjeve za smanjivanje emisija koji se postavljaju industriji i gospodarstvu.

Primjeri analize prostornih trendova onečišćenja lebdećim česticama (PM_{10}) i ozonom (O_3) na području Hrvatske prikazani su na slikama 2.6.4.4. i 2.6.4.5.



Slika 2.6.4.4. Prostorna razdioba srednjih godišnjih vrijednosti koncentracija lebdećih čestica za razdoblje 1980.–2015. dobivena proračunima modelom EMEP u mreži točaka horizontalne rezolucije $50 \text{ km} \times 50 \text{ km}$.

Slika 2.6.4.5. Prostorna razdioba srednjih godišnjih vrijednosti koncentracija ozona po zonama za razdoblje 1980.–2015. dobivena proračunima modelom EMEP u mreži točaka horizontalne rezolucije $50 \text{ km} \times 50 \text{ km}$.



Za ocjenu utjecaja kritičnog opterećenja onečišćujućih tvari na ekosustave okoliša, do kojih dolazi zbog prekomjernoga taloženja (oborinskoga i suhog) sumporovim i dušikovim spojevima, koriste se analize kemijskoga sastava oborine (slika 2.6.4.6.) koji se kontinuirano prati na mjernim postajama DHMZ-a još od 1981.

Ti su podaci i analize važni za ocjenu čimbenika vezanih uz oštećivanje i propadanje šuma, poljoprivrednih kultura, materijalnih dobara i kulturnih spomenika, kao i morskih ekosustava. Ti se parametri danas dobivaju i na osnovi mjerjenja i na osnovi rezultata modeliranja. Rezultati tih istraživanja i analiza publicirani su u znanstvenim radovima (Kos i sur., 2004.; Colette i sur., 2016.; Vidić, Igrec i Džaja Grgićin, 2016.; Brzaj, 2017; Brzaj i sur., 2017.; Čurkov i sur., 2017; Džaja Grgićin i sur., 2014; Suhin i sur., 2017.; Milić i sur., 2017; Cvitković i sur., 2017.) i studijama (vidi Prilog 6.6, godine: 2007., 2012., 2014., 2015., 2016., 2017.).

Slika 2.6.4.6. Razdioba koncentracija onečišćenja okoliša ionima sulfata (a), nitrata (b) i amonija (c) u oborini (d) dobivena na osnovi rezultata mjeranja i modeliranja u mreži točaka horizontalne rezolucije 50 km x 50 km primjenom modela EMEP za razdoblje 2012.–2016.

Literatura:

- Bajić, A., S. Vidič and V. Đuričić, 1993: High SO₂ concentrations in the Northern Adriatic health resort area. Extended Abstracts of Papers Presented at the WMO Region VI Conference on the Measurement and Modelling of Atmospheric Composition Changes Including Pollution Transport, Sofia, 4.–8.10.1993., *WMO TD No. 563*, WMO/GAW, Geneve, 1993., 75–75.
- Bajić, A. 1994. Numeričko simuliranje polja vjetra na području NE Krško. *Zbornik radova Drugog simpozija Hrvatskog društva za zaštitu od zračenja*, Zagreb, 23–25.11.1994.
- Bajić, A., S. Vidič and V. Đuričić, 1994: Sulphur Dioxide Concentration at the Northern Adriatic Health Resort Area. *Hrvatski meteorološki časopis*, **29**, 11–20.
- Bajić, A. and S. Vidič, 1995a: Precipitation Chemistry and Atmospheric Processes in the Forested Part of Croatia. *Abstract Book, 5th International Conference on Acidic Deposition*, Gothenburg, Sweden, 26.–30.6.1995., 32–32.
- Bajić, A. and S. Vidič, 1995b: Temporal Changes of Precipitation Chemistry in the Forested Part of Croatia. *Extended abstracts of papers of WMO-IGAC Conference on the Measurement and Assessment of Atmospheric Composition Change*, Beijing, China, 9.–14.10.1995., WMO, Geneva, 36–40.
- Bajić, A. and V. Đuričić, 1995: Precipitation chemistry and atmospheric processes in the forested part of Croatia. *Water, Air and Soil Pollution*, **85**, 1955–1960.
- Bajić, A., 1996: Episode of high SO₂ concentrations in the Northern Adriatic health resort area. *Partnership in Coastal Zone Management*, Marine Resource Center, Portsmouth, 673–673.
- Bajić, A. and S. Vidič, 1997: Air Trajectories Analysis for Environmental Applications. *Annalen der Meteorologie*, **35**, 148–151.
- Bajić, A. i S. Vidič, 1998: Meteorološki aspekti djelovanja u izvanrednim situacijama. *Zbornik radova Znanstvenog skupa Andrija Mohorovičić: 140. obljetnica rođenja*, Zagreb, 10.–12.3.1998., Bajić, A. (ur.), Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 437–447.
- Bajić, A., 1999: Prijenos onečišćenja atmosferom na području Dubrovnika. *Zbornik radova 2. hrvatske konferencije o vodama "Hrvatske vode od Jadrana do Dunava"*, Dubrovnik, 19.–22.5.1999., Gereš, D. (ur.), Hrvatske vode, Zagreb, 137–143.
- Bajić, A., 2000: Transport of air pollution to the regional GAW station Zavižan. *Hrvatski meteorološki časopis*, **35/36**, 1–8.

- Bajšić, M., 1983: Ekstremne prizemne koncentracije SO₂ u Karlovcu u ovisnosti o tipu cirkulacije. *Zbornik radova II. savetovanja o atmosferskim i rečnim elementarnim nepogodama*, Beograd, Jugoslavija, 26.–30.9.1983., Republički hidrometeorološki zavod Srbije, Beograd, 394–399.
- Belušić, D. et al, 2004: Simulations of the turbulence and dispersion processes in a coastal region. *Proceedings of the 11th Conference on Mountain Meteorology and the Annual Mesoscale Alpine Program (MAP)*, Bartlett, 21.–25.6.2004., American Meteorological Society, Washington. <https://ams.confex.com/ams/11Mountain/webprogram/11MOUNTAIN.html>
- Bolanča, Z. i sur., 1974: Ovisnost zagadenosti zraka u Zagrebu o meteorološkim faktorima. *Rasprave i prikazi*, **11**, 98–158.
- Brzaj, S. i sur., 2017: Ocjenje kvalitete zraka u Hrvatskoj na osnovi rezultata mjerjenja i modeliranja u razdoblju 2011.–2015. s obzirom na onečišćenje sumporovim dioksidom, sumporovodikom i amonijakom. *Zbornik sažetaka Desetog hrvatskog znanstveno-istraživačkog skupa "Zaštita zraka '17"*, Primošten, 3.–7.10.2017., 84–85.
- Brzaj, S., 2017: Evaluation of mesoscale near-surface wind speed and wind shear forecasts in complex terrain. *Proceedings of the 6th International Conference on Meteorology and Climatology of the Mediterranean (MetMED 6)*, 20.–22.2.2017.
- Butković, V. i sur., 1997: Mjerenje ozona na području Jadrana. *Zaštita zraka '97, priopćenja*, Šega, K. (ur.), Hrvatsko udruženje za zaštitu zraka, Zagreb, 181–185.
- Butković, V., L. Klasinc, and S. Vidič, 1997: Ozone transport at the Adriatic East Coast. *Computational Mechanics Publications, Vol.1: Clouds, Aerosols, Modelling and Photo-Oxidants*, Borrell, P.M., P. Borrell, T. Cvitaš, W. Seiler, (Ed.), 885–888.
- Colette, A. et al, 2016: Air pollution trends in the EMEP region between 1990 and 2012. *EMEP Scientific report, EMEP/CCC-Report, 1/2016*, ISBN: 978-82-425-2833-9 (printed), ISBN: 978-82-425-2834-6 (electronic).
- Cividini, B. i N. Šinik, 1987: Klimatska analiza horizontalnih varijacija stabilnosti atmosfere nad ravničarskim terenom. *Rasprave – Papers*, **22**, 51–58.
- Cvitan, L. i S. Vidič, 1989: Proračuni disperzije polutanata pomoću dva skupa različito osrednjениh ulaznih meteoroloških podataka. *Zbornik referata Prvog jugoslovenskog kongresa o očuvanju čistoće vazduha "Jedinstvena jugoslovenska strategija očuvanja čistoće vazduha"*, Zenica, Bosna i Hercegovina, 14.–16.6.1989., Metalurški institut "Hasan Brkić", Zenica, 464–478.

- Cvitan, L. i E. Lončar, 1992: Prirodne mogućnosti pročišćavanja zraka u Zagrebu. *Energija i zaštita čovjekove okoline*, Franković, B. (ur.), Hrvatsko udruženje za sunčevu energiju, Rijeka, 179–185.
- Cvitan, L., 1996: Modeliranje lokalnog vertikalnog profila brzine vjetra na osnovi teorije sličnosti. *Zbornik radova Trećeg simpozija Hrvatskoga društva za zaštitu od zračenja*, Zagreb, 20.–22.11.1996., Kubelka, D., J. Kovač (ur.), Hrvatsko društvo za zaštitu od zračenja, Zagreb, 363–369.
- Cvitan, L., 1997: Wind speed profiles in stable conditions estimated from near-surface observed data. *Annalen der Meteorologie*, **35**, 282–283.
- Cvitan, L., N. Šinik and Z. Bencetić Klaić, 2002: Two simple wind speed models for practical application under stable conditions. *Meteorological Applications*, **9**, 423–432.
- Cvitković, A. et al, 2017: Air quality and the number of urgent interventions. *Book of extended abstracts from 25th International Conference on Modelling, Monitoring and Management of Air Pollution, Air Pollution 2017, 25.–27.4.2017., Cadiz, Spain.*
- Čurkov, D. i sur., 2017: Ocjena kvalitete zraka u Hrvatskoj na osnovi rezultata mjerjenja i modeliranja u razdoblju 2011.–2015. s obzirom na onečišćenje lebdećim česticama PM₁₀ i PM_{2,5}. *Zbornik sažetaka Desetog hrvatskog znanstveno-stručnog skupa "Zaštita zraka '17"*, Primošten, 3.–7.10.2017., 68–69.
- Đuričić, V. and S. Vidić, 1991: Acid precipitation at the northern Adriatic. Airborne pollution of the Mediterranean Sea: report and proceedings of the second WMO/UNEP workshop, Monaco, 8.–12.4.1991., MAP Technical Reports Series, No. **64**, UNEP, Athens, 137–155.
- Đuričić, V., A. Bajić and S. Vidić, 1993: Acid rain study at the Northern Adriatic health resort area. Extended Abstracts of Papers Presented at the WMO Region VI Conference on the Measurement and Modelling of Atmospheric Composition Changes Including Pollution Transport, Sofia, 4.–8.10.1993., WMO TD, No. **563**, WMO/GAW, Geneve, 101–101.
- Đuričić, V. and A. Bajić, 1995: Precipitation quality and prevailing weather types in Zagreb area. *Abstracts from 5th International Conference on Acidic Deposition "Acid Reign '95?"*, Gothenburg, Sweden, 26.–30.6.1995., Kluwer Academic Publishers, Gothenburg, 33–33.
- Đuričić, V. and S. Vidić, 1997: Comparative study of rural and urban precipitation quality. *Proceedings of the EMEP-WMO Workshop on data analysis, validation and reporting*, Ústi nad Labem, 27.–30.4.1997., NILU, Kjeler, 71–76.

- Đuričić, V., A. Bajić i V. Šojat, 1998: Značajke kvalitete oborine na riječkom području u različitim sinoptičkim situacijama. *Zbornik radova znanstvenog savjetovanja "Prirodoslovna istraživanja riječkog područja"*, Rijeka, 23.-24.10.1996., Arko-Pijevac, M., M. Kovačić, D. Crnković (ur.), Prirodoslovni muzej, Rijeka, 181–189.
- Đuričić, V., S. Vidič i V. Šojat, 1999: Atmosferski doprinos problemu eutrofikacije sjevernog Jadrana. *Zbornik radova Drugog hrvatskog znanstveno-stručnog skupa "Zaštita zraka '99"*, Šibenik, 22.–25.9.1999., Valić, F. i sur. (ur.), Hrvatsko udruženje za zaštitu zraka, Zagreb, 331–338.
- Đuričić, V., S. Vidič, V. Šojat and S. Guerzoni, 2001: Atmospheric Input of Inorganic Nitrogen to the Adriatic Sea. *Final Report on Research Projects UNEP/MAP "Atmospheric Transport and Deposition of Pollutants into the Mediterranean Sea"*, UNEP/MAP, Athens, 86–112.
- Džaja Grgićin, V. et al, 2014: Analyses and Source identification of PM₁₀ concentrations during episodes of air pollution in central and southeastern European area. *Proceedings of the 9th international conference on air quality – science and application*, Garmisch- Partenkirchen, Njemačka, 24.–28.3.2014., 249–249.
- Erisman, J.W. et al, 2009: Detecting Change in Atmospheric Ammonia Following Emission Changes. *Atmospheric Ammonia*, Chapter 23, Sutton, M.A., S. Reis, S.M.H. Baker (Ed.), Springer, 383–390., ISBN: 978-1-4020-9120-9 (Print) 978-1-4020-9121-6 (Online)
- Grčić-Bajšić, M., 1982: Ravnotežne koncentracije štetnih primjesa u atmosferi grada. *Rasprave*, **17**, 59–67.
- Grčić, M. i N. Šinik, 1984: Kumulativne razdiobe koncentracija u verifikaciji modela difuzije. *Rasprave*, **19**, 29–32.
- Grčić, M., 1990: Dvoslojni skalarni model disperzije polutanata u urbanim uvjetima. Magistarski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 112 str.
- Grčić, M. and N. Šinik, 1993: Vertical eddy pollutant flux in urban conditions. *Croat. Meteor. J.*, **28**, 1–6.
- Hrabak-Tumpa, G., 1974: Prostorno-vremenska razdioba zagađenosti zraka u Zagrebu. *Rasprave i prikazi*, **11**, 23–56.
- Hrabak-Tumpa, G., V. Šojat i A. Vrhovac, 1984: Neki aspekti utjecaja stanja vremena na kemizam zraka i oborine na priobalnom području istočnog Jadrana. *Zbornik radova 3. konferencije o zaštiti Jadrana*, Budva, Crna Gora, 16.–17.11.1984., Republički hidrometeorološki zavod Crne Gore, Titograd, 4–10.



Hrabak-Tumpa, G., M. Mileta, V. Šojat i D. Borovečki, 1996: Mineralne sirovine, meteorološki čimbenici i okoliš. *Zaštita prirode i okoliša i eksploatacija mineralnih sirovina, priopćenja*, Varaždin, 18.–21.9.1996., Durbešić, P., M. Kerovec, F. Vančina (ur.), Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb, 365–375.

Jeričević, A., K. Špoler Čanić and S. Vidić, 2004: The prediction of stability and mixing height in the complex orography of Rijeka area. *Croat. Meteor. J.*, **39**, 3–14.

Jeričević, A. and B. Grisogono, 2004: Mixing height computation from a numerical weather prediction model. *Proceedings of the 9th Int. Conf. On Harmonization within Atmospheric Dispersion Modeling for Regulatory Purposes*, Garmisch-Partenkirchen, Njemačka, 1.–4.6.2004., 265–269.

Jeričević, A., 2005: Atmosferski granični sloj urbanog područja. Magistarski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 63 str.

Jeričević, A. and B. Grisogono, 2006: The critical bulk Richardson number in urban areas: verification and application in a numerical weather prediction model. *Tellus A*, **58**, 1, 19–27.

Jeričević, A. and K. Špoler Čanić, 2006: Pollution episodes prediction based on stability parameters in the Rijeka area. *Knjiga sažetaka II. znanstvenog skupa "Prirodoslovna istraživanja riječkog područja"*, Rijeka, 14.–17.6.2006., Arko-Pijevac, M. i sur. (ur.), Prirodoslovni muzej, Rijeka, 41–41.

Jeričević, A., 2006: The possibility of urban mixing height estimations with the bulk Richardson method in stable boundary layer conditions. *Atmospheric Boundary Layers: Modelling and Applications for Environmental Security*, Dubrovnik, 18.–22.4.2006., Baklanov, A. and B. Grisogono (Ed.), 40–41.

Jeričević, A., L. Kraljević, S. Vidić and L. Tarrason, 2007: Project description: High resolution environmental modelling and evaluation programme for Croatia (EMEP4HR). *Geofizika*, **24**, 2, 137–143.

Jeričević, A., 2009. Parametrizacija vertikalne difuzije u atmosferskom kemijskom modelu. Doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 143 str.

Jeričević, A., I. Ilyin and S. Vidić, 2011: Modelling of Heavy Metals: Study of Impacts Due to Climate Change, National Security and Human Health Implications of Climate Change. *NATO Science for Policy and Security Series-C, Environmental Security*, Chapter 15, Fernando, H.J.S. et al (Ed.), Springer, 175–189.

- Jeričević, A. et al, 2016: Analyses of urban and rural particulate matter mass concentrations in Croatia in the period 2006–2014. *Geofizika*, **33**, 2, 119–210, doi: 10.15233/gfz.2016.33.8.
- Jurčec, V. i A. Bajic, 1985: Proračun trajektorija zračnih čestica. *Zbornik radova VII znanstvenog skupa Proračunavanje i projektiranje pomoću računala (PPPR)*, Sveučilišni računski centar, Zagreb, 341–346.
- Katušin, Z. i D. Poje, 1974: Specijalna mjerenja meteoroloških elemenata i zagadenosti zraka na području Zagreba. *Rasprave i prikazi*, **11**, 159–201.
- Klaić, Z. i L. Cvitan, 1993a: Proračun trajektorija Peterssenovom metodom. *Hrvatski meteorološki časopis*, **28**, 37–42.
- Klaić, Z. and L. Cvitan, 1993b: The applicability of the several methods of estimation of the wind profile to the 925 hPa pressure level winds. *Rivista di meteorologia aeronautica*, **53**, 1/2, 7–20.
- Koračin, D., 1981: Surface layer stability estimation in dependence on the averaging period length. *Rasprave*, **16**, 9–20.
- Koračin, D. and I. Mastnak-Car, 1983: Estimation of the Parameters of the Atmospheric Boundary Layer. *Zbornik radova V znanstvenog skupa Projektiranje i proračunavanje pomoću računala*, Stubičke Toplice, Hrvatska, 16.–18.11.1983. Elektrotehnički fakultet, Zagreb, 555–559.
- Koračin, D., Ž. Bašić and B. Cividini, 1984: Investigation of the Atmospheric Boundary Layer by Tethersonde System Ts-2a. *Proceedings of the World Meteorological Organization - TECEMO Conference*, Hag, Nederland, 24.–28.9.1984. WMO, Geneve, 77–81.
- Koračin, D., S. Vidić and N. Šinik, 1985: A heavy gas dispersion experiments and modelling. *NATO Challenges of Modern Society*, 397–399.
- Kos, I. et al, 2004. Initial development of the Atmospheric Lagrangian Particle Stochastic (ALPS) Dispersion Model. *Geofizika*, **21**, 37–52.
- Kraljević, L. et al, 2008: Application of EMEP Unified model on regional scale – EMEP4HR. Proceedings of the 12th HARMO conference, Cavtat, 6.–9. 10. 2008., *Croat. Meteor. J.*, **43**, 151–151.
- Lončar, E., 1967: Uloga vjetra i stabilnosti atmosfere u zagađenosti zraka. *Vijesti iz hidrometeorološke službe Socijalističke Republike Hrvatske*, **17**, 3/4, 13–15.

- Lončar, E., 1974a: Određivanje stabilnosti prizemnog sloja zraka za potrebe problema difuzije plinova. *Zbornik radova IX. savetovanja klimatologa Jugoslavije*, Sarajevo, 27.–29.6.1973., SHMZ, Beograd, 395–409.
- Lončar, E., 1974b: Simpozij "Grijanje i aerozagadenje" u Sarajevu 1974. *Vijesti*, **24**, 6, 94–95.
- Lončar, E., 1974c: Uloga tipa vremena u zagadenosti zraka. *Zaštita atmosfere*, **2**, 4, 33–36.
- Lončar, E., 1975: Prognoza razbijanja inverzije na području grada Zagreba. *Razprave*, **19**, Društvo meteorologov Slovenije, Ljubljana, 80–101.
- Lončar, E., 1976: Parametar "Stabilnost – strujanje" i emisija SO₂. *Zaštita atmosfere*, **4**, 8, 9–14.
- Lončar, E., 1978a: Diffusivity potential of Bakar's Bay. Papers presented at the WMO Symposium on boundary layer physics applied to specific problems of air pollution, WMO-No. **510**, 279–285.
- Lončar, E., 1978b: Dnevne oscilacije meteoroloških parametara i zagađenosti zraka. *Zbornik radova skupa Meteorološki, hidrološki i biometeorološki aspekti zagađenosti vazduha, vode i tla*, Ohrid, Makedonija, 3–35.
- Lončar, E., 1978c: Meteorološki parametri i trend porasta onečišćenja zraka. *Zbornik referata V. simpozijuma "Planiranje zaštite vazduha gradova od zagđivanja saobraćajem, urbanim i industrijskim zagđivačima*, Beograd, 26.–27.10.1978., Društvo za čistoću vazduha SR Srbije, Beograd, 167–173.
- Lončar, E., 1979: Meteorološki aspekti maksimalne zagađenosti zraka. *Zbirka radova Drugog kongresa ekologa Jugoslavije*, Zadar, Plitvice, Hrvatska, 1.–7.10.1979., Savez društava ekologa Jugoslavije, Zagreb, 217–228.
- Lončar, E., 1981: Metoda određivanja satnih vrijednosti visine sloja miješanja. *Rasprave*, **16**, 35–46.
- Lončar, E. and N. Šinik, 1984: Mixing height and orography. *Zbornik meteoroloških i hidroloških radova*, **10**, 354–356.
- Lončar, E., 1985a: Heavy particles modeling in an orographically developed environment. *Zbornik meteoroloških i hidroloških radova*, **12**, 238–239.
- Lončar, E., 1985b: Analitička aproksimacija srednjeg dnevnog hoda visine sloja miješanja. *Rasprave*, **20**, 41–45.

- Lončar, E., N. Šinik and S. Vidič, 1985: TE Plomin II i onečišćenje atmosfere okoliša sumpornim dioksidom. *Zbornik radova Znanstvenog skupa "Susreti na dragom kamenu"*, Labin-Pula, 26.–28.9.1985., 307–329.
- Lončar, E. and N. Šinik, 1987: Mixing height dependence upon accumulated solar radiation. *Proceedings of the International conference on energy transformations and interaction with small and mesoscale atmospheric processes*, Lausanne, Switzerland, 2.–6.3.1987.
- Lončar, E., 1988a: A tilted gaussian plume model in complex terrain. Proceedings of the WMO-conference on air pollution modelling and its application, Leningrad, 19.–24.5.1986., WMO environmental pollution monitoring and research programme No 49, *Technical document WMO/TD*, **187**, 238–243.
- Lončar, E., 1988b: Ocjene stabilnosti definirane modificiranim "Pasquillovim" i sigma-theta kriterijem. *Rasprave*, **23**, 103–108.
- Lončar, E. and N. Šinik, 1990: Pollution episodes bellow an elevated inversion in the Bosna river valley in central Yugoslavia. *Il Nuovo Cimento*, **13**, 933–944.
- Lončar, E., 1991a: Statistička analiza inverzije i visine sloja miješanja na području Zagreba. *Hrvatski meteorološki časopis*, **26**, 87–98.
- Lončar, E., 1991b: Uloga atmosfere u zagađenosti zraka. *Vijesti Republičkog hidrometeorološkog zavoda SR Hrvatske*, **39**, 1, 29–37.
- Lončar, E. and N. Šinik, 1991: A characteristic distribution of gradient wind over the Adriatic sea. *Proceedings of the 19th ITM on Air pollution modelling and its Applications*, Ierapetra, Crete, Greece, 29.9.–4.10.1991., NATO, WMO, Crete, 544–545.
- Lončar, E. and N. Šinik, 1992: An estimation of the background air pollution in dependence of the prevailing weather types. *Bulletino Geofisico*, **15**, 5, 301–308.
- Lončar, E. and N. Šinik, 1993: Local background air pollution in response to coastal circulation. *Proceedings of the 20th International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application*, Valencia, Spain, 29.11.–3.12.1993., WMO, 469–470.
- Lončar, E. i A. Bajić, 1994: Tipovi vremena u Hrvatskoj. *Hrvatski meteorološki časopis*, **29**, 31–41.

- Lončar, E. and N. Šinik, 1994: SO₂ background concentration in the Bakar Bay. *Croat. Meteor. J.*, **29**, 21–25.
- Lončar, E. i V. Vučetić, 2003: Tipovi vremena i njihova primjena na sjeverni Jadran. *Hrvatski meteorološki časopis*, **38**, 57–81.
- Mileta, M., G. Hrabak-Tumpa i V. Šojat, 1995: Strujni režim i zaštita okoliša otoka Mljet. *Zbornik radova simpozija "Prirodne značajke i društvena valorizacija otoka Mljet"*, Pomena, Mljet, 4.–10.9.1995., Hrvatsko ekološko društvo, Državna uprava za zaštitu kulturne i prirodne baštine, Nacionalni park Mljet, 193–203.
- Mileta, M., G. Hrabak-Tumpa i V. Šojat, 1997: Vremenske prilike i onečišćenje zraka na riječkom području tijekom zime 1996/1997. Prvi hrvatski znanstveno-stručni skup Zaštita zraka '97, Crikvenica, 16.–18.10.1997., *Zaštita zraka '97*, Šega, K. i sur. (ur.), Hrvatsko udruženje za zaštitu zraka, Zagreb, 479–485.
- Milić, V. i sur., 2017: Ocjena kvalitete zraka u Hrvatskoj na osnovi rezultata mjerjenja i modeliranja u razdoblju 2011.–2015. s obzirom na onečišćenja NO₂, CO i C₆H₆. *Zbornik sažetaka Desetog hrvatskog znanstveno-istraživačkog skupa "Zaštita zraka '17"*, Primošten, 3.–7.10.2017., 82–83.
- Piljek, M. et al, 2014: Climate change effects on Urban Air Quality. *Proceedings of the 9th international conference on air quality – science and application*, 24.–28.3.2014., Garmisch-Partenkirchen, Njemačka, 232–232.
- Pleško, N., N. Šinik i E. Lončar, 1974: Klimatski potencijal zagađenosti zraka. *Rasprave i prikazi*, **11**, 65–158.
- Poje, D., 1965: Glavni tipovi vremena u Jugoslaviji i njihova ovisnost o visinskim strujanjima. Doktorska disertacija, Prirodoslovno matematički fakultet, Zagreb, 215 str.
- Poje, D., 1973a: Monitoring sistemi za praćenje zagađenosti zraka u Nizozemskoj i SR Njemačkoj. *Zaštita atmosfere*, **1**, 1, 40–54.
- Poje, D., 1973b: Prognoze imisije i odgovarajući model. *Zaštita atmosfere*, **1**, 2, 24–25.
- Poje, D., 1974: Sugestije i prijedlozi u vezi mreže i organizacije mjerjenja zagađenosti zraka u Zagrebu. *Rasprave i prikazi*, **11**, 215–226.
- Poje, D. i Z. Katušin, 1974: Specijalna mjerjenja zagađenosti zraka i meteoroloških parametara u Zagrebu. *Zbornik radova IX. savetovanja klimatologa Jugoslavije*, Sarajevo, 27.–29.6.1973., Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd, 41–41.

- Poje, D., N. Pleško, Z. Katušin i G. Hrabak-Tumpa, 1974: Ovisnost zagađenosti zraka u Zagrebu o meteorološkim faktorima. *Rasprave i prikazi*, **11**, 159–201.
- Poje, D., 1978: O nekim aspektima uloge meteorologa u problemima zagađenosti zraka. *Zbornik radova skupa Meteorološki, hidrološki i biometeorološki aspekti zagađenosti vazduha, vode i tla*, Ohrid, Makedonija, 93–101.
- Poje, D., 1979: Neka iskustva meteorologa u izradi ekoloških studija. *Zbornik radova Drugog kongresa meteorologa u izradi ekoloških studija*, Savez društava ekologa Jugoslavije, Zagreb, 307–314.
- Poje, D., 1990: Uloga ozona u atmosferi. *Pomorski zbornik*, **28**, 655–679.
- Sijerković, M., S. Ivatek-Šahdan, G. Hrabak-Tumpa i V. Šojat, 1999: Onečišćenje zraka i magla u Zagrebu. *Zbornik radova Drugog hrvatskog znanstveno-stručnog skupa Zaštita zraka '99*, Šibenik, 22.–25.9.1999., *Zaštita zraka '99*, Valić, F. i sur. (ur.), Hrvatsko udruženje za zaštitu zraka, Zagreb. 323–329.
- Suhin, J. i sur., 2017: Ocjena kvalitete zraka u Hrvatskoj na osnovi rezultata mjerjenja i modeliranja u razdoblju 2011.–2015. s obzirom na onečišćenje ozonom. *Zbornik sažetaka Desetog hrvatskog znanstveno-istraživačkog skupa "Zaštita zraka '17"*, Primošten, 3.–7.10.2017., 74–75.
- Šinik, N., 1971: Meteorološki faktori u zagadenju zraka oko industrijskih dimnjaka. *Vijesti iz hidrometeorološke službe Socijalističke Republike Hrvatske*, **21**, 9–10, 53–56.
- Šinik, N., 1973: Diskusija "efektivne visine dimnjaka". *Zbornik radova IX. Savjetovanja klimatologa Jugoslavije*, Sarajevo, 27.–29.6.1973., Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd, 365–379.
- Šinik, N., 1974a: Zavjetrine zgrada kao specifične zone akumulacije aerozagađenja. *Razprave*, **18**, Društvo meteorologov Slovenije, Ljubljana, 60–70.
- Šinik, N., 1974b: Korelacija zagađenosti zraka zimi s minimalnom temperaturom i brzinom vjetra. *Zbornik referata savjetovanja "Metode i metodologija ispitivanja zagađenosti vazduha"*, Beograd, 16.–18.12.1974., Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd, 247–259.
- Šinik, N., 1976: Ovisnost izračunavanja efektivne visine dimnjaka o klimatskim prilikama. *Zaštita atmosfere*, **3**, 5, 23–27.

- Šinik, N., 1978: Plume rise and the vertical wind shear. *Technical Note*, No **510**, WMO, 1986–1989.
- Šinik, N., 1981a: Model proračuna prizemnih koncentracija. *Rasprave*, **16**, 47–54.
- Šinik, N., 1981b: Procjena difuzije za vrijeme tišina. *Rasprave*, **16**, 29–34.
- Šinik, N., 1981c: Gausov model difuzije plinova u atmosferi iz točkastog kontinuiranog izvora. *Zbornik radova III. znanstvenog skupa Numeričke metode u tehnici*, SIZ za znanstveni rad, Zagreb, 377–385.
- Šinik, N., 1982: Mesoscale variations of average airflow in application to time integrated concentration gaussian model. *Atmospheric Environment*, **16**, 2061–2069.
- Šinik, N. i S. Vidić, 1982: Modificirani gausovski model dugotrajne difuzije. *Zbornik radova 4. znanstvenog skupa Proračunavanje i projektiranje pomoći računala*, Stubičke Toplice, 22.–23.11.1982., SIZ za znanstveni rad, Zagreb, 515–519.
- Šinik, N. i S. Vidić, 1983: Specijalan slučaj opasne zagađenosti prizemnog sloja atmosfere u okolišu visokih dimnjaka. *Zaštita atmosfere*, **11**, 7–10.
- Šinik, N., E. Lončar and S. Vidić, 1983: The use of field data average wet deposition modeling. *Proceedings of the 14th International technical meeting on air pollution modelling and its application*, Copenhagen, 27.–30.9.1983.
- Šinik, N., E. Lončar, S. Vidić i M. Bajsić, 1984: Primjena Gausovskog modela na Plomin 1 i 2. *Zbornik radova 3. Konferencije o zaštiti Jadrana*, Budva, Crna Gora, 16.–17.11.1984., Republički hidrometeorološki zavod Crne Gore, Titograd.
- Šinik, N., E. Lončar and S. Vidić, 1985: The Use of Field Data in Average Wet Deposition Modelling. *Air Pollution Modelling and its Application IV*, de Wispelaere, C. and G. Schayes (Ed.), Kluwer Academic, Plenum Press, New York, 272–276.
- Šinik, N., 1986: One dimensional spectral analysis of the eddy available potential energy growth. *Geofizika*, **3**, 23–33.
- Šinik, N. i V. Đuričić, 1987: Testiranje CMI modela teških plinova. *Rasprave*, **22**, 47–50.
- Šinik, N. and E. Lončar, 1987: Eddy energy dissipation rate and puff diffusion during calms. *Boundary Layer Meteorology*, **41**, 287–293.

- Šinik, N. and M. Grčić, 1988: The use of ATDL model in urban development planning. *WMO/TD*, No **187**, 299–303.
- Šinik, N., 1989: Jedinstvena jugoslovenska strategija očuvanja čistoće vazduha. *Zbornik referata Prvog jugoslavenskog kongresa o očuvanju čistoće zraka*, Zenica, 14.–16.6.1989., Metalurški institut "Hasan Brkić", Zenica.
- Šinik, N. and E. Lončar, 1990: An estimation of pollutant diffusion rates during calm condition. *Il Nuovo Cimento*, **13**, 917–921.
- Šinik, N. and E. Lončar, 1991: Sea and land breeze climatology along eastern Adriatic in connection to IBL formation. *Proceedings of the 19th ITM on Air pollution modelling and its Applications*, Ierapetra, Crete, Greece, 29.9.–4.10.1991., NATO, WMO, 541–543.
- Šinik, N. and E. Lončar, 1992: Winter daily temperature minimums, wind velocity and SO₂ concentrations correlation in the centre of Zagreb. *Bulletino Geofisico*, **15**, 5, 319–326.
- Šinik, N., E. Lončar and A. Marki, 1994a: Background air pollution on mountain Medvednica. *Annalen der Meteorologie*, **30**, 333–335.
- Šinik, N., E. Lončar and A. Marki, 1994b: Sulphur-dioxide background air pollution in Bakar Bay. *Croat. Meteor. J.*, **29**, 21–24.
- Šojat, V., 1988: Analiza kiselosti oborina na Plitvičkim jezerima u 1987. godini. *Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike 1987. u Hrvatskoj*, **11**, RHMZ, Zagreb, 91–97.
- Šojat, V., 1991: Kisele kiše i atmosfersko taloženje na Plitvičkim jezerima u 1990. godini. *Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike 1990. u Hrvatskoj*, **14**, DHMZ, Zagreb, 45–48.
- Šojat, V. i D. Borovečki, 1992: Karakteristike pojave kiselih kiša na području Hrvatske u 1991. godini. *Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike 1991. u Hrvatskoj*, **15**, DHMZ, Zagreb, 45–50.
- Šojat, V. i D. Borovečki, 1995: Kemijski sastav i svojstva oborina na meteorološkim postajama Rijeka, Senj i Šibenik. *Zbornik radova skupa Održivi razvoj i upravljanje vodama*, Dubrovnik, 24.–27.5.1995.; Gereš, D. (ur.)
- Šojat, V., S. Vidič, G. Hrabak-Tumpa and D. Borovečki, 1996: Acid precipitation in Kvarner Area Region. *Zbornik radova međunarodne konferencije Energija i okoliš*, Opatija, 23.–25.10.1996., Savez za sunčevu energiju, Rijeka, 471–478.

Šojat, V., I. Eškinja, K. Margeta and S. Vidič, 1998: Acid Precipitation on Plitvice Lakes-Nacional Park. *Proceedings of the International Conference on Water Protection in National Parks and other Protected Areas*, Primošten, Hrvatska, 20.–23.5.1998.

Šojat, V., G. Hrabak-Tumpa, A. Alebić Juretić i N. Matković, 2004: Koncentracija NO₂ i meteorološki čimbenici. *Zbornik radova Međunarodnog kongresa Energija i okoliš 2004*, Opatija, 27.–29.10.2004., Franković, B. (ur.), Hrvatski savez za sunčevu energiju, Rijeka, 47–56.

Šojat, V., G. Hrabak-Tumpa, D. Borovečki i Z. Gliha, 2005: Lebdeće čestice i oborinsko taloženje. *Zbornik radova Četvrtog hrvatskog znanstveno-stručnog skupa Zaštita zraka '05*, Zadar, 12.–16.9.2005., Šega, K. (ur.), Hrvatsko udruženje za zaštitu zraka, Zagreb, 227–234.

Šojat, V., G. Hrabak-Tumpa, D. Borovečki i Z. Gliha, 2006: Kisele kiše i količina oborine. *Knjiga sažetaka II. znanstvenog skupa "Prirodoslovna istraživanja riječkog područja"*, Rijeka, 14.–17.6.2006., Arko-Pijevac, M. i sur. (ur.), Prirodoslovni muzej.

Špoler Čanić, K. and A. Jeričević, 2005: Modelled Concentrations of Air Pollutant Depending on Input Data. *Proceedings of the 10th International Conference Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes*, Sissi (Malia), Crete, Greece, 17.–20.10.2005., Skouloudis, A.N. and P. Kassomenos (Ed.), Heraklion, 255–259.

Špoler Čanić, K., S. Vidič and Z. Bencetić Klaić, 2009: Precipitation chemistry in Croatia during the period 1981–2006. *J. Environ. Monit.*, **11**, 839–851., doi: 10.1039/B816432K.

Tang, Y.S. et al, 2009: European scale application of atmospheric reactive nitrogen measurements in a low-cost approach to infer dry deposition fluxes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **133**, 183–195.

Vidič, S., 1981a: Lokalne razdiobe meteoroloških parametara u ispitivanju osjetljivosti modela difuzije gausovskog tipa. *Rasprave*, **16**, 21–27.

Vidič, S., 1981b: Modifikacija parametra lateralne difuzije u uvjetima slabog strujanja zraka. *Rasprave*, **16**, 55–63.

Vidič, S., 1989: Ovisnost proračuna maksimalnih prizemnih koncentracija zagađujućih materija o ulaznim parametrima modela. *Zbornik referata Prvog jugoslovenskog kongresa o očuvanju čistoće vazduha "Jedinstvena jugoslovenska strategija očuvanja čistoće vazduha"*, Zenica, 14.–16.6.1989, Metalurški institut "Hasan Brkić", Zenica, 455–463.

- Vidič, S., 1993: Meteorological and Air Pollution Monitoring Design at Rijeka Coastal Urban Area. *Bulletino Geofisico*, **15**, 671–682.
- Vidič, S., V. Jelavić and B. Prpić, 1993: Croatian Observational Network Design for Background and Regional Air Pollution Control. *Bulletino Geofisico*, **15**, 27–37.
- Vidič, S. and V. Šojat, 1993: Precipitation chemistry at selected coastal sites in Croatia. Extended Abstracts of Papers Presented at the WMO Region VI Conference on the Measurement and Modelling of Atmospheric Composition Changes Including Pollution Transport, Sofia, 4.–8.10.1993., *WMO TD*, No. **563**, WMO/GAW, No. **91**, Geneve, 103–103.
- Vidič, S., A. Bajić, V. Đuričić and V. Vučetić, 1994: Atmosphere. Implications of Expected Climatic Changes on Cres–Lošinj Islands. *UNEP (OCA)/MED WG*, **55/5**, Athens, 36–55.
- Vidič, S., V. Đuričić and A. Bajić, 1994: Acid Rain Events at the Lošinj Island. *Croat. Meteor. J.*, **29**, 75–77.
- Vidič, S., 1995: Deposition of Sulphur and Nitrogen Compounds in Croatia. *Water, Air and Soil Pollution*, **85**, 4, 2179–2184.
- Vidič, S. and V. Šojat, 1995: Precipitation Chemistry Monitoring in Croatia (1981-1994) – Data Quality Evaluation. *Proceedings of the EMEP Workshop on Quality Assurance of Measurements*, Berlin, Njemačka, 20.–23.11.1995.
- Vidič, S., V. Šojat, V. Đuričić i D. Borovečki, 1997: Monitoring fizikalnog i kemijskog sastava atmosfere na području Hrvatske. *Zbornik radova Prvog hrvatskog znanstveno-stručnog skupa Zaštita zraka '97*, Crikvenica, 16.–18.10.1997., Šega, K. i sur. (ur.), Hrvatsko udruženje za zaštitu zraka, Zagreb, 527–536.
- Vidič, S., 1997: GAW Regional Network in RA VI Europe; status and needs. Report of WMO Meeting of Experts on GAW Regional Network in RA VI, 5.–9.5.1997., *GAW WMO Report*, No. **123**, WMO, Geneve.
- Vidič, S., 2003: Promjena kemijskog sastava oborine. *Zavižan između snijega, vjetra i sunca, meteorološka monografija povodom 50 godina rada postaje Zavižan*, Gajić-Čapka, M. (ur.), Državni hidrometeorološki zavod, Hrvatsko meteorološko društvo, Zagreb, 199–217.
- Vidič, S., 2004: Transboundary Air Pollution in Croatia. *EMEP Assessment, Part II National contributions*, Bartrnicky, J. and G. Lövblad (Ed.), Norwegian Meteorological Institute, Oslo, 21–38.

Vidič, S., I. Igrec and V. Džaja Grgićin, 2016: Precipitation chemistry trends in Croatian part of the Danube region. *Proceedings of the 2nd PannEx Workshop on the climate system of the Pannonian basin*, Budapest, Hungary, 1.–3.6.2016.

Vidič, S., 2016: Air quality status in Croatia. *Proceedings of the Symposium "Causes and solutions for air pollution in the Danube Region"*, Zagreb, 30.6.2016.

Vidič, S. et al, 2017: Precipitation chemical composition trends at Croatian mountain sites (1981–2016). *Proceedings of the Symposium on Atmospheric Chemistry and Physics at Mountain Sites (ACPM 2017)*, Gotemba, Japan 7.–10.11.2017., @Tokinosumika.



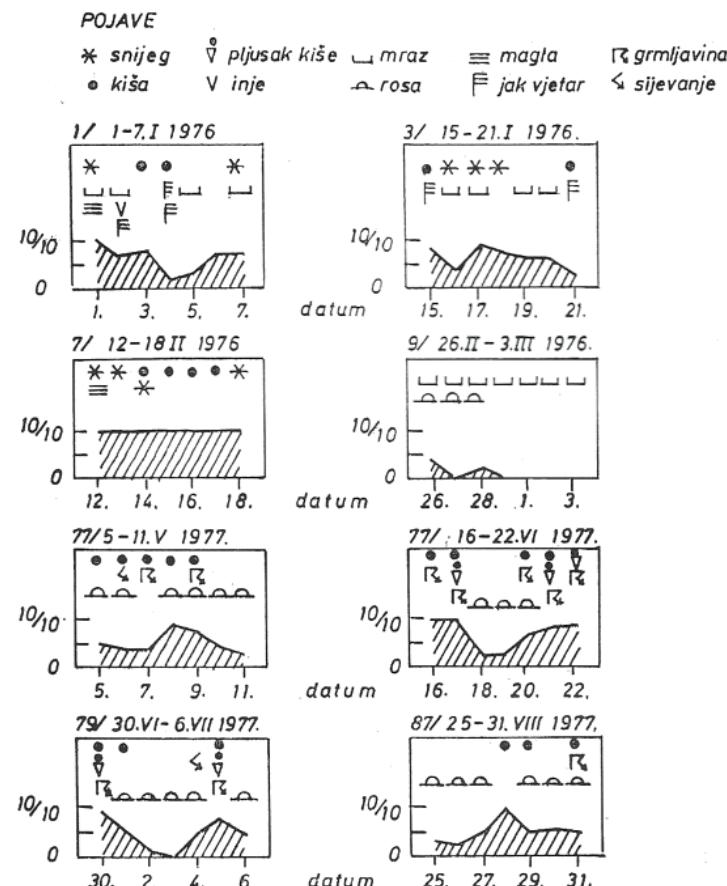
2.7

Zdravlje, rekreacija i turizam

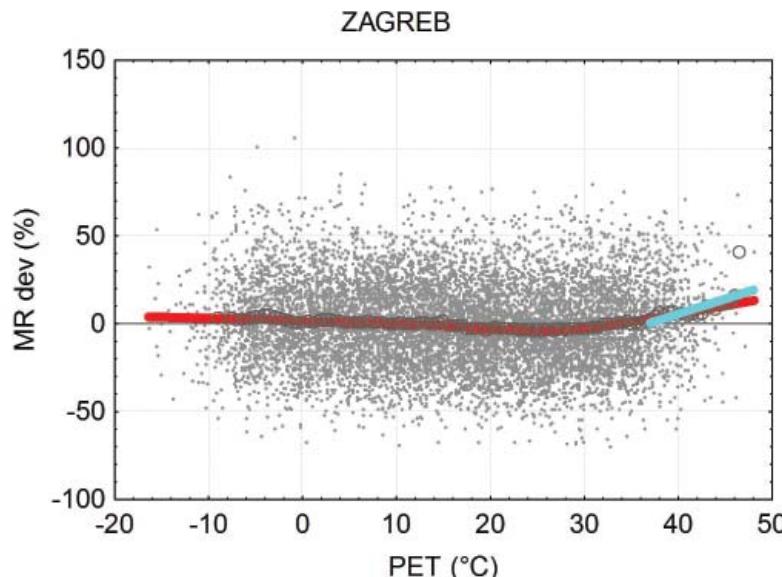
Marjana Gajić-Čapka, Lidija Srnec,
Ksenija Zaninović

Biometeorološka istraživanja u Hrvatskoj započela su prije više od 40 godina. Prvi radovi u kojima su aktivno sudjelovali meteorolozi objavljeni su 1965. godine. U početku je to bila uglavnom suradnja pojedinih liječnika i meteorologa koji su pokazali interes za takva istraživanja, a potaknuti problemima iz prakse. U objavljenim radovima iz toga razdoblja istraživan je utjecaj vremena na nastanak plućne embolije (Hančević, Pleško i Janjić, 1965.), neke bolesti česte u kasnu jesen (Pleško, 1968.), perforaciju ulkusa (Pleško, Hančević i Kružić, 1972.), miokardijalni infarkt (Pleško i Grahovac, 1978.). Sustavni razvoj istraživanja iz područja humane biometeorologije počeo je početkom 80-ih godina, kada je SIZ znanosti sufinancirao projekt *Nastanak i razvoj učestalih degenerativnih, kroničnih i tumorskih bolesti*. U okviru toga projekta istraživan je utjecaj vremena na vaskularne bolesti (infarkt miokarda, cerebrovaskularni inzult i emboliju). Rezultati istraživanja prikazani su u više radova (Pleško, 1983a., 1985., 1992.; Pleško i sur., 1979., 1983a., 1983b.; Pleško i Zaninović, 1986b.; Zaninović i Pleško, 1987.), a izrađena je i jedna disertacija (Pleško, 1986.). U suradnji s više medicinskih ustanova pokrenuta su mjerena nekih medicinskih parametara kod pacijenata liječenih od vaskularnih bolesti u izabranim vremenskim situacijama. Rezultati tih istraživanja prikazani su u radovima Pleško, Klein-Pudar i Zaninović, 1991. te Zaninović i sur., 1992. Osim istraživanja u okviru znanstvenoga projekta, istraživanja su se provodila i u suradnji s pojedinim liječnicima ili zdravstvenim institucijama. Jedna od takvih suradnji bila je s Dječjom bolnicom za alergijske bolesti s odjelom za odrasle u Velom Lošinju, za koju je izrađeno nekoliko studija o utjecaju vremenskih prilika na astmatične bolesnike (1986., 1988., 1989., 1990.), te sa Specijalnom bolnicom za bolesti dišnog sustava djece i mladeži Srebrnjak u Zagrebu (Zaninović, 1999.; Zaninović i Raos, 2002.). Istraživan je i utjecaj vremena na sinobronhalni sindrom kod djece (Pleško, N., Krstić-Burić i S. Pleško, 1994.; Pleško i sur., 1994.).

Primjer: Slika iz članka Pleško i dr., 1983a.



Sl. 4. Srednje dnevne količine naoblake (desetine) i meteoroške pojave u sedmodnevnim razdobljima visoko signifikantnim po učestalost infarkta miokarda u Zagrebu 1976. i 1977. god.



Slika 2.7.1. Dijagram raspršenja odstupanja smrtnosti (MR dev u %) i fiziološke ekvivalentne temperature u 14h (PET u °C): Kružići – srednje vrijednosti odstupanja smrtnosti za klase širine 3 °C, crveno – krivulja lokalno otežanog glaćenja, plavo – linearna regresija između MR dev i PET iznad kritične točke za povećanu smrtnost (heat cut point). Izvor: Zaninović, 2011b. (Podacima je pridružena krivulja lokalno otežana glaćenja koja prilagođava jednostavne modele dijelovima niza i tako formira funkciju koja daje jasniju sliku cjelokupnoga oblika odnosa varijabli. Za sukcesivne intervale PET širine 3 °C s korakom 0.5 °C izračunati su srednjaci smrtnosti. To je omogućilo određivanje klase PET s najmanjom smrtnošću te klase u kojoj počinje porast smrtnosti. Sredina prve klase u kojoj je prema t-testu smrtnost signifikantno veća od srednjaka cijelog niza (razina signifikantnosti 0.05) određena je kao granična vrijednost temperature za pojavu povećane smrtnosti. U intervalima s povećanom smrtnošću određen je pravac regresije PET i smrtnosti koji se vrlo dobro poklapaju s krivuljom lokalno otežana glaćenja (lowess smoothing) i pokazuje da se smrtnost povećava za oko 2 % s porastom PET za 1 °C.)

Utjecaj vremena na samoubojstva prikazan je u radovima Pleško i sur., 1985.; Pleško i sur., 1991, a na neurovegetativne smetnje u Zaninović, 2011a. Rezultati svih tih istraživanja bili su podloga za uvođenje biometeorološke prognoze koja se u DHMZ-u izrađuje od 2003. godine i šalje medijima te objavljuje na internetskoj stranici Zavoda. Istražen je utjecaj toplinskih prilika na smrtnost u Hrvatskoj (Zaninović i sur., 2011.; Zaninović i Matzarakis, 2014.) te izrađena disertacija (Zaninović, 2011b). To istraživanje rezultiralo je uvođenjem upozorenja na toplinske valove koja se u suradnji s Hrvatskim zavodom za javno zdravstvo izdaju od 2012. godine te objavljaju u medijima i na internetskim stranicama zajedno s preporukama za zaštitu od vrućina.

Dio istraživanja obuhvatio je i utjecaj klimatskih promjena na zdravlje ljudi, i to na pojavu infektivnih bolesti (Zaninović i Gajić-Čapka, 2008.) te na smrtnosti uzrokovane toplinskim valovima (Zaninović i sur., 2011.). Pokazalo se da se zbog prilagodenosti stanovništva lokalnoj klimi kritične vrijednosti fiziološke ekvivalentne temperature zraka (PET) za pojavu povećane smrtnosti razlikuju u različitim dijelovima Hrvatske. Najviše su u nizinskom kontinentalnom dijelu (38 °C u Osijeku), zatim u Zagrebu (37 °C slika 2.7.1.), na obali su zbog ohlađujućeg utjecaja mora nešto niže (oko 36 °C), a najniže su u gorskim dijelovima (34 °C). Produljeno djelovanje visokih temperatura može znatno povećati smrtnost, a porast smrtnosti za svaki stupanj porasta temperature višestruko je veći nego kod jednodnevногa djelovanja visoke temperature. Kod trodnevnoga trajanja temperature iznad kritične granične vrijednosti uz promjenu temperature za 1 °C porast smrtnosti je 2–5 puta veći nego za 1 dan, a 3–15 puta veći za petodnevno trajanje.

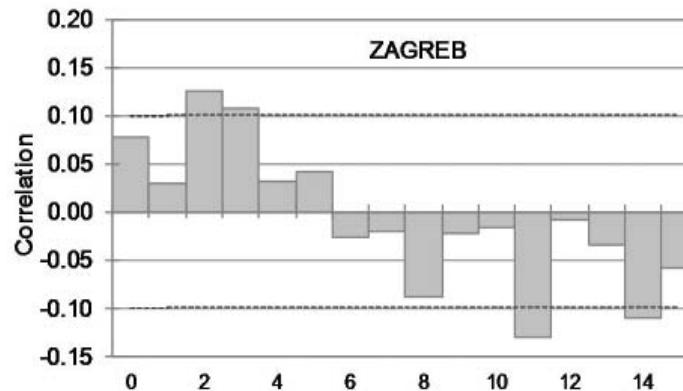
Toplinski stres djeluje na povećanje smrtnosti prvih 3 do 5 dana, a nakon toga naglo se smanjuje i pada ispod prosječnih vrijednosti (slika 2.7.2.). Smanjenje smrtnosti ispod očekivanih vrijednosti nakon termičkoga stresa poznato je pod nazivom efekt žetve, a posljedica je ranijega

nastupa smrti teških bolesnika koji bi vjerojatno poživjeli koji dan dulje da nije bilo stresa.

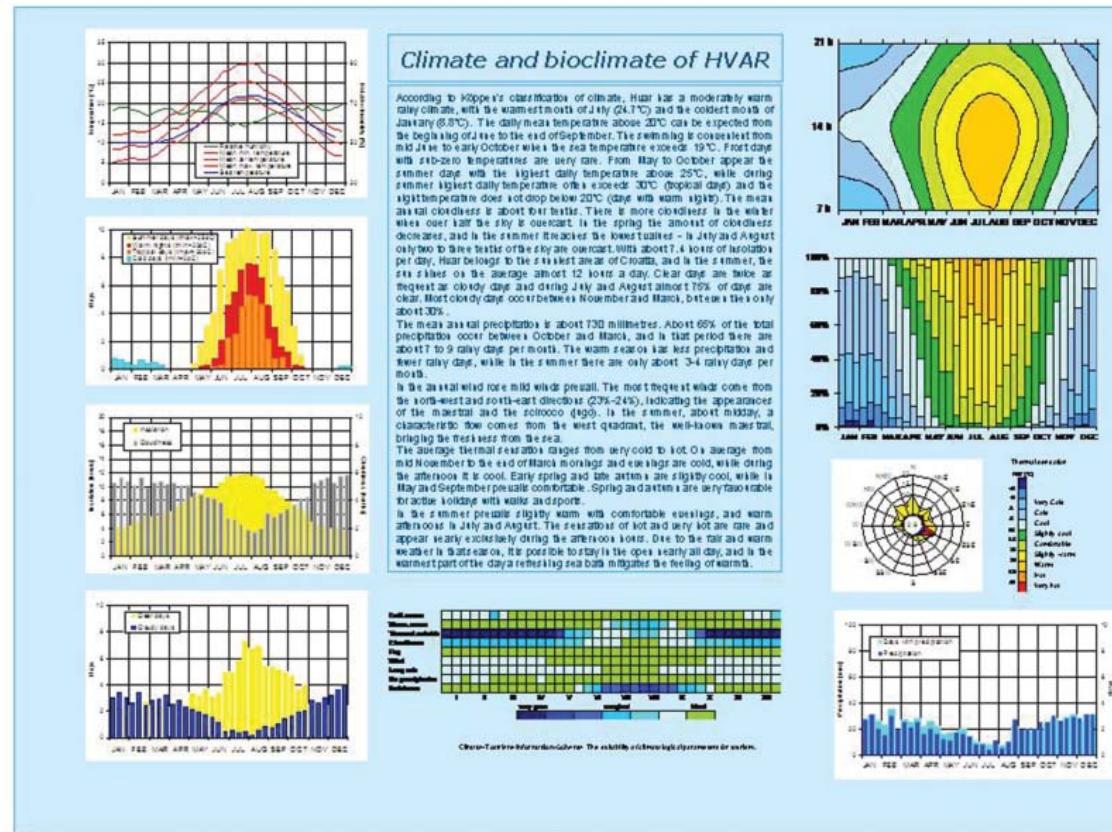
Druga grana biometeoroloških istraživanja bavila se analizom i korištenjem kombiniranih biometeoroloških veličina koje određuju osjet ugode i vrlo su korisne u primjeni za potrebe turizma i klimatske terapije u lječilištima (Zaninović, 1984., 1985., 1992., 1994.).

Rezultati dobiveni tim istraživanjima koristili su se za izradu klimatskih i bioklimatskih prikaza mnogih područja u Hrvatskoj (npr. Pleško, 1983b.; Zaninović, 1983.; Novaković, 1983.). U razdoblju 1986.–1997. analiziran je osjet ugode u Hrvatskoj i njegovo odstupanje od normale i objavljivan u publikaciji *Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike u SR Hrvatskoj* (npr. Pleško i Zaninović, 1986a.), redovno se osjet ugode objavljuje na mrežnoj stranici DHMZ-a, a njegovo odstupanje od normale u mjesečnom *Biltenu DHMZ-a*. Istraživanja bioklimatskih indeksa za ocjenu toplinskog osjeta bila su podloga za primjenu u rekreacijskom i zdravstvenom turizmu. Prve projekcije bioklimatskih uvjeta na Jadranskoj obali u 21. stoljeću prikazane su u Srnec i Zaninović (2008.).

Turizam kao vrlo važna privredna grana u Hrvatskoj u velikoj mjeri ovisi o vremenu i klimi. Uz ostale čimbenike kao što su geografski položaj, topografija, okoliš te flora i fauna, oni čine prirodnu osnovu svakoga turizma, osobito rekreacijskoga, koji je vrlo osjetljiv na vremenske uvjete. Na žalost, zastupljenost informacija o klimi u turističkim materijalima vrlo je oskudna i svodi se većinom na tvrdnju o ugodnoj klimi i mnogo sunca, ali bez detaljnijih prikaza i podataka o klimatskim uvjetima. Zbog toga je uložen velik trud da se klimatske prilike važne za rekreacijski i zdravstveni turizam prikažu na prikladan način kako bi bile što razumljivije svim sudionicima u turističkoj industriji, bilo da se radi o turističkim djelatnicima ili o turistima.



Slika 2.7.2. Korelacija s pomakom između PET>HCP (kritična temperatura za povećanu smrtnost) i odstupanja smrtnosti od prosječne s koracima od 1–15 dana za Zagreb. Linije označavaju granice statističke signifikantnosti na razini 5 %. Izvor: Zaninović i Matzarakis, 2014. (Toplinski stres djeluje na povećanje smrtnosti prvih 3 do 5 dana, a nakon toga se naglo smanjuje i pada ispod prosječnih vrijednosti. To sugerira da je povećana smrtnost neposredno nakon toplinskoga vala posljedica ranijega nastupa smrti teških bolesnika koji bi vjerojatno poživjeli koji dan dulje da nije bilo stresa. Pad smrtnosti ispod očekivanih vrijednosti nakon termičkog stresa poznata je pojava i često se spominje pod nazivom efekt žetve.)



Slika 2.7.3. Bioklimatski prospekt za turiste.

Izvor: Zaninović i Matzarakis, 2009.

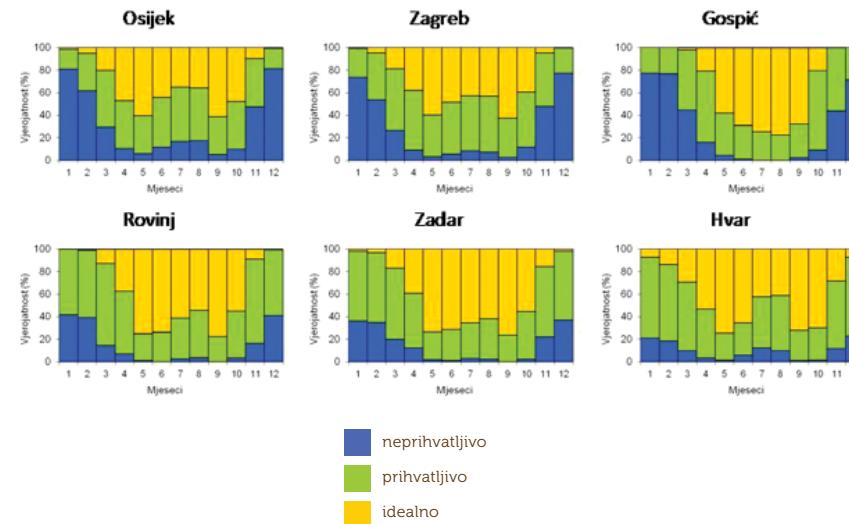
Lončar, Pleško i Šinik (1968.) opisuju mogućnost prikaza klime za potrebe zdravstva i turizma, a analiziraju i bioklimatsku klasifikaciju južnoga Jadranu (Lončar, Pleško i Šinik, 1973). Mnogi radovi objavljeni su u časopisima iz turističkoga sektora (Pleško, 1981., 1989., 1996.; Pleško i Zaninović, 1988.) ili su prikazani na skupovima s tematikom iz rekreacijskoga ili zdravstvenoga (lječilišnoga) turizma (npr. Zaninović, 1996.) kako bi se ukazalo na važnost poznavanja i prezentiranja klimatskih i bioklimatskih prilika za promociju hrvatskoga turizma. Za potrebe turizma osmišljen je prospekt koji prikazuje najvažnije klimatske osobitosti važne za turizam.

Godišnji hodovi meteoroloških parametara prikazani su po desetodnevnim razdobljima, s uvažavanjem toga da turisti često dolaze na kraći boravak, pa takav prikaz omogućuje detaljniji uvid u osobitosti klime u razdoblju koje ih zanima ili im omoguće odabir najpovoljnijega razdoblja s obzirom na želje i način provođenja odmora (Zaninović i Matzarakis, 2007a., 2007b., 2009.). Na slici 2.7.3. prikazan je primjer takva prospekta za Hvar.

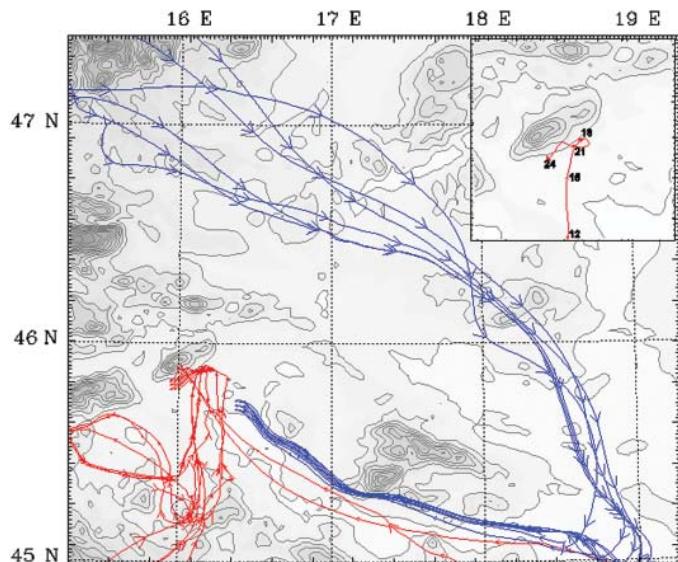
U okviru bilateralnoga projekta između Hrvatske i Mađarske (vidi Poglavlje 3.) istražen je klimatski turistički potencijal i utjecaj klimatskih promjena u Panonskoj nizini (Mika i sur., 2009.; Zaninović i sur., 2010.). Istražen je utjecaj klimatskih promjena na toplinski osjet (Zaninović, 1998.; Zaninović, Matzarakis i Cegnar, 2006.; Zaninović i Matzarakis, 2004., 2005., 2007.a), a i utjecaj budućih klimatskih promjena na toplinski osjet (Brosy, Zaninović i Matzarakis, 2014.; Casanueva i sur., 2014.).

Posljednjih godina je u okviru projekata CLIM-RUN i CARE (vidi Poglavlje 3.) istraživan klimatski potencijal Hrvatske te utjecaj klimatskih promjena pomoću klimatskoga indeksa za turizam (CIT). Taj indeks objedinjava utjecaj toplinskih (osjet ugode), estetskih (vedrina odnosno naoblaka) i fizičkih komponenti vremena (kiša i vjetar) na povoljnost uvjeta za provođenje odmora, a vremenski uvjeti određeni su ovisno o vrsti aktivnosti (boravak na plaži, pješačenje, biciklizam, kulturni turizam, golf, nogomet, jedrenje i plovidba). Pomoću toga indeksa istražen je klimatski potencijal Hrvatske u sadašnjoj klimi (Zaninović, 2013., 2014.) te utjecaj klimatskih promjena na klimatski potencijal u budućoj klimi (Zaninović i dr., 2015) (vidi Poglavlje 2.2. Klima i klimatske promjene).

Za potrebe planiranja i razvoja zimskoga turizma analiziran je prosječni godišnji hod klimatskih veličina s posebnim težištem na snježnim parametrima (broj dana s različitim visinama snježnog pokrivača, padanje snijega i maksimalna visina snježnog pokrivača). Ta informacija nadopunjena je s vjerojatnošću njihova pojavljivanja i s trajanjem snježne zime (Kirigin, 1963; Gajić-Čapka, 2005). Poseban naglasak dan je vremenskim analizama (fluktuacijama i trendovima) različitih meteoroloških veličina koje su povezane sa snijegom (temperatura zraka, oborina i tlak zraka) te samih snježnih parametara (učestalost, trajanje i visina snježnoga pokrivača) od sredine 20. stoljeća (Gajić-Čapka, 2007., 2011.; Gajić-Čapka i Horak, 2007; Zaninović i Gajić-Čapka, 2007.). Ispitan je i odziv snježnih parametara na buduće klimatske promjene (Gajić-Čapka i Srnec, 2008.). Takve studije provedene su za tri planinska područja prema podacima meteorološke postaje Puntijarka na Medvednici, Parg u Gorskem kotaru i Zavižan na sjevernom Velebitu. Rezultati bi trebali pomoći u donošenju odluka o socioekonomskim posljedicama klime i klimatskih promjena u zimskom turizmu.



Slika 2.7.4. Ocjena prikladnosti klimatskih uvjeta za pješačenje pomoću razdiobe klimatskog indeksa za turizam (CIT) u različitim dijelovima Hrvatske u razdoblju 1981.–2000.



Slika 2.7.5. 48-satne povratne trajektorije za 6. rujna 2003. u ponoć po lokalnom vremenu (Telišman Prtenjak i sur., 2012). Trajektorije pokazuju da je čest zraka na postaju Zagreb Grič dolazila jugoistočnim vjetrom, a distribucija peludi bila je pod utjecajem značajne recirkulacije zraka oko Zagreba. Dnevne koncentracije peludi u kasnim večernjim satima ponovo su vraćene na mjesto mjerjenja silaznim vjetrom. Za razliku od peludi ambrozije na postaji Zagreb–Grič, na postaji Ivanić Grad može se uočiti zapadni transport peludi iz Mađarske.

U jesen 2001. godine na krov zgrade Državnoga hidrometeorološkoga zavoda postavljen je instrument za mjerjenje koncentracije peludi u zraku čime je započelo sustavno praćenje alergena u zraku. Instrument je 2004. godine premješten na vrh zgrade Doma zdravlja Centar u Svetu. U suradnji sa stručnjacima iz Nastavnog zavoda za javno zdravstvo dr. Andrija Štampar koncentracija peluda u zraku praćena je na dnevnoj skali i povezivana s vremenskim prilikama u atmosferi.

Na kraju svakoga mjeseca rađena je obrada podataka i analiza koja je objavljivana sve do 2016. godine u Meteorološkom i hidrološkom biltenu Državnoga hidrometeorološkoga zavoda (<http://klima.hr/razno.php?id=publikacije¶m=bilten>) Budući da je učestalost pojave alergija na pelud u neprekidnom porastu, osobito u velikim gradovima i industrijskim područjima, važno je odrediti početak, tijek i kraj polinacijske sezone za biljke na nekom području, izdvojiti alergene biljke te povezati njihovu koncentraciju u vremenu u ovisnosti o najvažnijim meteorološkim parametrima. Rezultati takvih istraživanja objavljeni su u više radova (Peternel i sur., 2004., 2005a., 2005b., 2006., 2008.). Općenito je veća koncentracija peluda u zraku u danima s višom temperaturom zraka, dok veća količina oborine ispire peludna zrnca iz zraka pa je u danima s oborinom koncentracija peludi manja. Porast koncentracije peludi u zraku bilježi se nakon 4, odnosno 6 sati ujutro, vršna koncentracija se pojavljuje između 12 i 16 sati, a najniža je koncentracija tijekom noći (Toth i sur., 2011.). Dvije epizode s najvećom koncentracijom peludi ambrozije simulirane su numeričkim mezoskalnim modelom kako bi se ispitalo u kojoj mjeri visokim koncentracijama ambrozije doprinosi prijenos peludi iz područja Panonske nizine (naročito iz Mađarske i Srbije) koje je poznato po izrazito visokim koncentracijama peludi ambrozije (Telišman Prtenjak i sur., 2012.; slika 2.7.5).

Literatura:

- Brosy, C., K. Zaninović and A. Matzarakis, 2014: Quantification of climate tourism potential of Croatia based on measured data and regional modeling. *Int. J. Biometeorol.*, **58**, 6, 1369–1381.
- Casanueva, A. et al, 2014: Statistical downscaling of climate impact indices: testing the direct approach. *Climatic Change*, **127**, 3, 547–560, doi: 10.1007/s10584-014-1270-5.
- Gajić-Čapka, M., 2005: Snow Regime Characteristics for Tourism in the Natural Park Medvednica, Croatia. *Croat. Meteor. J.*, **40**, 634–637.
- Gajić-Čapka, M., 2007: Snow Baseline Conditions and Changes for the Winter Tourism. *Developments in Tourism Climatology*, Matzarakis, A., C.R. de Freitas and D. Scott, (Eds.), Commission on Climate, Tourism and Recreation, International Society of Biometeorology. ISBN: 978-3-00-024110-9, 43–51.
(<http://www.urbanclimate.net/cctr/ws3/report.htm>)
- Gajić-Čapka, M. and S. Horak, 2007: Changes in snow parameters in Croatian highland. *Climate Change and Tourism: Assessment and Coping Strategies*, Amelung, B., K. Blazejczyk and A. Matzarakis (Eds.), Maastricht-Warsaw-Freiburg, ISBN: 978-00-023716-4, 105–115.
(http://www.urbanclimate.net/matzarakis/papers/Book_Nato.pdf)
- Gajić-Čapka, M. and L. Srnec, 2008: Response of snow parameters relevant for winter tourism to climate change. *Proceedings of the 18th International Congress of Biometeorology, Harmony with Nature*, Tokyo, Japan, 22.–26.9.2008., Iriki Masami (Ed.), CD, Poster session, Tourism, Tour-P02.
- Gajić-Čapka, M., 2011: Snow climate baseline conditions and trends in Croatia relevant to winter tourism. *Theor. Appl. Climatol.*, **105**, 1–2, 181–191, doi: 10.1007/s00704-010-0385-5.
- Hančević, J., N. Pleško i I. Janjić, 1965: Utjecaj vremenskih faktora na nastanak plućne embolije. *Acta medica jugoslavica*, **19**, 41–60.
- Kirigin, B., 1963: Prikaz klimatskih prilika planine Medvednice. *Rasprave i prikazi*, **9**, 1–72.

- Lončar, E., N. Pleško i N. Šinik, 1968: Jedna mogućnost prikaza klime za potrebe zdravstva i turizma. *Razprave*, **10**, Društvo meteorologov Slovenije, 85–92.
- Lončar, E., N. Pleško i N. Šinik, 1973: Bioklimatska klasifikacija regije južnog Jadrana. *Zbornik meteoroloških i hidroloških radova*, **4**, 69–76.
- Mika, J. et al, 2009: Weather and climate risk factors for tourism. *Riscuri si catastrophe*, **VIII**, 49–61.
- Novaković, J., 1983: Vjerojatnost pojave i trajanja različitog toplinskog osjeta u Zagrebu tokom 1981. *Rasprave*, **18**, 29–40.
- Peternel, R. et al, 2004: Atmospheric pollen season in Zagreb (Croatia) and its relationship with temperature and precipitation. *Int. J. Biometeorol.*, **48**, 186–191.
- Peternel, R. et al, 2005a: Variation in ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pollen concentration in Central Croatia, 2002–2003. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, **12**, 11–16.
- Peternel, R. et al, 2005b: Airborne pollen of *Betula*, *Corylus* and *Alnus* in Zagreb, Croatia. A three-year record. *Grana*, **44**, 187–191.
- Peternel, R. et al, 2006: Poaceae pollen in the atmosphere of Zagreb (Croatia), 2002–2005. *Grana*, **45**, 130–136.
- Peternel, R., S. Musić Milanović and L. Srnec, 2008: Airborne ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pollen content in the city of Zagreb and implications on pollen allergy. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, **15**, 125–130.
- Pleško, N., 1968: Vrijeme i neke od čestih bolesti u kasnoj jeseni. *Vijesti iz Hidrometeorološke službe SR Hrvatske*, br. 9/10, 49–52.
- Pleško, N., J. Hančević i Z. Kružić, 1972: Utjecaj vremenskih faktora na perforaciju gastroduodenalnog ulcusa. *Acta medica Jugoslavica*, **28**, 49–63.
- Pleško, N. i V. Grahovac, 1978: Miokardijalni infarkt i vremenske prilike. *Acta medica Jugoslavica*, **32**, 191–209.
- Pleško, N. i sur., 1979: Korelacija cerebrovaskularnog inzulta i vremenskih prilika. *Zbornik radova III Simpozija o cerebrovaskularnim bolestima*, Zagreb, 6.–8.12.1979., 180–184.

- Pleško, N., 1981: Fizikalni elementi vremena i klime. *Zdravstvo*, **11/12**, 11–21.
- Pleško, N., 1983a: Vremenske prilike u periodima s ekstremnim brojem cerebrovaskularnih inzulta. *Zbornik radova II savjetovanja o atmosferskim i rečnim elementarnim nepogodama*, Beograd, 400–408.
- Pleško, N., 1983b: Biometeorološki indeksi u ocjeni termičkog komfora Zagreba za vrijeme različitih sinoptičkih situacija. *Rasprave*, **18**, 3–16.
- Pleško, N. i sur., 1983a: Karakteristike vremenskih prilika u sedmodnevnim razdobljima s velikim brojem infarkta miokarda u Zagrebu. *Acta Medica Jugoslavica*, **37**, 3–17.
- Pleško, N. i sur., 1983b: Korelacija vremenskih nizova meteoroloških parametara s incidencijom infarkta miokarda. *Lječnički vjesnik*, **105**, 4, 133–136.
- Pleško, N., 1985: Atmospheric biophysics. *Annalen der Meteorologie*, **22**, 31–32.
- Pleško, N. i sur., 1985: Samoubojstva u odnosu na vremenske prilike u Zagrebu. *Radovi medicinskog fakulteta u Zagrebu*, **26**, 1, 39–46.
- Pleško, N. i K. Zaninović, 1986a: Bioklimatske karakteristike 1985. u Zagrebu. *Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike u SR Hrvatskoj 1985. godine*, RHMZ SRH, **10**, 55–60.
- Pleško, N. i K. Zaninović, 1986b: Meteorološki parametri kao faktor rizika cerebrovaskularnog inzulta. *Rasprave*, **21**, 21–28.
- Pleško, N., 1986: Fizikalne karakteristike atmosfere kontinentalnog dijela Hrvatske značajne za humanu biometeorologiju. Doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 169 str.
- Pleško, N. i K. Zaninović, 1988: Turizam i klima. *Turizam*, **36**, 219–224.
- Pleško, N., 1989: Značenje klimatskih faktora za liječenju u toplicama, na moru i u planinskim klimatskim lječilištima. *Zdravstvo*, **31**, 23–29.
- Pleško, N., M. Klein-Pudar i K. Zaninović, 1991: Veza meteoroloških faktora i parametara koagulacije krvi kod cerebrovaskularnih bolesnika. *Hrvatski meteorološki časopis*, **26**, 65–76.

- Pleško, N., V. Jasprica-Hrelec, I. Bošan-Kilibarda and B. Banek, 1991: Correlation of Psychosis and Suicide Attempts with Meteorological Factors. *Croat. Meteor. J.*, **26**, 77–86.
- Pleško, N., 1992: Stability of the atmosphere as a biothropy indicator. *Annalen der Meteorologie*, **28**, 147–150.
- Pleško, N., M. Krstić-Burić and S. Pleško, 1994: Dependence of Children's Sino-bronchial syndrome on Weather in Continental Part of Croatia. *Annalen der Meteorologie*, **30**, 352–355.
- Pleško, N. et al, 1994: Weather conditions and the Sino-bronchial syndrome in Children in Zagreb. *Croat. Meteor. J.*, **29**, 1–10.
- Pleško, N., 1996: Klimatoterapijske zdravstveno-turističke mogućnosti Republike Hrvatske. *Tourism and Hospitality management*, **2**, 325–341.
- Srnec, L. and K. Zaninović, 2008: The summer bioclimatic conditions at the Adriatic coast in 21st century. *Proceedings of the 18th International Congress of Biometeorology "Harmony within Nature"*, Tokyo, Japan, 22.–26.9.2008., Iriki Masami (Ed.), CD, Poster session, Tourism, Tour-P03.
- Telišman Prtenjak, M. et al, 2012: Atmospheric conditions during high ragweed pollen concentrations in Zagreb, Croatia. *International Journal of biometeorology*, **56**, 6, 1145–1158., doi: 10.1007/s00484-012-0520-3.
- Toth I., R. Peternel, L. Srnec and B. Vojniković, 2011: Diurnal variation in airborne pollen concentrations of the selected TAXA in Zagreb, Croatia. *Coll. Antropol.*, **35**, Suppl. 2, 43–50.
- Zaninović, K., 1983: Bioklimatske karakteristike Zagreba. *Rasprave*, **18**, 17–27.
- Zaninović, K., 1984: Combined Biometeorological Temperature, Wind-Speed and Humidity Index (TWH). XVIII međunarodna konferencija o Alpskoj meteorologiji, Opatija, 25.–29.9.1984., *Zbornik meteoroloških i hidroloških radova*, **10**, SHMZ, Beograd, 365–368.
- Zaninović, K., 1985: TWH-a Biometeorological Index Testing. *Annalen der Meteorologie*, **22**, 45–46.
- Zaninović, K. i N. Pleško, 1987: Pojava cerebrovaskularnog inzulta u ovisnosti o tipovima vremena i frontama. *Rasprave*, **22**, RHMZ SRH, 19–24.

Zaninović, K. et al, 1992: Changes in Coagulability of Blood in Patients with Cerebrovascular Disease in Various Meteorological Situations. *Acta Med. Croat.*, **46**, 85–89.

Zaninović, K., 1992: Limits of Warm and Cold Bioclimatic Stress in Different Climatic Regions. *Theor. Appl. Climatol.*, **45**, 65–70.

Zaninović, K., 1994: Fizikalna osnova za bioklimatsku klasifikaciju Hrvatske. Magistarski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 80 str.

Zaninović, K., 1996: Bioklimatska podloga za promociju zdravstvenog turizma. *Zbornik radova I. Međunarodnog simpozija "Opatija - promotor zdravstvenog turizma"*, Opatija, 13.–15.11.1996., 335–339.

Zaninović K., 1998: Secular Variations and Trends of Thermal Comfort at the Adriatic Coast. *Book of abstracts IGU, Climate and Environmental Change*, Evora, Portugal, 24.–30.8.1998., 181–182.

Zaninović, K., 1999: The influence of weather on asthmatic attacks in children. In: de Dear, R.J., J. D. Kalma, T. R. Oke and A. Auliciems: *Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of the Millennium: Selected Papers from the Conference ICB-ICUC'99*, Sydney, 8.–12.11.1999., WCASP-50, WMO/TD No. **1026**, 123–126.

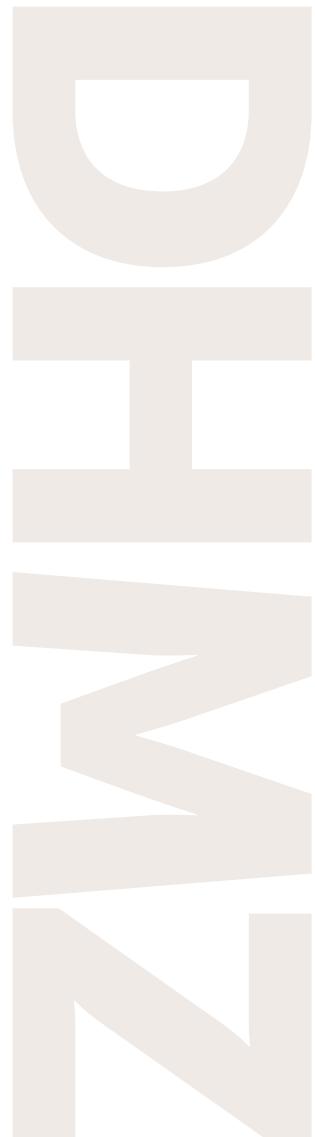
Zaninović, K. i M. Raos, 2002: Utjecaj meteoroloških parametara na astmatične napadaje u djece. *Hrvatski meteorološki časopis*, **37**, 89–94.

Zaninović, K. and A. Matzarakis, 2004: Variation and trends of thermal comfort at the Adriatic coast. *Advances in tourism climatology*, Matzarakis, A., C. de Freitas and D. Scott (Eds.), Ber. Meteorol. Inst. Univ. Freiburg, Nr. 12, 74–81.

Zaninović, K. and A. Matzarakis, 2005: Long term analysis of thermal bioclimate at the Adriatic coast. *Annalen der Meteorologie*, **41**, 247–250.

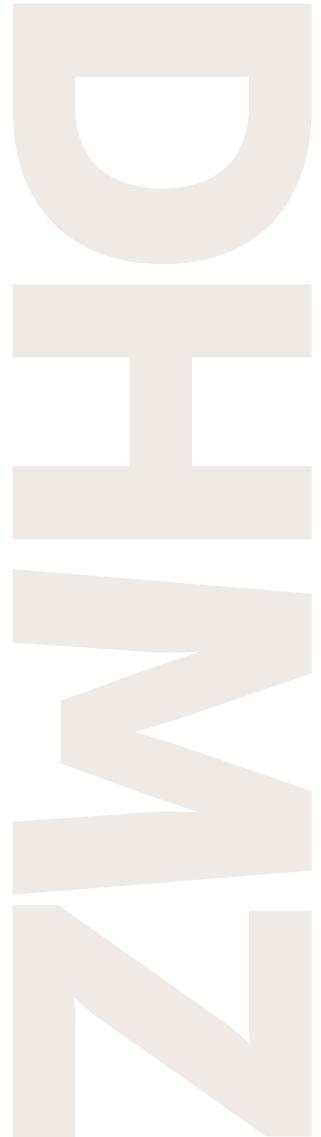
Zaninović, K., A. Matzarakis and T. Cegnar, 2006: Thermal comfort trends and variability in the Croatian and Slovenian mountains. *Meteorologische Zeitschrift*, **15**, 2, 243–251.

Zaninović, K. and M. Gajić-Čapka, 2007: Meteorological parameters important for highland tourism in Croatia in two different climatological periods. *Abstracts from 8th European Conference on Applications of Meteorology (ECAM)*, Vol. 4, San Lorenzo de El Escorial, Spain, 1.–5.10.2007., EMS2007-A-00329, CD-ROM.



- Zaninović, K. and A. Matzarakis, 2007a: Climatic changes in thermal comfort at the Adriatic coast. *Climate Change and Tourism: Assessment and Coping Strategies*, Amelung, B., K. Blazejczyk and A. Matzarakis (Eds.), Maastricht-Warsaw-Freiburg, 155–164. http://www.urbanclimate.net/matzarakis/papers/Book_Nato.pdf
- Zaninović, K. and A. Matzarakis, 2007b: Biometeorological basis for tourism, *Developments in Tourism Climatology*, Matzarakis, A., C.R. de Freitas and D. Scott (Eds.), Commission on Climate, Tourism and Recreation, International Society of Biometeorology, 24–28. <http://www.urbanclimate.net/cctr/ws3/report.htm>
- Zaninović, K. i M. Gajić-Čapka, 2008: Klimatske promjene i utjecaj na zdravlje. *Infektočki glasnik*, **28**, 1, 5–15.
- Zaninović, K. and A. Matzarakis, 2009: The Bioclimatological Leaflet as a means conveying climatological information to tourists and the tourism industry. *Int. J. Biometeorol.*, **53**, 369–374, doi: 10.1007/s00484-009-0219-2.
- Zaninović, K. et al, 2010: Influence of climate change on the summer tourism potential in the Pannonian basin. Proceedings of the 7th Conference on Biometeorology, Matzarakis, A., H. Mayer and F-M. Chmielewski (Eds.), *Berichte des Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg*, Freiburg, 336–341.
- Zaninović, K., L. Srnec, M. Patarčić and A. Matzarakis, 2011: Climate change and heat related mortality in Croatia. *Proceedings of the 19th International Congress of Biometeorology*, Auckland, New Zealand, 4.–8.12.2011., ICB 2011 (ISBN 978-0-86869-132).
- Zaninović, K., 2011a: Utjecaj meteoroloških prilika na akutne neurovegetativne smetnje. *Zbornik radova II konferencije hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa*, Zagreb, listopad 2010., 163–165.
- Zaninović, K., 2011b: Impact of extreme thermal conditions on mortality in Croatia. Doktorska disertacija, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 139 str.
- Zaninović, K., 2013: Potential of beach tourism in Croatia using Climate index for tourism. *Proceedings of the 13th EMS Annual Meeting / 11th European Conference on Applied Climatology (ECAM)*, Reading, United Kingdom, 9.–13.9.2013.
- Zaninović, K., 2014: Climate potential for different types of tourism in Croatia. *Proceedings of the 20th International Congress of Biometeorology*, Cleveland, USA. <https://ams.confex.com/ams/ICB2014/webprogram/Paper253132.html>.
- Zaninović K. and A. Matzarakis, 2014: Impact of heat waves on mortality in Croatia. *Int. J. Biometeorol.*, **58**, 6, 1135–1145.

Zaninović, K., L. Srnec and R. Sokol Jurković, 2015: How will climate change affect the climate potential of tourism in Croatia?. *Proceedings of the 4th International Conference on Climate, Tourism and Recreation*, Istanbul (Turkey), 16–19.9.2015., *ProceedingsRaporENG.05.11.15.web_.pdf*, 82–85., <http://ipc.sabanciuniv.edu/en/wp-content/uploads/2015/03/151109>.



2.8

Poljoprivreda i šumarstvo

Višnja Vučetić

2.8.1. Poljoprivreda

S osnutkom Uprave za hidrometeorološku službu NR Hrvatske 1947. godine započinje objedinjavanje agrometeorološke djelatnosti koja je do tada bila razbacana po raznim institutima, poljoprivrednim dobrima, školama te pri ministarstvu poljoprivrede. Sa stvaranjem organizacijskoga ustroja Uprave za hidrometeorološku službu, u svibnju 1951. osniva se Agrometeorološki odsjek. Od početka ustroja Hidrometeorološke službe, a posebno od osnivanja Agrometeorološkoga odsjeka, rezultati meteoroloških mjerena uvelike su korišteni u poljoprivrednoj i šumarskoj proizvodnji. Iste godine u sastav službe ulaze i fenološke postaje osnovane na zahtjev korisnika iz poljoprivrede i šumarstva. Godine 1957. bilo ih je već 129, a zatim se osnivaju fenološki vrtovi u Sisku, Križevcima i Stružcu; no do danas je ostalo samo 59 postaja i fenološki vrt u Križevcima, osnovan 1958. godine.

S razvojem sustavnih agrometeroloških i fenoloških motrenja započelo se s izradom studija i elaborata, te znanstvenim i istraživačkim radom za potrebe poljoprivrede i šumarstva. Rezultati istraživanja objavljeni su kao primjericice u radovima Maksić i sur. (1962.) i Cindrić (1971.). Neka su istraživanja ostala samo u rukopisu: istraživanja na području Velebita 1965., na području središnje Istre 1966., Nacionalnoga parka Plitvička jezera 1967. i području Otočca (Drenov klanac) 1968. Istraživanja na poljoprivrednim površinama obuhvaćala su određivanje povoljnijih uvjeta za razne biljne bolesti kao peronospore na duhanu, fitoftore na krumpiru pa do istraživanja mikroklimatskoga režima mrazišta na plantažama voća.

Istraživanja su obavljana za različite naručitelje kao primjericice za Zavod za botaniku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu kojima se utvrdila mikroklima staništa uskolisnoga slaka *Convolvulus lineatus* L. na rtu Kamenjak (Istra) jer je tu otkriveno tek drugo nalazište te biljke u Hrvatskoj. Posebna agrometeorološka mjerena na Kamenjaku bila su u lipnju 1997.

Za stočarsku proizvodnju obavljana su mikroklimatska mjerena (Lužnica 1965. i 1966., Pazin 1966. i 1967., Kula 1986.) u različitim tipovima stočnih nastambi s ciljem utvrđivanja razloga čestih oboljenja teladi od bronhopneumonije u tim nastambama. Posljednja mikroklimatska istraživanja iz 1986. godine obavljana su u stajama za tov junadi PPK Kutjevo OOUP Ratarstvo i stočarstvo – Kula na zahtjev Instituta za mehanizaciju, tehnologiju i graditeljstvo u poljoprivredi Agronomskog fakulteta u Zagrebu.

Međutim, agrometeorološki i fenološki podaci ponekad mogu poslužiti za istraživanje ne samo za potrebe poljoprivrede ili šumarstva već i za druge grane gospodarstva kao što su vodno gospodarstvo, prostorno planiranje ili za potrebe zaštite okoliša.

Tako su primjerice analizirane raspodjela temperature tla s dubinom na zagrebačkom području za potrebe studije *Vodoprivredna osnova grada Zagreba* izrađene 1990. godine, a na riječkom području za studiju *Meteorološka podloga za potrebe prostornog planiranja općine Rijeka* izrađene 1992. Važnost temperature tla i za ostale potrebe bila je potaknuta i radom Kaučić (1989.), u kojem su analizirane karakteristike temperature tla na području Hrvatske. Iz toga rada proistekao je i magistrski rad (Kaučić, 1992., vidi Prilog 4.) kao i drugi znanstveni i stručni radovi (Kaučić, 1994., 2001.; Derežić i V. Vučetić, 2011.; Stilinović, Herceg-Bulić i V. Vučetić, 2014.). Od 2007. godine pojačana je znanstveno-istraživačka suradnja s visokoobrazovnim ustanovama – s Geofizičkim odsjekom Prirodoslovno-matematičkog fakulteta i Agronomskim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu – što je rezultiralo neposrednim voditeljstvom Marka Vučetića dva diplomska rada te Višnje Vučetić 15 diplomskih i jednim završnim radom. Ta je suradnja potaknula uvođenje izbornoga modula Agrometeorologija na sveučilišnom diplomskom studiju Geofizičkog odsjeka PMF-a, te projekt *Vinogradarstvo i klimatske promjene na području Hrvatske* (VITCLIC) u 2017. godini (Vučetić, M., V. Vučetić i Čiček Pomper, 2017.). U prijašnjem razdoblju 1995.–2001. Višnja Vučetić držala je predavanja i vježbe studentima Agronomskoga fakulteta iz kolegija Agroklimatologija. U tri diplomska rada analizirane su ekstremne temperature zraka i tla za utvrđivanje ugroženih područja s obzirom na poljoprivrednu proizvodnju. Ti su rezultati objedinjeni u znanstvenom radu Sviličić i sur. (2016.).

Poduzeće INA-Naftaplin naručilo je 1991. godine studiju *Meteorološke i klimatske prilike na širem području Molva*. Početkom 80-ih godina započelo je iskorištavanje plinskoga polja na području Molva. Zbog sagorijevanja plina u atmosferu se oslobođa veća količina ugljičnoga dioksida koja može ubrzati fotosintezu biljaka. Stoga se između ostaloga trebalo istražiti utječe li povećanje koncentracije ugljičnoga dioksida na raniji ili kasniji početak vegetacije. U tu svrhu prvi su put analizirane razvojne faze višegodišnjih biljaka (smreke, bagrema, marelice i oraha) na postaji blizu plinskoga polja i postaji udaljenijoj od njega, u 10-godišnjem razdoblju prije postavljanja plinskog postrojenja i poslije toga. Pokazano je da postoje razlike između promatranih razdoblja. Hladnije zime drugoga razdoblja utjecale su na zakašnjelo listanje i cvjetanje marelice, oraha i smreke, a toplja proljeća na raniji početak vegetacije bagrema i faza pčela. Međutim, utvrđene promjene nisu lokalnoga značaja jer su istodobno opažene na obje lokacije. Detaljna fenološka analiza na području Molva objavljena je i u radu Vučetić, V. (1991.). To je pokrenulo daljnja fenološka istraživanja kod nas (Vučetić, M. i V. Vučetić, 1993., 1996., 1998.; Vučetić, V. i M. Vučetić, 1998.; 2003., 2005a., 2006.; Viher i V. Vučetić, 1998.). Šest diplomskih radova i jedan završni rad bave se fenološkim temama. Neka su od tih istraživanja objavljena i kao znanstveni članci (Jelić i V. Vučetić, 2011.; Krulić i V. Vučetić, 2011.).

Istraživanja desetodnevnih i mjesečnih komponenti vodne ravnoteže (evapotranspiracija, sadržaj vode u tlu, procjeđivanje i otjecanje) prema Palmerovoj metodi (npr. Pandžić i M. Vučetić, 1992.; Vučetić, M. i V. Vučetić, 1993., Vučetić, V. i M. Vučetić, 1996a.) kao i mjerjenje stanja vlažnosti tla (Kaučić, 1993.) pomogla su u istraživanjima trendova potencijalne i stvarne evapotranspiracije u zaštićenim područjima na jadranskim otocima koja su provođena u okviru projekta *Očuvanje bioraznolikosti u Jadranskom moru* (npr. Vučetić, V. i M. Vučetić, 1997., vidi Poglavlje 3.).



Prostorni prikaz komponenti vodne ravnoteže u Hrvatskoj u vegetacijskom razdoblju bila je tema diplomskoga rada i prikazan je u radu Ferina i sur. (2013.).

U okviru *Nacionalnog programa ublažavanja posljedica suša i suzbijanje oštećenja zemljišta* (NAP), koji je izrađen 2007. godine, osim temperature tla, analizirani su i linearni trendovi temperaturnih suma za različite temperaturne pragove za meteorološke postaje s dugim nizovima podataka u razdoblju 1901.–2004. Ta su istraživanja bila nastavak prijašnjih proučavanja temperaturnih suma i njihovih trendova za različita područja Hrvatske objavljenih u radovima Kaučić (1991.), Kaučić i Pavičić (1997.) te Vučetić, V. i M. Vučetić (1993., 1996b., 2005b.). Rezultati programa NAP prikazani su u radu Vučetić, V. (2009.).

Detaljni prikaz različitih metoda izračuna temperaturnih suma kao i njihova prostornoga prikaza za temperaturne pragove od -5 °C do 25 °C svakih 5 °C na području Hrvatske za hladni odnosno topli dio godine analizirani su u diplomskim radovima, a sažeto u radovima Salopek, V. Vučetić i Mesić (2010.) te Šarić, V. Vučetić i Marki (2012.).

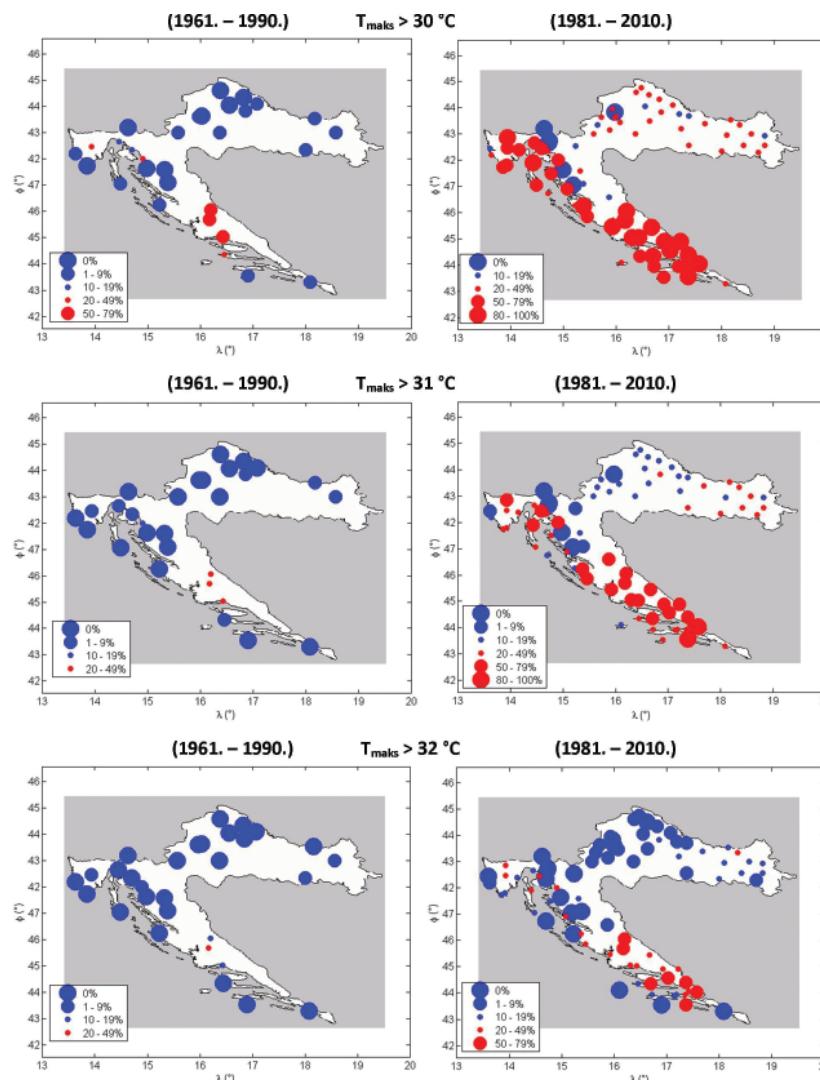
Iz svih tih istraživanja proisteklo je i poglavje Agrometeorologija u *Klimatskom atlasu Hrvatske 1961.–1990. i 1971.–2000.* (Vučetić, M., Kaučić i Lončar, 2008.) u kojem su za potrebe poljoprivrede i šumarstva objavljeni srednji godišnji hodovi temperaturnih suma, početka i svršetka vegetacijskoga razdoblja za temperaturne pragove 5 °C i 10 °C, srednji godišnji hodovi temperature tla na dubinama 5 cm i 20 cm kao i srednji datumi početka određenih razvojnih faza odabranoga šumskoga drveća i masline.

Ministarstvo poljoprivrede pokrenulo je projekt (2011.–2015.) o određivanju područja s ograničenim gospodarenjem u poljoprivredi sukladno kriterijima EU. Prema tim kriterijima poljoprivredni proizvodači mogu dobiti specifične potpore, kao kompenzaciju za povećane troškove i smanjeni dohodak u otežanim uvjetima obavljanja svoje djelatnosti. Iz toga je proizašla nužnost izrade karte prostorne raspodjele prirodno ugroženih područja u Hrvatskoj. Dio projekta, koji se odnosi na klimatska ograničenja, izrađen je u DHMZ-u. Prema raspoloživim meteorološkim podacima u razdoblju 1981.–2010. razrađena su biofizička ograničenja: niska temperatura zraka i toplinski stres (slika 2.8.1.1., Vučetić, V. i Feist, 2015.) kao i specifična ograničenja: jak vjetar, tuča i opasnost od požara raslinja.

U skladu s Okvirnom konvencijom Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC) Republika Hrvatska izrađuje svoja državna izvješća. U Petom nacionalnom izvješću iz 2013. godine prvi su put analizirane i fenološke faze odabranoga bilja (obični jorgovan, koji je referentna fenološka biljka jer je zastupljena u svim geografskim širinama, jabuka i maslina) te njihovi trendovi. Šesto nacionalno izvješće iz 2015. godine nadopunjeno je i fenološkom analizom vinove loze.

Slika 2.8.1.1.

Vjerovatnost ugroženosti od 10 i više uzastopnih dana s maksimalnom dnevnom temperaturom zraka iznad 30°C , 31°C i 32°C za odabrane meteorološke postaje u razdobljima 1961.–1990. i 1981.–2010.



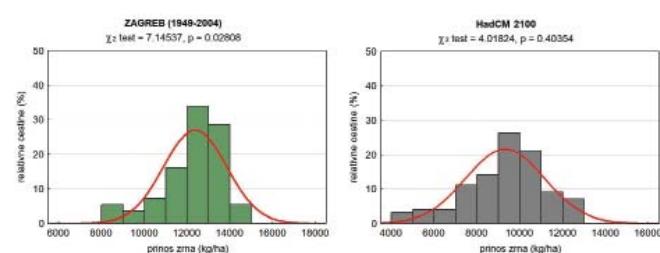
Fenologija je vrlo dobar pokazatelj klimatskih promjena jer biljke prve reagiraju na promjene u prirodi. Analiza utjecaja klimatskih promjena na biljke pokazala je raniji početak cvjetanja promatrano bilja u proljeće, što je posljedica topline zime i proljeća. U jesen se ne uočava tako jednoznačno kašnjenje žućenja i opadanja lišća, što je u skladu i s ojačanim izraženijem porastom srednje temperature zraka u proljeće nego u jesen.

PRIMJER 2.8.1.

Sva dosadašnja prikazana istraživanja odnosila su se na agroklimatske ili vremenske prilike koje su koristile agrometeorološke ili fenološke podatke iz prošlosti.

No poljoprivredne proizvođače ne zanima samo kratkoročna agrometeorološka prognoza vremena koja se redovito objavljuje na Hrvatskom radiju od 1990., a na Hrvatskoj televiziji i na mrežnim stranicama DHMZ-a od 2004., već i što se očekuje u budućnosti s obzirom na globalno zatopljenje. U tom se slučaju primjenjuju agrometeorološki modeli koji služe za istraživanje rasta i prinosa poljodjelskih kultura u budućim klimatskim uvjetima, uz korištenje različitih scenarija klimatskih promjena.

Iz toga su proistekli znanstveni rad Vučetić, V. (2010.) i doktorska disertacija Vučetić, V. (2011., vidi Prilog 5.4). Predviđenom promjenom klime pokazano je znatno skraćivanje vegetacijskoga razdoblja i smanjenje prinosa kukuruza (slika 2.8.1.2.) u slučaju nepromijenjenih agrotehničkih mjera i hibrida kao što su danas. Takav razvoj situacije može uzrokovati drastične gospodarske gubitke u proizvodnji hrane.



Slika 2.8.1.2. Razdioba relativnih čestina (zeleni stupići, %) prinosa zrna kukuruza procijenjenih modelom DSSAT za sadašnju klimu za Zagreb u razdoblju 1949.–2004. (lijevo) i za buduću klimu (sivi stupići, %) prema scenariju klimatskih promjena dobivenih iz globalnoga klimatskoga modela HadCM i stohastičkim vremenskim generatorom Met&Roll za 2100. godinu. Relativnim čestinama prinosa kukuruza pridijeljena je normalna razdioba (crvena crta), a p je vjerojatnost χ^2 testa.

2.8.2. Šumarstvo

U 1970-im godinama sazrela je ideja o neophodnosti sustavne i organizirane djelatnosti zaštite šuma od požara. U Republičkom hidrometeorološkom zavodu (RHMZ, danas DHMZ) brzo se reagiralo na te zahtjeve. Već 1973. Željko Cindrić izradio je studiju *Sistem i organizacija meteorološke prognoze za potrebe tijela za zaštitu šuma od požara*. Studija je sadržavala i dodatak *Pregled meteoroloških stanica na širem obalnom području i otocima Jadranskog mora* i dvije karte klimatskih područja prema Köppenovoj i Thornthwaitovoj klasifikaciji. Zahtjev za uključivanje u zaštitu šuma od požara prema RHMZ-u došao je s dvije strane. Po jednoj strani taj je zahtjev politička odluka i dolazi od Saveznoga izvršnoga vijeća (vlade) Jugoslavije preko Izvršnoga vijeća Sabora SRH (vlade), a druga je stručna strana pokrenuta iz Saveznoga hidrometeorološkoga zavoda (SHMZ) do RHMZ-a. Godine 1981. SHMZ uputio je i naputak o metodi za ocjenu i prognozu opasnosti od šumskoga požara koja se primjenjuje u Kanadi. Radilo se o *Canadian Forest Fire Weather Index System* (skraćeno *Fire Weather Index* ili FWI), prevedeno kao meteorološki indeks opasnosti od šumskoga požara. Odmah se pošlo i u osnivanje posebne radne jedinice koja će se baviti isključivo zaštitom šuma od požara. Tada je u sklopu Agrometeorološkoga sektora osnovana Silvometeorološka prognostička služba, na čije je čelo postavljen Tomislav Dimitrov, koji je objavio i dva poglavlja u knjizi (Dimitrov, 1987.) i knjigu (Dimitrov, 2000.).

Operativni dio procjene opasnosti od šumskih požara prema kanadskoj metodi započeo je odmah 1981. godine u okviru *Programa mjera za korištenje specijalnih aviona za gašenje šumskih i drugih požara te Programu hidrometeoroloških aktivnosti u zaštiti šuma od požara u SRH*, a od 1991. godine u okviru *Programa aktivnosti u provedbi posebnih mjera zaštite od požara od interesa za Republiku Hrvatsku* koji svake godine donosi Vlada RH.

Unutar Agrometeorološkoga sektora procjena stvarnoga i prognostičkoga meteorološkoga indeksa opasnosti od šumskoga požara se radila sve do 2000. godine. Tada je došlo do novoga ustroja agrometeorologije u DHMZ-u. Poslovi koji su se od početka obavljali u Silvometeorološkoj prognostičkoj službi razjedinjeni su u više sektora DHMZ-a, a time je ukinuto i postojanje te službe. Agrometeorološka mjerenja i fenološka opažanja objedinjuju se u okviru osnovne mreže meteoroloških postaja. Istraživački dio zaštite šuma od požara, kao i agrometeorološka istraživanja, prebačena su u današnji Sektor za meteorološka istraživanja i razvoj. U razdoblju 1983.–2001. analizirane su izvanredne vremenske prilike za pojedine požarne sezone i objavljivane u Šumarskom listu ili Vatrogasnem vjesniku (npr. Dimitrov i Jurčec, 1984.; Vučetić, M., 1998., 2000., 2002.). Međutim, nakon preustroja takve su se analize ponovo počele raditi tek 2010. godine u obliku studija *Ocjena požarne sezone u Hrvatskoj u tekućoj godini*. U prvoj studiji analizirano i unazad za šest požarnih sezona u razdoblju 2005.–2010. Neki su od tih rezultata objavljeni u radu Tomašević i V. Vučetić (2014.) za požarnu sezonom 2013. godinu u usporedbi s 2012., koja je bila sušna i ekstremno topla sezona s iznimno velikom potencijalnom opasnosti od požara raslinja.

Usporedo s operativnim i istraživačkim radom Tomislav Dimitrov imao je prijedloge za eksperimentalan rad. Prema njegovim zamislima i nacrtima u Makarskoj je 1994. sagrađen prostor u koji se uselila Glavna meteorološka postaja (GMP) Makarska, a nakon toga dograđeni su istraživački poligon s laboratorijem za istraživanje suhoće/vlažnosti šumskoga mrvogora gorivoga materijala te zapaljivosti pojedinih biljnih vrsta karakterističnih za jadransko područje. Iako je poligon sagrađen, a laboratorij dijelom opremljen instrumentarijem, nikada nije zaživio. Istraživanja su trebala biti obavljana po uzoru na Državni institut za agronomski istraživanja INRA u Francuskoj (L’Institut national de la recherche agronomique), gdje je Tomislav Dimitrov bio 1990. na stručnom usavršavanju.

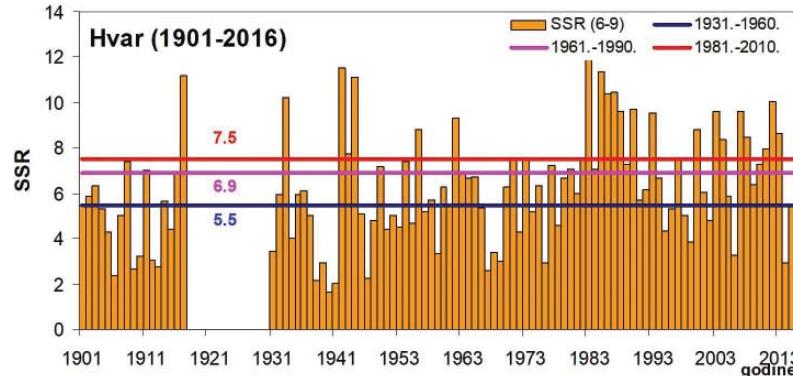
Istraživanja koja su obavljena 1998. godine Kaučić i Kovačević (2000.) dijelom su se dotakla osnovne zamisli namjene eksperimentalnoga poligona u Makarskoj. Tek poslije uspostave suradnje sa Šumarskim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu i sa sudjelovanjem Marka Vučetića na projektu *Biotehničke mjere u zaštiti i obnovi šuma od požara* čiji je voditelj bio profesor sa Šumarskog fakulteta Željko Španjol – započela su početkom svibnja 2007. intenzivnija istraživanja na eksperimentalnom poligonu u Makarskoj. Usporedna istraživanja obavljana su i na GMP Rab (vlaženje etalonskih štapića) te zapaljivost i gorenje biljnih vrsta u ambulantnom laboratoriju na Nastavno-pokusnom šumskom objektu (NPŠO) Rab. Istraživanja su potrajala dvije godine, a rezultati su objavljeni npr. u radu Rosavec i sur. (2010.). Nakon toga, istraživanja na pokusnom poligonu u Makarskoj u potpunosti zamiru, a s time i takva interdisciplinarna eksperimentalna istraživanja u DHMZ-u za potrebe zaštite šuma od požara.

Međutim, suradnja sa Šumarskim fakultetom sudjelovanjem na raznim projektima i dalje se nastavlja i rezultirala je mnogim znanstvenim radovima u kojima se objavljaju istraživanja utjecaja vremena i klime na šumske sastojine (npr. Seletković i sur., 2011.; Ugarković i sur., 2013.). ili postojanje povoljnijih uvjeta za nastanak i širenje šumskih požara.

Osnovni cilj tih projekata koje su finansirali Hrvatske šume d.o.o. ili NP Mljet bila su istraživanja u šumi na kršu kao temeljnog fenomenu zaštićenih područja, ali i općenito zaštita šuma od požara te obnova šume nakon požara. Također istraživale su se mogućnosti pošumljavanja manje zapaljivim vrstama kao i što bržega podizanja autohtonih vrsta na područjima spaljenim u požarima. Posebno su istraživani mikroklimatski uvjeti u različitim šumskim sastojinama za bolje razumijevanje uvjeta u kojima opstaju pojedine vrste i u njihovoj prilagodbi specifičnim mikroklimatskim uvjetima (Španjol, Barčić i M. Vučetić, 2001.; Španjol i sur., 2006.; Rosavec i sur., 2013.). Suradnja s Državnom upravom za zaštitu i spašavanje i Hrvatskom vatrogasnom zajednicom rezultirala je knjigom *Osnove gašenja požara raslinja* (Vučetić, M., 2010.).

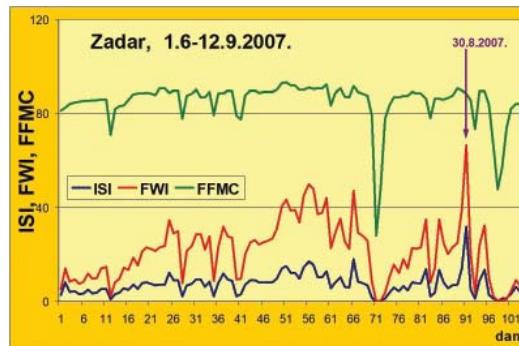
Državna uprava za zaštitu i spašavanje je 2011. godine zatražila nadopunu studije *Procjena ugroženosti Republike Hrvatske od prirodnih i tehničko-tehnoloških katastrofa i velikih nesreća*. Za te svrhe izrađene su karte prostorne raspodjele mjesecne i sezonske žestine odnosno potencijalne opasnosti od šumskog požara. Procjena žestine u sebi sadrži meteorološke uvjete i stanje vlažnosti mrvoga šumskoga gorivoga materijala pa služi za klimatološko-požarni prikaz prosječnoga stanja na nekom području u određenom vremenu. Tako je za postaju Hvar pokazano da je srednja sezonska žestina postupno rasla po 30-godišnjim razdobljima (slika 2.8.2.1.). U razdoblju 1931.–1960. bila je 5,5; u razdoblju 1961.–1990. bila je 6,9; a u najnovijem razdoblju 1981.–2010. povećala se na 7,5. To ukazuje na to da na jadranskom području postoji sve veća potencijalna opasnost od požara raslinja.

Međutim, detaljnija analiza u Petom i Šestom nacionalnom izvješću prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC) pokazuje posljednjih 60 godina statistički signifikantan trend porasta sezonske žestine i u unutrašnjosti Hrvatske (Lika i istočna Slavonija). S time požarna problematika nije više vezana isključivo za jadransku obalu i otoke nego i za druge dijelove Hrvatske. Utjecaj klimatskih promjena na opasnost od požara raslinja pokazuju tendenciju ranijega početka požarne sezone u svibnju, ali i mogućnost produljenja sezone požara u jesen do listopada, osobito na jadranskom području. Istaknimo da se rezultati istraživanja na području Hrvatske uvelike podudaraju s onima drugih zemalja. Tako se požarni režim u našoj zemlji dobro uklapa u širu sliku povećanja područja velike ugroženosti od šumskih požara na Sredozemlju i u istočnoj Europi u ljetnim mjesecima.

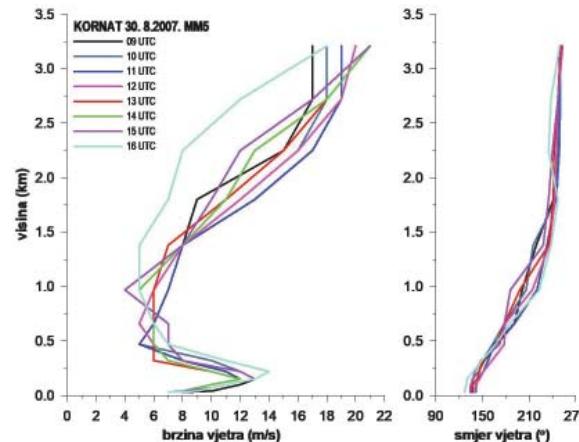


Slika 2.8.2.1. Sezonska žestina (SSR) za Hvar u razdoblju srpanj–rujan 1901.–2014. Kada je $SSR > 7$, postoje vremenski uvjeti povoljni za nastanak velikih požara raslinja.

Slika 2.8.2.2.
Dnevni hodovi indeksa meteorološke opasnosti od šumskih požara (FWI), početne brzine širenja požara (ISI) i finoga gorivoga materijala (FFMC) primjenom kanadskoga modela *Fire Weather Index* za postaju Zadar od 1. lipnja do 12. rujna 2007. u 12 UTC. (Vučetić, M. i V. Vučetić, 2011.).



Slika 2.8.2.3. Vertikalni profili brzine i smjera vjetra za područje Kornata do visine od 3 km određeno pomoću numeričkoga modela MM5 za 30. kolovoza 2007. (Vučetić, V. i sur., 2007.).



PRIMJER 2.8.2.

Nakon najveće vatrogasne tragedije u Hrvatskoj, u kojoj je pri gašenju požara niskoga raslinja na otoku Kornatu smrtno stradalo 12 vatrogasaca, prema odluci ministra unutarnjih poslova od 3. rujna 2007. osnovana je Interdisciplinarna ekspertna radna skupina za razrješenje okolnosti požara i stradavanje vatrogasaca na otoku Kornatu 30. kolovoza 2007. Članovi Skupine iz DHMZ-a bili su Branka Ivančan-Picek, Marko Vučetić i Marija Mokorić. U izradu studije *Analiza meteoroloških prilika za vrijeme kornatskog požara 30. kolovoza 2007.* uključili su se i drugi meteorolozi iz DHMZ-a kako bi što sveobuhvatnije analizirali vremenske uvjete u tom požaru (slika 2.8.2.2.). Primjenili su mezoskalne numeričke modele ALADIN i MM5 i analizirali sve dostupne prizemne i visinske meteorološke podatke te satelitske snimke. Posebno uz istraživanje vertikalne strukture atmosfere po prvi je put u našim vremenskim uvjetima izravno povezana pojava niske mlazne struje (maksimum brzine vjetra u donjoj troposferi do visine od 1 km, slika 2.8.2.3.) s ponašanjem požara raslinja (Vučetić, V. i sur., 2007.; Vučetić, M. i V. Vučetić, 2011.). Iako je i u prijašnjim istraživanjima zapažen taj maksimum brzine vjetra (Vučetić, M. i V. Vučetić, 1999.), analiza kornatskoga požara ukazala je na nisku mlaznu struju i približavanje hladne fronte kao dodatne pokazatelje za izvanredno ponašanje požara raslinja. Sve je to potaknulo i daljnja istraživanja šumskih požara na Jadranu i u kontinentalnoj Hrvatskoj u okviru pet diplomskih radova. Dio istraživanja objavljen je u znanstvenim radovima (Mifka i V. Vučetić, 2012.; Kuraži i V. Vučetić, 2015.; Omažić i V. Vučetić, 2017.).

Međunarodna suradnja iz područja agrometeorologije započinje sudjelovanjem hrvatskih predstavnika u Komisiji za agrometeorologiju Svjetske meteorološke organizacije (CAgM WMO). Predstavnici su bili Marko Vučetić (1992.–2001.), Dražen Kaučić (2002.–2005.) i Višnja Vučetić (od 2006. na dalje), koja je sudjelovala i u stručnim skupinama za rad na utjecaju ekstremnih vremenskih prilika na poljoprivredu i šumarstvo te za zaštitu šuma od požara u Europi (slika 2.8.2.4.). To je omogućilo i znanstveno-istraživački rad u okviru europskih projekata COST, koji su detaljnije prikazani u Poglavlju 3.:

- COST 725 *Osnivanje europske platforme fenoloških podataka za klimatološke primjene u razdoblju 2005.–2009.* (Vučetić, V., M. Vučetić i Lončar, 2008.) koji je 2010. godine prerastao u projekt EUMETNET PEP 725: *Europska fenološka baza podataka*
- COST 734 CLIVAGRI – *Utjecaj klimatskih promjena i varijacija na europsku poljoprivredu u razdoblju 2006.–2011.* (Bice i sur., 2011.; Trnka i sur., 2011.; Lalić i sur., 2014.)
- COST ES 1106 EURO-AGRIWAT – *Procjena korištenja i razmjene vode za potrebe europske poljoprivrede pod utjecajem klimatskih promjena u razdoblju 2012.–2016.* (Gobin i sur., 2016.).

Razvoj suvremene poljoprivrede i šumarstva ne može se više zamisliti bez primjene najnovijih rezultata agrometeoroloških i agroklimatskih istraživanja. Za unapređenje održivoga sustava poljoprivredne proizvodnje i zaštite šuma od požara neophodna su agrometeorološka saznanja koja će poslužiti kao podloga agronomskim i šumarskim stručnjacima, ali i donositeljima političkih odluka u izradi strateških planova.

Provedba složenoga plana koji obuhvaća cjelokupno eksperimentalno i modelirano istraživanje utjecaja i prilagodbe klimatskim promjenama primjenom najnovijih agrometeoroloških modela, produkata numeričkih modela, satelitskih produkata te mjesecnih i sezonskih prognoza, ovisi o udruživanju stručnjaka i znanstvenika unutar meteorološke struke, koji se bave agrometeorološkim, klimatskim i numeričkim modeliranjem, te o interdisciplinarnoj povezanosti agronomskih, agroekonomskih i šumarskih stručnjaka i znanstvenika. U ostvarenju istraživanja nužno je osnivanje jedinstvene državne baze podataka o usjevima, tlu i šumskim požarima po uzoru na državnu meteorološku bazu podataka. Agrometeorološka saznanja i informacije nužno je približiti i neposrednim korisnicima, poljoprivrednicima, agronomima, šumarima i vatrogascima te posebice mladima, održavanjem seminara i radionica, jer agrometeorologija može pomoći u unapređenju proizvodnje hrane i u poboljšanju zaštite raslinja od požara.



Slika 2.8.2.4. Sastanak stručne skupine OPAG 3. ET 3.2. Strategija utjecaja i pripravnosti na vremenske i klimatske ekstreme u poljoprivredi, stočarstvu, šumarstvu i ribarstvu Komisije za agrometeorologiju Svjetske meteorološke organizacije u Osaki 13. ožujka 2012. (iz privatne arhive V. Vučetić).

Literatura:

- Bice, D., A. Montanari, V. Vučetić and M. Vučetić, 2011: The influence of regional and global climatic oscillations on Croatian precipitation and temperature. *International Journal of Climatology*, **32**, 1537–1557.
- Cindrić, Ž., 1971: Mikroklimatska istraživanja u šumskim fitocenozama na području Crnog Luga (Gorski kotar). 16–20. srpnja 1969. god. RHMZ SRH, Zagreb, 60 str.
- Derežić, D. i V. Vučetić, 2011: Tendencija povećanja srednje temperature tla u Hrvatskoj. *Hrvatski meteorološki časopis*, **46**, 85–96.
- Dimitrov, T. i V. Jurčec, 1984: Utjecaj vremenskih prilika na pojavu šumskih požara na području priobalnog krša tijekom 1983. godine. *Šumarski list*, **CVIII** (9–10), 427–445.
- Dimitrov, T., 1987: Šumski požarni sistemi procjene opasnosti od požara. *Osnove zaštite šuma od požara*, Centar za informacije i publicitet, Zagreb, 15–26. i 181–256.
- Dimitrov, T., 2000: Klima i prirodno sušenje drva. Zagreb, vlastita naklada, 132 str.
- Ferina, J., V. Vučetić, T. Bašić and B. Grisogono, 2013: Surface Water Balance Components in Croatia. *Proceedings of abstracts of the 13 EMS/11 ECAM*, Reading, UK, 9.–13.9.2013.
- Gobin, A. et al, 2016: Variability in the water footprint of arable crop production across European regions. *Water*, **9**, 93, 1–22.
- Jelić, M. i V. Vučetić, 2011: Utječe li promjena klime na početak cvjetanja jorgovana? *Hrvatski meteorološki časopis*, **46**, 45–53.
- Kaučić, D., 1989: Karakteristike temperatura tla u Hrvatskoj. *Rasprave*, **24**, 65–71.
- Kaučić, D., 1991: Sume topotnih jedinica za kukuruz s osvrtom na vegetacijski period 1990. godine u Hrvatskoj. *Poljoprivredne aktualnosti*, **27**, 621–630.
- Kaučić, D., 1993: Stanje vlažnosti tla tijekom perioda vegetacije. *Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike 1992. u Hrvatskoj*, **16**, 65–67.

- Kaučić, D., 1994: Analiza termičkog režima tla tijekom vegetacijskog perioda 1993. godine. Izvješće o znanstvenom i stručnom radu u 1993. godini, **18**, Duhanski institut Zagreb, 23–35.
- Kaučić, D. i N. Pavičić, 1997: Primjena toplinskih jedinica u određivanju rokova dozrijevanja jabuke sorte Golden delicious. *Hrvatski meteorološki časopis*, **32**, 69–73.
- Kaučić, D. i M. Kovačević, 2000: Biološki i meteorološki čimbenici nastanka i širenja požara u šumi alepskog bora. *Zbornik sažetaka priopćenja Sedmog hrvatskog biološkog kongresa*, Hvar, 24.–27.9.2000., 212–213.
- Kaučić, D., 2001: Anomalije temperatura tla u Hrvatskoj u razdoblju ožujak–kolovoz 2000. *Šumarski list*, **CXXV**, 5–6, 291–297.
- Krulić, B. i V. Vučetić, 2011: Razvojne faze i zimsko mirovanje jabuke u Hrvatskoj. *Hrvatski meteorološki časopis*, **46**, 35–43.
- Kuraži, D. i V. Vučetić, 2015: Vremenska analiza velikog šumskog požara na Strahinjčici u ožujku 2012. *Vatrogastvo i upravljanje požarima*, **V**, 1, 5–16.
- Lalić, B. et al, 2014: Can Agrometeorological Indices of Adverse Weather Conditions Help to Improve Yield Prediction by Crop Models? *Atmosphere*, **5**, 1020–1041.
- Maksić, B., M. Šikić, I. Penzar i M. Knežević, 1962: Klimate i agroklimatske osobine južnog Kalničkog prigorja. *Rasprave i prikazi*, **8**, 139 str.
- Mifka, B. i V. Vučetić, 2012: Vremenska analiza katastrofalnog požara na otoku Braču od 14. do 17. srpnja 2011. *Vatrogastvo i upravljanje požarima*, **I**, 3, 13–25.
- Omažić, B. i V. Vučetić, 2017: Analiza meteoroloških uvjeta tijekom požara na poluotoku Pelješac u srpnju 2015. *Vatrogastvo i upravljanje požarima*, **VII**, 1, 6–23.
- Pandžić, K. i M. Vučetić, 1992: Ocjena vlažnosti (sušnosti) 1991. godine na području Hrvatske prema Palmerovom indeksu. *Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike 1991. u Hrvatskoj*, **15**, 21–23.
- Rosavec, R. i sur., 2010: Temeljna obilježja nekih šumskih goriva. *Zbornik sažetaka 3. Međunarodno stručno-znanstvenog skupa Zaštita na radu i zaštita zdravlja*, Zadar, 22.–25.9.2010.

- Rosavec, R. i sur., 2013: Ugroženost sastojina alepskog bora (*Pinus halepensis* Mill) požarima u stanišnim uvjetima jadranskog područja krša. *Šumarski list*, **CXXXVIII**, 9–10, 461–471.
- Salopek, I. V. Vučetić i M. Mesić, 2010: Različite metode izračuna temperaturnih sumi i njihova primjena u poljoprivredi. *Zbornik sažetaka skupa Meteorološki izazovi današnjice*, Zagreb, 9.–10.11.2010.
- Seletković, Z., I. Tikvić, M. Vučetić i D. Ugarković, 2011: Klimatska obilježja i vegetacija sredozemne Hrvatske. *Šume hrvatskoga sredozemlja*, Matić, S. (ur.), Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, 142–161.
- Stilinović, T., I. Herceg Bulić i V. Vučetić, 2014: Utjecaj zimske Sjeverno-atlantske oscilacije na proljetne temperature tla u Hrvatskoj. *Hrvatski meteorološki časopis*, **48/49**, 37–45.
- Sviličić, P., V. Vučetić, S. Filić and A. Smolić, 2016: Soil temperature regime and vulnerability due to extreme soil temperatures in Croatia. *Theoretical and Applied Climatology*, **126**, 247–263.
- Šarić, T., V. Vučetić i A. Marki, 2012: Analiza temperaturnih sumi u Hrvatskoj. *Zbornik sažetaka skupa Meteorološki izazovi 2: Meteorologija u fokusu javnosti*, Zagreb, 6.–7.3.2012.
- Španjol, Ž., D. Barčić i M. Vučetić, 2001: Ekološki čimbenici nastanka i sanacije šumskih požara. *Zbornik radova međunarodnog znanstvenog i stručnog savjetovanja Vatrozaštita, protuprovala i videonadzor*, Šibenik, 22.–24.3.2001., 101–108.
- Španjol, Ž. i sur., 2006: Procjena ugroženosti mediteranskih šuma od požara uporabom tehnologije GIS. *Glasnik za šumske pokuse*, pos. izd. **5**, 179–189.
- Tomašević, I. i V. Vučetić, 2014: Ocjena požarne sezone 2013. i usporedba s požarnom sezonom 2012. godine. *Vatrogastvo i upravljanje požarima*, **IV**, 1, 19–35.
- Trnka, M. et al, 2011: Agroclimatic conditions in Europe under climate change. *Global Change Biology*, **17**, 2298–2318.
- Trnka, M. et al, 2016: Changing regional weather–crop yield relationships across Europe between 1901 and 2012. *Climate Research*, **70**, 195–214.

Ugarković, D., I. Tikvić, Z. Seletković i M. Vučetić, 2013: Promjene klimatskih elemenata i indeksa na području šumskih ekosustava sredozemne Hrvatske. *Šumarstvo i poljoprivreda hrvatskog Sredozemlja na pragu Europske unije*, Anić, I., F. Tomić i S. Matić (ur.), Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, 29–45.

Viher, M. and V. Vučetić, 1998: Determination of changes in phenological cycle of oak-wood by multispectral NOAA/AVHRR images. *International archives of photogrammetry and remote sensing*, **32**, 750–756.

Vučetić, M. i V. Vučetić, 1993: Evapotranspiracija tijekom vegetacijskog razdoblja 1992. godine. *Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike 1992. u Hrvatskoj*, **16**, 61–64.

Vučetić, M. and V. Vučetić, 1994: Degree days in the mountain area of Croatia. *Annalen der Meteorologie*, **30**, 356–360.

Vučetić, M. and V. Vučetić, 1996: The phenological analysis of almond culture along the Adriatic Coast. *Biometeorology*, **14**, 247–254.

Vučetić, M. 1998: Vremenske prilike i opasnost od šumskih požara tijekom razdoblja lipanj–kolovoz 1998. *Vatrogasni vjesnik*, **9/1998**, 23–25.

Vučetić, M. i V. Vučetić, 1998: Iz povijesti fenoloških motrenja i mjerjenja temperature tla u Kaštelskom zaljevu. *Zbornik radova Znanstveno-stručnog i kulturnoškog skupa Kaštela*, Kaštel Stari, 30.9.–3.10.1998., 301–305.

Vučetić, M. and V. Vučetić, 1999: Different types of the forest fires on the Croatian coast. *Forest fires: Needs & innovations*, DELFI99, Athens, Greece, 17–20.11.1999., 365–369.

Vučetić, M., 2000: Vremenske prilike i šumski požari na hrvatskom priobalju tijekom 2000. *Šumarski list*, **CXXV**, 7–8, 367–378.

Vučetić, M., 2002: Vremenske prilike i usporedba sezone zaštite šuma od požara 2001. u odnosu na višegodišnji prosjek. *Šumarski list*, **CXXVI**, 11–12, 563–574.

Vučetić, M., D. Kaučić i Ž. Lončar, 2008: Agrometeorologija. *Klimatski atlas Hrvatske 1961–1990. i 1971–2000.* DHMZ, Zagreb, 127–140.

- Vučetić, M., 2010: Meteorologija i požari raslinja. *Osnove gašenja požara raslinja*, Mi Star d.o.o., Zagreb, 21–54.
- Vučetić, M. i V. Vučetić, 2011: Analiza opasnosti od požara za vrijeme kornatskog požara 30. kolovoza 2007. godine. *Vatrogastvo i upravljanje požarima*, **I**, 1–2, 12–25.
- Vučetić, M., V. Vučetić and P. Čiček Pomper, 2017: Grapevine phenology in Croatia under climate change. *Proceedings of abstracts of the 21st International Congress of Biometeorology: Weather and Climate Information for Risk Management*, Durham, Velika Britanija, 4.–6.9.2017.
- Vučetić, V., 1991: Analiza fenoloških prilika na području Molva. *Hrvatski meteorološki časopis*, **26**, 99–115.
- Vučetić, V. i M. Vučetić, 1993: Temperaturne sume tijekom vegetacijskog razdoblja 1992. *Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike 1992. u Hrvatskoj*, **16**, 75–79.
- Vučetić V. and M. Vučetić, 1996a: Determination of evapotranspiration in Croatia. *Biometeorology*, **14**, 141–148.
- Vučetić, V. and M. Vučetić, 1996b: Degree Days in the Croatia Lowlands. *Prace geograficzne – Zeszyt*, **102**, 359–364.
- Vučetić, V. and M. Vučetić, 1997: Climatic conditions in the Marine park of Silba. *Hrvatski meteorološki časopis*, **32**, 27–36.
- Vučetić, V. i M. Vučetić, 1998: Trend razvojnih faza masline. *Zbornik radova Znanstvenog skupa Andrija Mohorovičić – 140. obljetnica rođenja*, Zagreb, 9.–11.3.1998., 457–464.
- Vučetić, V. i M. Vučetić, 2003: Fenološke značajke na području Zavižana. *Šumarski list*, **CXXVII**, 7–8, 359–372.
- Vučetić, V. and M. Vučetić, 2005: Variations of phenological stages of olive-trees along the Adriatic coast. *Periodicum biologorum*, **107**, 3, 335–340.
- Vučetić, V. and M. Vučetić, 2005: Temperature sums and climatic variations in the Parg region. *Hrvatski meteorološki časopis*, **40**, 673–676.
- Vučetić, V. and M. Vučetić, 2006: Phenological fluctuations as a possible signal of climatic changes in the Croatian mountain area. *Meteorologische Zeitschrift*, **15**, 237–242.



Vučetić, V. i sur., 2007: Analiza vremenske situacije tijekom kornatskog požara 30. kolovoza 2007. *Hrvatski meteorološki časopis*, **42**, 41–65.

Vučetić, V., M. Vučetić and Ž. Lončar, 2008: History and present observations in Croatian plant phenology. *The history and current status of plant phenology in Europe*, Nekovar, J. et al (Eds.), European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research, 44–50.

Vučetić, V., 2009: Secular trend analysis of growing degree-days in Croatia. *Időjárás*, **113**, 39–46.

Vučetić, V., 2010: Modelling of maize production in Croatia: present and future climate. *The Journal of Agricultural Science*, **149**, 145–157.

Vučetić, V. and O. Feist, 2015: Heat stress and agriculture in Croatia: Past, Present and Future. *Proceedings of abstracts of GEWEX workshop on the climate system of the Pannonian basin*, Osijek, 9–11.11.2015.

2.9

Vodno gospodarstvo

2.9.1. Meteorološki dio

Ksenija Cindrić Kalin, Marjana Gajić-Čapka

Primjenjena klimatološka istraživanja za područje upravljanja vodama obuhvaćaju analize klimatoloških podataka (arhivskih), koje primarno koriste planeri i projektanti, te rezultate klimatskih modela za dugoročnija planiranja po slivovima. U nizu studija koje se izrađuju za korisnike, program analize definiran je zahtjevom korisnika ovisno o tome u koju se svrhu meteorološki rezultati primjenjuju (planiranje i/ili projektiranje hidrotehničkih sustava sa svrhom obrane od poplava, navodnjavanja, sigurnosti brana na akumulacijama i retencijama, planiranje vodoopskrbe i sl.). Namjenske analize prvenstveno sadrže određivanje prosječnih vrijednosti u različitim vremenskim razdobljima, vjerojatnosti pojavljivanja karakterističnih klimatskih elemenata, trajanje razdoblja s određenim karakteristikama, analize ekstremnih vrijednosti, prostorne raspodjele, vremenske promjene i dr.

Važnost meteoroloških parametara, posebice oborine, i uloga meteoroloških istraživanja u DHMZ-u za potrebe rada hidroelektrana opisane su u poglavlju 2.4. Energetika. Prema zahtjevima raznih naručitelja, analizirane su klimatske, posebice oborinske, karakteristike na pojedinom području za potrebe studija utjecaja na okoliš hidrotehničkih objekata i vodnogospodarskih osnova. Za vodnogospodarsku osnovu grada Zagreba izrađena je meteorološka podloga 1980. godine, a 10 godina poslije nadopunjena je novijim podacima. U okviru opsežnih istraživanja klimatskih prilika za potrebe upravljanja vodama i za planiranja u vodnom gospodarstvu Hrvatske, u meteorološkom dijelu studije Vodnogospodarska osnova Hrvatske iz 2002. godine, proračunate su mjesecne i godišnje vrijednosti potencijalne evapotranspiracije, procjeđivanja i otjecanja pomoću Palmerove metode za potrebe procjene gubitaka vode zbog isparavanja i obnavljanja vodnih rezervi viškom vode koja ostaje od oborine nakon zadovoljavanja potreba za isparavanjem i procjeđivanjem u tlo. Ulazni podaci za proračun bili su meteorološki parametri (srednja mjesecna temperatura zraka, količina oborine, relativna vlažnost zraka, srednja godišnja brzina odnosno jačina vjetra na lokaciji) te pedološki podaci o maksimalnom kapacitetu tla na odabranim lokacijama kontinentalnih (Gajić-Čapka i Zaninović, 2004.) i jadranskih slivova (Zaninović i Gajić-Čapka, 2005.) za referentno klimatsko razdoblje 1961.–1990. Komponente vodne ravnoteže istraživane su i za epizode poplava tijekom 2010., 2013. i 2014. (Sokol Jurković, 2016.). Uspoređeni su godišnji hodovi različitih komponenata vodne ravnoteže na pojedinoj lokaciji kao i pojedinačnih komponenata na svakoj od analiziranih lokacija. Uz to, za vodno gospodarstvo važne su analize maksimalne kratkotrajne količine oborine. Naime, ona je važna za potrebe projektiranja i rada objekata koji ovise o oborinskom režimu te moraju moći podnijeti ekstremne količine oborine. Tako je obrada jake oborine nužna u cijelom nizu podloga za projektiranje novih ili rekonstrukciju postojećih objekata, kao što su projektiranje sustava odvodnje u gradovima, na prometnicama ili poljoprivrednim površinama, ili konstrukcije akumulacija i retencija na malim i velikim slivovima (Rubinić i sur., 1995.; Gajić-Čapka, 2000., 2012.).

I dok pojave poplava na velikim slivovima značajno ovise o dugotrajnoj oborini, manji su slivovi osjetljivi na djelovanje jake oborine kraćega trajanja. To također zahtijeva analize učestalosti i procjenu očekivanih ekstremna kratkotrajne oborine na području Hrvatske, budući da su regionalne odlike s obzirom na intenzitet veoma važne, čak i na manjim područjima.

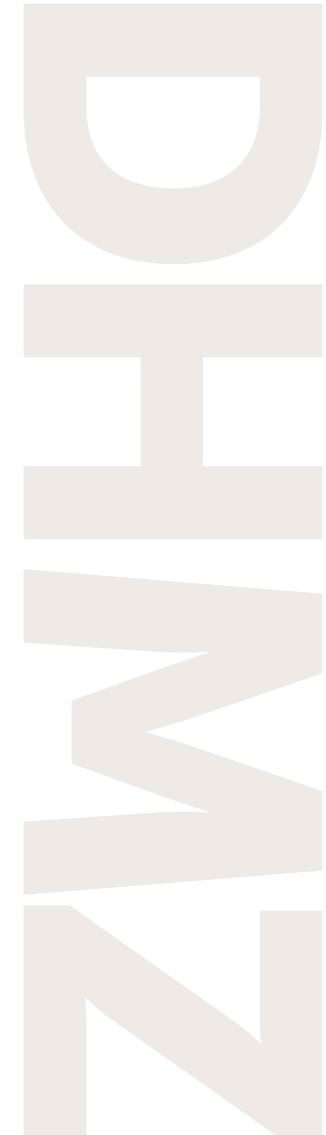
Tako je npr. takva studija izrađena za područje Istre (Gajić-Čapka i Horvat, 2009.) (primjer 2.9.1a.). Za maksimume kraćih trajanja, od 10 minuta do 24 sata, analize su najčešće provedene za pojedinačne lokacije prema zahtjevu korisnika. Na primjer, u godini 2007. prema zahtjevu naručitelja, procijenjene su maksimalne količine oborine za 5-, 10- i 60-minutna trajanja i povratna razdoblja od 1, 2, 5, 10, 25, 50, 100 i 112,5 godina izračunate pomoću opće razdiobe ekstremnih vrijednosti (GEV razdioba) za sedam gradova (Osijek, Varaždin, Zagreb, Rijeka, Pula, Split, Dubrovnik) u oborinski različitim krajevima Hrvatske prema podacima iz istoga dugogodišnjega razdoblja koje je reprezentativno u klimatskom smislu (DHMZ, 2007). U klimatskom atlasu Hrvatske procijenjene su očekivane godišnje maksimalne dnevne količine oborine za dugogodišnje razdoblje 1961.–2000. za veći broj meteoroloških postaja (Zaninović i sur., 2008.).

Najčešće se procjenjuju očekivane maksimalne kratkotrajne količine oborine za različita povratna razdoblja (npr. 10, 25, 50, 100 godina) te im se pridružuju teorijske krivulje koje povezuju intenzitet (I), trajanje (T) i povratno razdoblje (P) – ITP-krivulje (primjer 2.9.1b.). Kratkotrajna jaka oborina najčešći je uzrok poplava na urbanim područjima, pogotovo ukoliko objekti odvodnje nisu dobro dimenzionirani (Ožanić i sur., 1998.; Gajić-Čapka, 2010.; Gajić-Čapka, Ožanić i Krvavica, 2014.; Cindrić i sur., 2014.).

S druge strane, za detaljne oborinske analize u studijama o poplavama na većim slivovima važne su analize maksimalnih dnevnih i višednevnih količina oborine, brojevi dana s količinom oborine iznad određenoga praga (npr. 1 mm i 10 mm) kao i kišna razdoblja (Gajić-Čapka, 2013.; Gajić-Čapka i Cindrić, 2014.; Cindrić i sur., 2014.).

S obzirom na to da ekstremni oborinski događaji mogu uzrokovati negativne posljedice za vodno gospodarstvo, važno je redovito ažurirati njihovu analizu i ocijeniti njihove eventualne vremenske promjene (primjer 2.9.2.). Naime, u novije vrijeme sve učestalije pojave velikih voda na urbanim područjima dovode se i u vezu s klimatskim promjenama, odnosno s promjenama učestalosti i intenziteta pojava kratkotrajne jake oborine na duljoj vremenskoj skali. Povećanje učestalosti pojave kratkotrajne jake oborine može utjecati na smanjenje planiranih učinaka hidrotehničkih objekata odvodnje velikih voda koji se dimenzioniraju na temelju analize značajki kratkotrajnih intenziteta oborine iz ranijih podataka (Gajić-Čapka, 2013.; Gajić-Čapka, Ožanić i Krvavica, 2014.; Cindrić i sur. 2014.).

Osim velikih količina oborine koje služe kao ulazni parametar za analize poplava, za vodno gospodarstvo važna je i analiza suše. U okviru projekta *Nacionalni program ublažavanja posljedica suša i suzbijanja oštećenja zemljišta (NAP)* (vidi i Poglavlje 3.) pod temom *Klima* proračunate su za dva klimatska razdoblja, 1961.–1990. i 1971.–2000., prostorne raspodjele i godišnji hodovi meteoroloških elemenata (temperatura zraka i tla, količina oborine, relativna vlažnost zraka, naoblaka i osunčavanje), indeksi suše (Langov kišni faktor, De Martonneov indeks, indeks suhoće P/PET), temperaturni pragovi, maksimalne kratkotrajne količine oborine te klasifikacija klime po Thornthwaiteu.

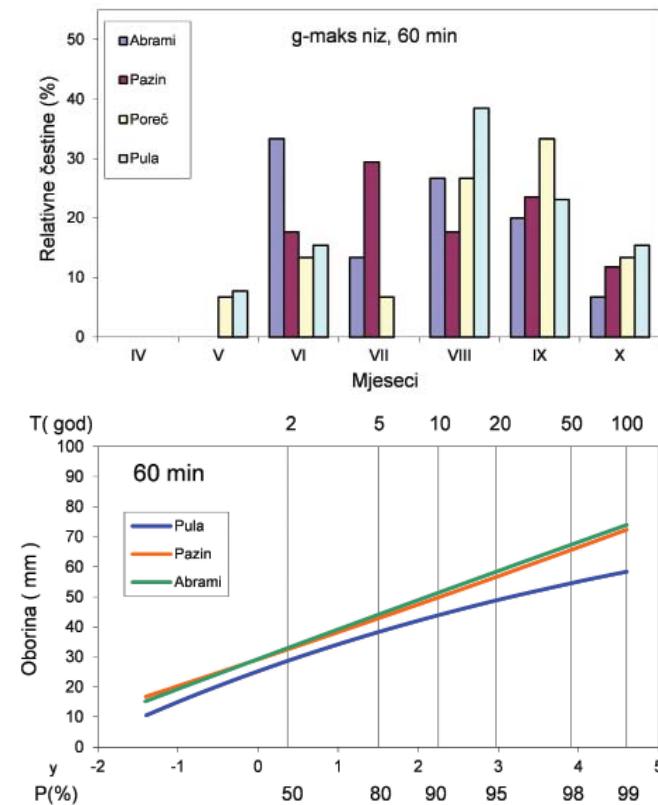


Posebno je analizirana 2003. godina kao izrazito sušna. Zatim su za razdoblje 1901.–2004. analizirani trendovi temperature zraka, količine oborine, oborinskoga deficita i temperturnih suma, učestalost toplih i hladnih te sušnih i vlažnih razdoblja, povezanost klimatskih anomalija temperature zraka i količine oborine s parametrima makrocirkulacije, scenariji klimatskih promjena za Hrvatsku (analiza globalnog modela EH5OM verzija 5, dinamička prilagodba klimatskih varijabli regionalnim klimatskim modelom RegCM verzija 3 za dvije sezone: ljeto i zimu).

U svrhu analize suše, u mjesecnom Biltenu DHMZ-a daje se ocjena oborinskih prilika na području Hrvatske pomoću sušnih razdoblja (nizova uzastopnih dana s količinom oborine ispod određenoga praga) te pomoću kumulativne količine oborine za pojedini mjesec. Dodatno, na internetskoj stranici DHMZ-a (<http://meteo.hr>) na glavnim meteorološkim postajama pravovremeno se prati kumulativna količina oborine od početka aktualnog mjeseca do trenutnog datuma, uz prikazanu i 7-dnevnu prognozu ECMWF-a (slika 2.9.1.1). Tim produktima prethodila su znanstvena istraživanja publicirana u domaćim i međunarodnim časopisima (Juras i Cindrić, 2009a. i 2009b.; Cindrić i sur., 2011.; Kalin i Cindrić, 2012.; Kalin i sur., 2015.). Osim dnevne skale, za praćenje suše na mjesecnoj i višemjesečnoj skali (3, 6, 9, 12, 24, 48 mjeseci) od 2009. godine koristi se Standardizirani oborinski indeks (SPI, eng. Standardized Precipitation Index) (McKee, Doeksen i Kleist, 1993.; Mihajlović, 2006.). Upotrebu toga indeksa za praćenje suše preporučila je i Svjetska meteorološka organizacija svim hidrometeorološkim službama pojedinih zemalja (WMO, 2012.).

Donositelji odluka sve su svjesniji prisutnih klimatskih promjena, osobito povećanoga broja ekstremnih događaja poput suša i poplava (WMO, 2013.). DHMZ redovito sudjeluje u izradi izvješća Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji ujedinjenih naroda o promjeni klime. Prema šestom takvom izvješću u bliskom budućem razdoblju (2011.–2040.) predviđa se povećanje količine oborine duž Jadrana koje je najviše izraženo zimi (MZOIP, 2014.). Prema kraju 21. stoljeća sve veći dijelovi Hrvatske bili bi zahvaćeni izraženijim promjenama, i to povećanju srednje ukupne količine oborine zimi, te smanjenju srednje ukupne količine oborine ljeti. Provedeno je i detaljno istraživanje opaženih promjena oborinskih indeksa ekstrema koje ukazuje na trend osušenja u ljetnim mjesecima, naročito u planinskom području, primorju i zaleđu (Gajić-Čapka, Cindrić i Pasarić, 2014.). Negativan trend očituje se i u smanjenoj učestalosti umjereno vlažnih dana, smanjenoj količini maksimalne dnevne i višednevne količine oborine te povećanom broju suhih dana. S druge strane, na području istočne Hrvatske uočeno je značajno povećanje jesenske količine oborine zbog povećanoga broja vlažnih i vrlo vlažnih dana, povećanoga dnevnoga inteziteta oborine i maksimalne dnevne i višednevne količine oborine. Takva istraživanja služe kao podloga za procjenu rizika od mogućih negativnih utjecaja klimatskih promjena te na prilagodbu i buduća planiranja u području vodnoga gospodarstva.

U skladu s time, DHMZ bio je aktivni partner u izradi procjene rizika od poplava i suša prilikom izrade *Procjene rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku*, koju je koordinirala Državna uprava za zaštitu i spašavanje (DUZS, 2015.).



Slika 2.9.1.1. Relativne čestine (gore) i procjene očekivanih godišnjih maksimalnih 60-minutnih količina oborine pomoću opće razdiobe ekstremnih vrijednosti (GEV distribution - Generalized extreme value distribution) (dolje) za postaje u Istri.
Izvor: Gajić-Čapka i Horvat, 2009.

Iz tih razloga, u novije vrijeme sve je više zahtjeva za izradu studija o klimatskim promjenama u Hrvatskoj, i to i za opaženu klimu i za buduća razdoblja do kraja 21. stoljeća. Rezultati su ulazne meteorološke veličine za rješavanje problema prilagodbe na klimatske promjene kod različitih aktivnosti u području vodnoga gospodarstva. Tako su na primjer za istraživanje utjecaja klimatskih promjena na snabdijevanje vodom u okviru South East Europe (SEE) projekta CC-Waters (www.ccwaters.eu) u Hrvatskoj odabrana tri pilotna područja, krški vodonosnici na jadranskoj obali: slivovi Vranskoga jezera na otoku Cresu, Blatskoga polja na otoku Korčuli i Bokanjačkoga polja kod Zadra. U DHMZ-u je izrađena opsežna studija za potrebe Hrvatskoga geološkoga instituta, a publicirani su i rezultati meteoroloških istraživanja (Gajić-Čapka, Güttler i Branković, 2011., 2014.; Branković, Güttler i Gajić-Čapka, 2013. (primjer 2.9.3). Slično su za potrebe Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci za provedbu planiranih hidroloških sagledavanja strategije i procedure sigurne prekogranične vodoopskrbe u sklopu EU IPA projekta DRINK-ADRIA (Networking for Drinking Water Supply in Adriatic Region, www.drinkadria.eu), pripremljene klimatske podloge za sliv Mirne u Istri i za područje sliva izvora Prud u dolini rijeke Neretve (Gajić-Čapka i sur., 2018.).

PRIMJER 2.9.1.

Regionalne razlike jake kratkotrajne oborine

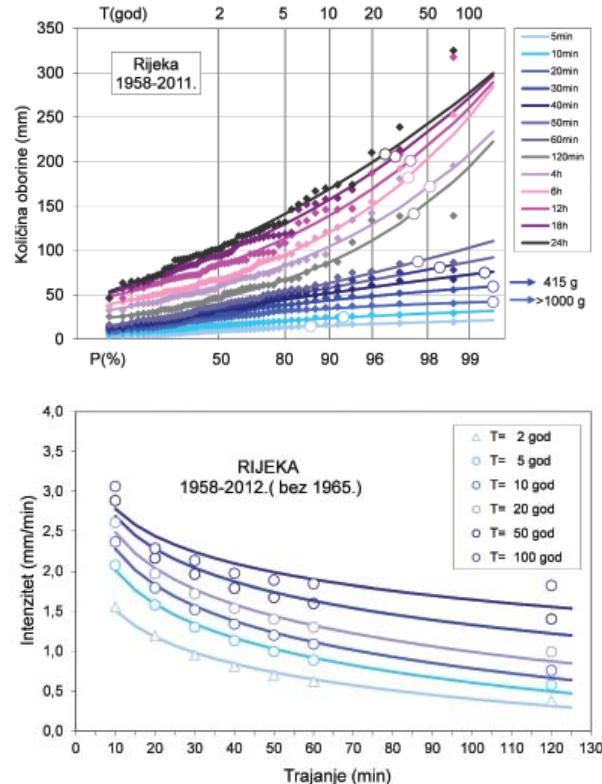
a) Učestalost i procjena godišnjih maksimalnih kratkotrajnih količina oborine u Istri

Hidrotehnički objekti koji služe za sprečavanje ili ublažavanje poplavljivanja ili navodnjavanje trebaju biti projektirani s uvažavanjem i meteoroloških uvjeta, prvenstveno oborinskih, sa smanjivanjem klimatskoga rizika.

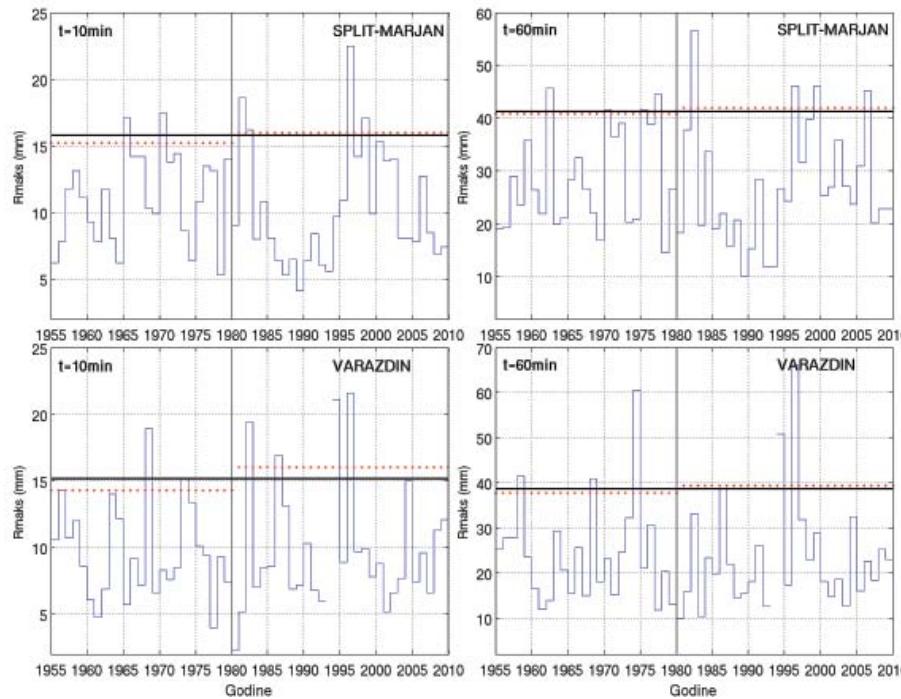
Poznavanje uzroka tih pojava podloga je za najave potencijalnih uvjeta hidroloških nepogoda. Ovaj rad analizira količinu (projektni parametar) i uzroke (prognostički ulaz) kratkotrajnih oborinskih ekstrema na području Istre. Ombrografski su podaci sa četiri meteorološke postaje u Istri: Abrami i Pazin u unutrašnjosti, te Pula i Poreč na obali. Osnovne karakteristike vremenskih tipova analizirane su pomoću prizemnih polja tlaka zraka te na plohi 850 hPa. Primjenom Opće razdiobe ekstremnih vrijednosti (GEV distribution) na godišnje oborinske maksimume za trajanja do dva sata procijenjeni su očekivani maksimumi za različita povratna razdoblja. U prosjeku jaka kratkotrajna oborina se najčešće javlja ljeti s podjednakom regionalnom varijabilnošću. Očekivani maksimumi veći su u unutrašnjosti Istre nego na obali i odstupanja se povećavaju za pojedina trajanja s povećanjem povratnog razdoblja. Najčešće su se javljali uz prednju stranu ciklone (tip N_1) (26 % slučajeva u unutrašnjosti – Abrami i 31 % slučajeva na obali – Pula). Zatim kao uzrok slijedi tip dolina niskog tlaka (Abrami – dol_2 12 %, Pula – dol_1 14 %) i pomalo neočekivano u čak 11 % slučajeva bezgradijentno anticiklonalno polje pri tlu. Analizirana su dva slučaja kišnih epizoda koje su prethodile poplavama u Istri.

b) Noveliranje ITP krivulja nakon ekstremne kišne epizode – primjer Rijeke

Nakon jake kišne epizode zabilježene u Rijeci 12.9.2012. razmatrana je problematika pojavljivanja kratkotrajne intenzivne oborine na riječkom području; analiza ekstremnih vrijednosti te primjena rezultata.



Slika 2.9.1.2. Gore: Procjene godišnjih maksimuma kratkotrajne oborine prema GEV razdiobi (krivulje) i izmjerene maksimalne godišnje količine (rombovi) za različite intervale u razdoblju 1958.–2011. za postaju Rijeka. Kružići označavaju izmjerene maksimalne količine tijekom jake kišne epizode 12.9.2012. Dolje: ITP krivulje za Rijeku prema razdoblju 1958.–2012. Izvor: Gajić-Čapka, Ožanić i Kravica, 2014.



Slika 2.9.1.3. Vremenski niz maksimalnih godišnjih količina oborine na meteorološkoj postaji Split–Marjan (gornji red) i Varaždin (donji red) za trajanja od 10 i 60 minuta u razdoblju 1955.–2010. s pripadnim očekivanim maksimumom za povratno razdoblje $T = 10$ godina (xT10 crni horizontalni pravac). Crvene točkaste crte označavaju procjene xT10 dobivene iz dva kraća razdoblja: 1955.–1980. i 1981.–2010. koja su međusobno odvojena okomitom crtom. Izvor: Cindrić i sur., 2014.

Proračunati su očekivani maksimumi količine oborine za različite vjerojatnosti pojavljivanja (povratna razdoblja) za odabране vremenske intervale (trajanja) od 5, 10, 20, 30, 40 i 60 minuta, te 2, 4, 8, 12 i 24 sata, prema podacima za 1958.–2011. i 1958.–2012. s meteorološke postaje Rijeka. Ocijenjena je ekstremnost jake kišne epizode. Apsolutni ekstremi zabilježeni su za trajanja od 20 minuta do 2 sata. S uvažavanjem tih zabilježenih maksimuma oborine, promjene u procjenama maksimuma uglavnom su pozitivne i za povratna razdoblja dulja od 20 godina i intervale od 20 minuta do 12 sati iznose 5 do 13 %. Definirane su i nove ITP-krivulje (intenzitet – trajanje – povratno razdoblje) za Rijeku, čime su novelirani ulazni oborinski parametri za potrebe projektiranja sustava oborinske odvodnje. Najznatnije promjene su primjetne za intenzitete trajanja 20, 30 i 40 minuta, za koje količine oborine, pale 12.9.2012. godine, ukazuju na povratno razdoblje veće od 100 godina.

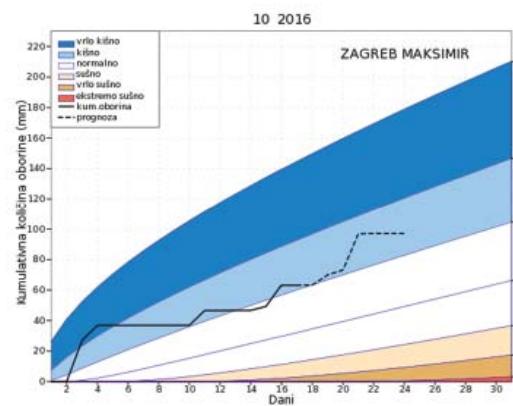
PRIMJER 2.9.2.

Vremenske promjene kratkotrajne jake oborine – primjer za Split i Varaždin u razdoblju 1955.–2010.

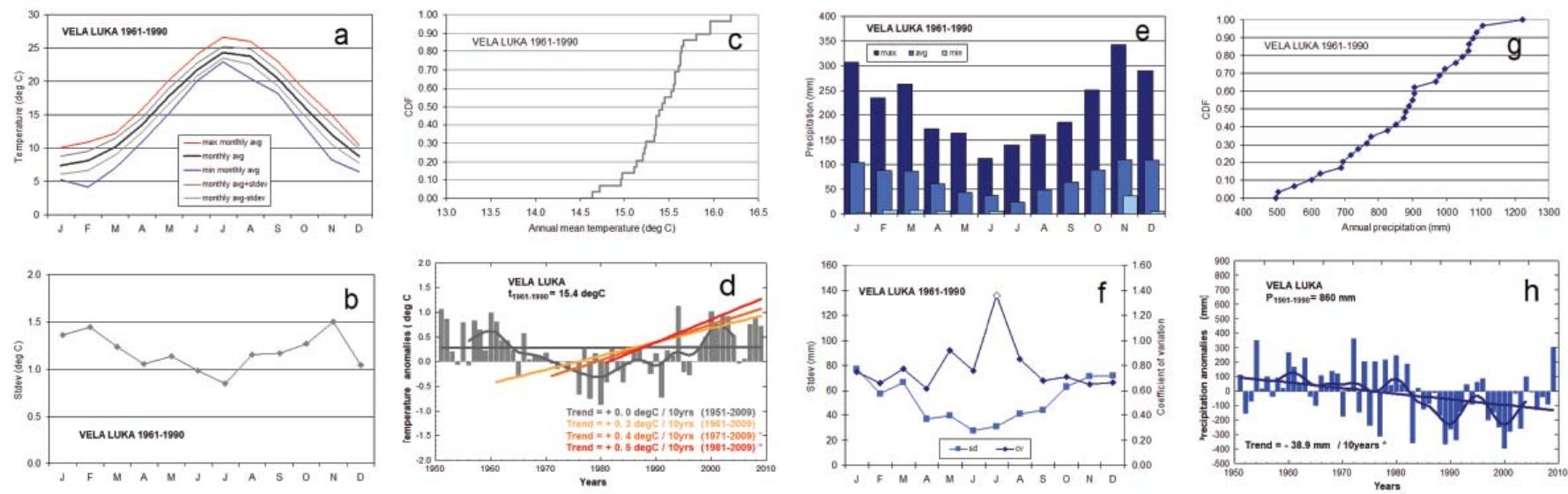
Dosadašnja istraživanja ekstremnih količina oborine u Hrvatskoj ukazala su na prostorne različitosti njihovih trendova. Stoga su u ovom radu ispitane promjene maksimalnih godišnjih kratkotrajnih količina oborine za trajanja od 10 minuta do 2 sata u razdoblju od 1955. do 2010. godine na dvije meteorološke postaje koje imaju različite oborinske režime: Split (maritimni) i Varaždin (kontinentalni). Analiza je provedena procjenom trenda iz razdoblja 1955.–2010. te usporedbom procjena očekivanih kratkotrajnih maksimuma primjenom opće razdiobe ekstrema (GEV razdioba) iz dva kraća razdoblja: 1955.–1980. i 1981.–2010.

Rezultati trenda na obje postaje ukazuju na slabo izražene i statistički neznačajne vremenske promjene kratkotrajnih količina oborine od sredine 20. stoljeća.

S druge strane, usporedba dvaju razdoblja ukazuje na slabo izraženu prisutnost pojačanja kratkotrajne oborine u novijem razdoblju na obje postaje. U radu je dodatno naglašena i važnost korištenja intervala povjerenja kojima se utvrđuje nesigurnost procjena očekivanih maksimuma za primjenu u praksi. Osim toga, zaključeno je da se uzroci sve učestalijih problema koji se javljaju s oborinskom odvodnjom pri pojавama intenzivne oborine moraju tražiti i izvan domene mogućih vremenskih promjena značajki samih kratkotrajnih jakih epizoda oborine.



Slika 2.9.1.4. Kumulativna količina oborine (mm) za listopad 2016. i krivulje teorijskih percentila (2., 10., 25., 50., 75., 90. i 98.), koji predstavljaju granice za ocjenu oborinskih prilika, za razdoblje 1961.–2000. Crtkana krivulja označava sedmodnevnu prognozu količine oborine koja je izravni rezultat numeričkog modela ECMWF-a.



Slika 2.9.1.5. Godišnji hod srednje mjesecne temperature zraka (a) i količine oborine (e) te standardne devijacije za temperaturu (b) i koeficijenta varijacije za oborinu (f), kumulativna razdioba srednje godišnje temperature zraka (c) i godišnje količine oborine (g), linearni trendovi i otežani 11-godišnji klizni srednjaci za temperaturu zraka (d) i količinu oborine (h) za razdoblje 1951.-2009. za meteorološku postaju Vela Luka.

PRIMJER 2.9.3.

Klimatske promjene i vodoopskrba – Analiza klime i klimatskih promjena za projekt CC-WaterS Primjer za Blatsko polje na otoku Korčuli.

Izvor: Gajić-Čapka i sur., 2014c

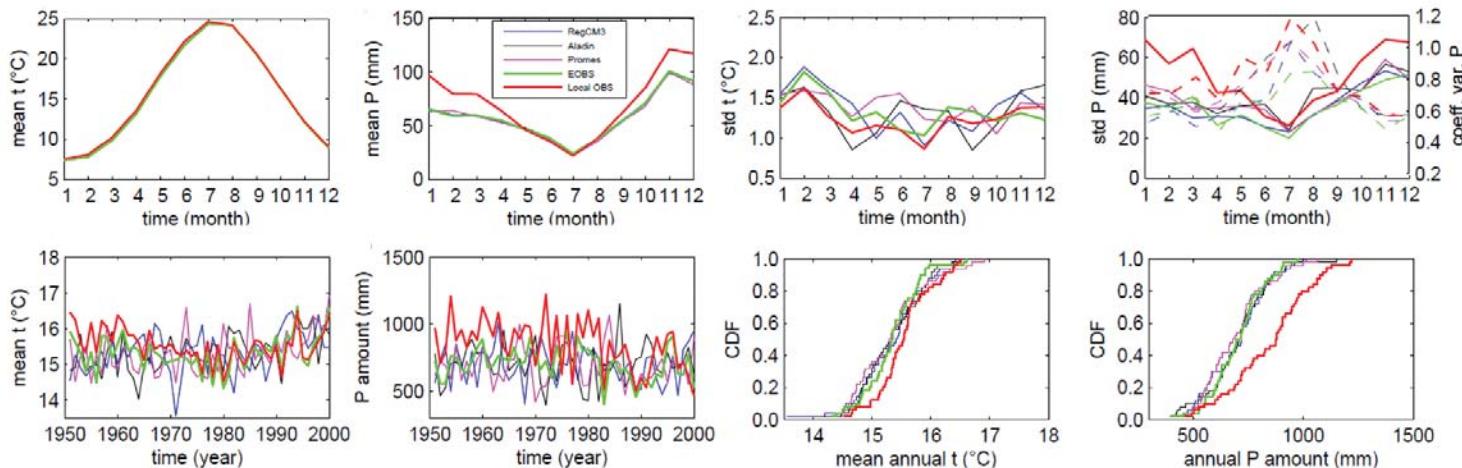
Na istočnoj jadranskoj obali postoji tendencija prema sušnim uvjetima koji su zajedničko svojstvo širega europskoga dijela Sredozemlja. Činjenica da su promjene količine oborine prostorno vrlo varijabilne, potaknula je detaljnije regionalne i lokalne analize vremenskih promjena količine oborine radi unapređenja analiza utjecaja. U projektu CC-WaterS rezultati analize varijabilnosti i trenda temperature zraka i količine oborine u sadašnjoj i budućim klimama korišteni su kao ulazni meteorološki podaci hidroloških proračuna vodne ravnoteže koji su potrebni za procjene i projekcije vodoopskrbe.

Kombinirani utjecaj promatranih meteoroloških veličina, temperature zraka i količine oborine, djeluje na komponente vodne ravnoteže.

Pronađen porast temperature zraka u toploj dijelu godine uzrokuje porast evapotranspiracije. Zajedno s tendencijom smanjenja količine oborine, očekuje se povećan manjak oborine u toploj sezoni. U hladnom dijelu godine moglo bi se smanjiti otjecanje i punjenje vodotoka zbog negativnoga oborinskoga trenda.

Klimatske su promjene analizirane iz simulacija tri regionalna klimatska modela: RegCM3, Aladin i Promes. Usporedba sadašnje klime ta tri modela s mjerenjima u mreži meteoroloških postaja DHMZ-a i vremenskim nizovima iz klimatološke baze E-OBS upućuje na potrebu uklanjanja sustavnih pogrešaka u modelima. Tako je za sve simulacije obavljeno statističko uklanjanje grešaka u modelima u odnosu na E-OBS vrijednosti. S obzirom na razlike između E-OBS nizova i mjerenja, obavljena je i dodatna prilagodba na mjerenja. Klimatske promjene definirane kao razlika između buduće klime (P1: 2021.–2050. i P2: 2071.–2100.) i sadašnje klime (P0: 1961.–1990.) u sva tri modela ukazuju na porast temperature zraka. Nasuprot tome, trendovi količine oborine pokazuju puno veću varijabilnost u smislu eventualnoga predznaka i iznosa promjene, i to ovisno o modelu i sezoni.





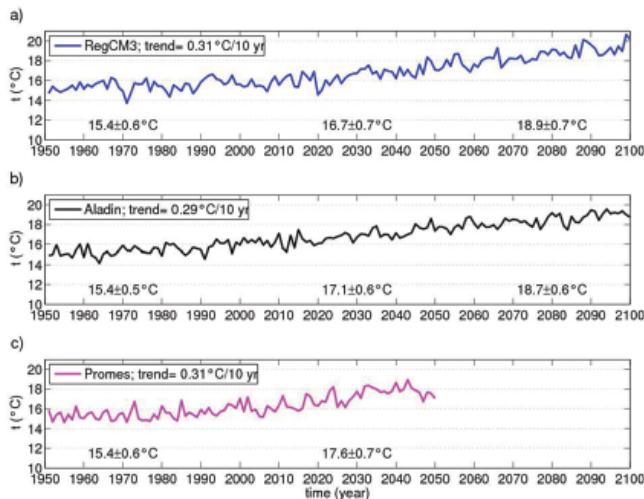
Slika 2.9.1.6. Godišnji hod:

- a) srednje mjesecne temperature zraka
 - b) mjesecne kolicine oborine
 - c) standardne devijacije temperature zraka
 - d) koeficijenta varijacije kolicine oborine;
 - vremenski nizovi:
 - e) srednje godišnje temperature,
 - f) godišnje kolicine oborine; kumulativne razdiobe;
 - g) srednje godišnje temperature zraka,
 - h) godišnje kolicine oborine.
- Vremenski nizovi modela su za RCMcorr.

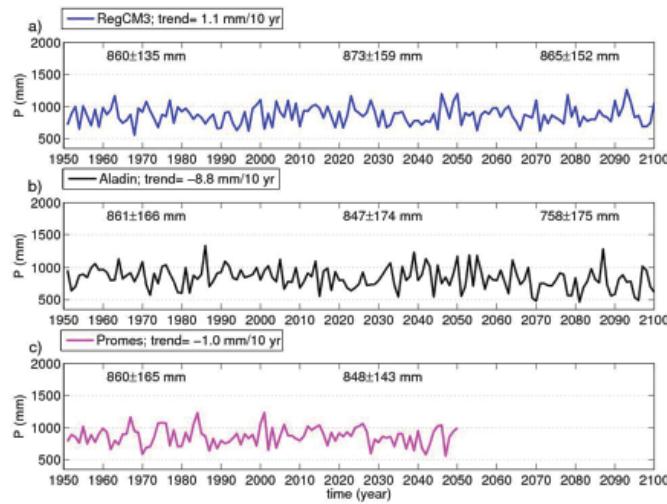
Analiza za pilotno područje Blatsko polje pokazuje da se mjerena i E-OBS podaci dobro slažu. Najveće razlike kod količine oborine jesu zimi i u jesen. Godišnji hod standardne devijacije i CDF oborine ukazuju na to da je mjerena količina oborine varijabilnija od E-OBS oborine.

Usporedba sirovih (neispravljenih) rezultata modela (RCM) s mjerenim i E-OBS podacima za razdoblje 1951.–2000. ukazuje na rasipanje među modelima.

Vremenski nizovi iz modela Aladin usko slijede godišnji hod i mjesecne standardne devijacije mjerena količina oborine. Kod godišnjega hoda temperature i njegove CDF krivulje, svi su modeli jasno odvojeni od mjerena i E-OBS podataka.



Kada se uspoređuju vremenska razdoblja P0 i P1, najveći porast temperature dobiven je modelom Promes. Za kraj 21. stoljeća Aladin i RegCM3 daju jednake amplitude promjena srednje temperature. Promjene godišnje količine oborine u razdoblju P1 ne očekuju se u odnosu na P0. Međutim, kada se uspoređuje P2 u odnosu na P0, smanjenje količine oborine postaje statistički značajno prema modelu Aladin.



Slika 2.9.1.7. Srednja godišnja temperatura zraka (lijevo) i godišnja količina oborine (desno) prema podacima modela:
a) RegCM3, b) Aladin i c) Promes.
Na svakoj slici prikazani su dekadni trendovi prema svim raspoloživim nizovima. Dodatni podaci na dnu svake slike jesu srednje vrijednosti i standardne devijacije za sadašnju klimu P0 i buduće klime P1 i P2.

Literatura:

- Branković, Č., I. Gütter and M. Gajić-Čapka, 2013: Evaluating climate change at the Croatian Adriatic from observations and regional climate models' simulations. *Climate Dynamics*, **41**, 2353–2373. DOI: 10.1007/s00382-012-1646-z.
- Cindrić, K., J. Juras, M. Gajić-Čapka i D. Mihajlović, 2011: Analiza suše pomoću standardiziranog oborinskog indeksa. *Zbornik radova 5. hrvatske konferencije o vodama Hrvatske vode pred izazovima klimatskih promjena*, Hrvatske vode, Zagreb, 145–153.
- Cindrić, K., I. Nimac, M. Gajić-Čapka, i J. Rubinić, 2014: Vremenske promjene kratkotrajnih jakih oborina u razdoblju 1955.–2010. za Split i Varaždin. *Hrvatske vode*, **22**, 89, 229–240.
- DHMZ, 2007: Analiza maksimalnih kratkotrajnih količina oborine na području Hrvatske (neobjavljeno).
- DUZS, 2015: Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku. Vlada Republike Hrvatske, 466 str.
http://www.platforma.hr/images/dokumenti/Procjena_rizika_RH_svi_FINAL.pdf
- Gajić-Čapka, M., 2000: Metode klimatološke analize kratkotrajnih oborina velikog intenziteta. Doktorska disertacija, Prirodoslovno matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 131 str.
- Gajić-Čapka, M. i K. Zaninović, 2004: Klimatske prilike slivova Save, Drave i Dunava. *Hrvatske vode*, **12**, 49, 297–312.
- Gajić-Čapka, M. i M. Horvat, 2009: Regionalne razlike jakih kratkotrajnih oborina u Istri. *Hrvatske vode*, **17**, 68, 87–101.
- Gajić-Čapka, M., 2010: Oborina na širem dubrovačkom području. *Hrvatske vode*, **18**, 74, 305–312.
- Gajić-Čapka, M., I. Gütter and Č. Branković, 2011: Climate and climate change analyses for CC-WaterS project. *Zbornik radova Hrvatske vode pred izazovom klimatskih promjena*, Opatija, 18.–21.5.2011., Biondić, D., D. Holjević i Lj. Tropan (ur.), 109–118.
- Gajić-Čapka, M., 2012: Klimatske informacije i klimatske promjene za potrebe upravljanja vodama. *Hrvatska vodoprivreda*, **201**, 22–26.
- Gajić-Čapka, M., 2013: Dnevne i višednevne oborine u srednjem i donjem toku rijeke Drave – klimatske karakteristike i promjene. *Hrvatske vode*, **21**, 86, 285–294.

- Gajić-Čapka M. i K. Cindrić, 2014: Pojava oborinskih ekstrema s osrvtom na poplave. *Hrvatska vodoprivreda*, **207**, 96–99.
- Gajić-Čapka, M., K. Cindrić and Z. Pasarić, 2014: Trends in precipitation indices in Croatia, 1961–2010. *Theoretical and Applied Climatology*, **121**, 167–177. DOI: 10.1007/s00704-014-1217-9.
- Gajić-Čapka, M., N. Ožanić and N. Kravica, 2014: Estimation of maximum short-term precipitation over the Rijeka region. *e-gfos* (Electronic Journal of the Civil Engineering Faculty Osijek), **5**, 9, 49–59.
<http://e-gfos.gfos.hr/en/index.php/archive/number-9>.
- Gajić-Čapka, M., I. Güttler and Č. Branković, 2014: Climate and climate change analysis for the island of Korcula, Croatia. *COMECA 2014 e-book of contributions*, Kanakidou M., N. Mihalopoulos and P. Nastos P. (Eds.), Crete University Press, **1**, 315–319.
- Gajić-Čapka, M., I. Güttler, K. Cindrić Kalin and Č. Branković, 2018: Observed and simulated climate and climate change in the lower Neretva river basin. *Journal of Water and Climate Change*, **9**, 1, 124–136. jwc2017034; DOI: 10.2166/wcc.2017.034
- Juras, J. i K. Cindrić, 2009a: Analiza količina oborine unutar različitih vremenskih intervala. *Hrvatske vode*, **69/70**, 197–352.
- Juras, J. i K. Cindrić, 2009b: Prostorna razdioba SPI na području Jadrana za razdoblje od srpnja do rujna 2008. *Jadranska meteorologija*, **13**, 54–58.
- Kalin, L. i K. Cindrić, 2012: Analiza mogućnosti prognoze suše na području Hrvatske pomoću standardiziranog oborinskog indeksa (SPI). *Hrvatske vode*, **20**, 79/80, 43–49.
- Kalin, L., K. Cindrić, D. Mihajlović and B. Matjačić, 2015: Possibilities on drought forecasting in Croatia. *Drought: Research and Science-Policy Interfacing*, Andreu, J. et al (Eds.), CRC Press/Balkema, Leiden, 267–271.
- McKee, T.B., N.J. Doeksen and J. Kleist, 1993: The relationship of drought frequency and duration on time scales. *Proceedings of the 8th Conference of Applied Climatology*. American Meteorology Society, Anaheim CA, Boston MA, 179–184.
- Mihajlović, D., 2006: Monitoring the 2003–2004 meteorological drought over Pannonian part of Croatia. *International Journal of Climatology*, **26**, 15, 2213–2225.

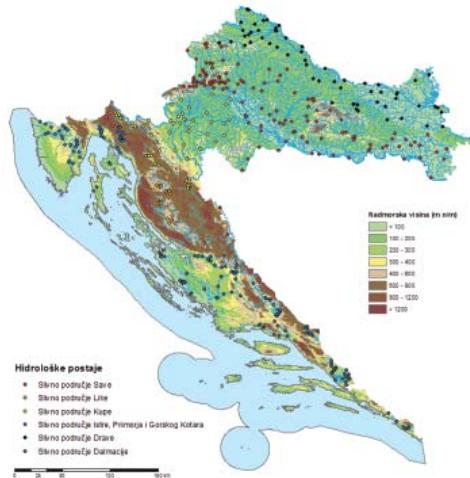
- MZOIP, 2014: Sixth National Communication and First Biennial Report of the Republic of Croatia under the United Nation Framework Convention on the Climate Change. Republic of Croatia Ministry of Environmental and Nature Protection (MZOIP), Zagreb, 247 pp.
http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom_/application/pdf/hrv_nc6.pdf
- Ožanić, N., J. Rubinić i J. Milković, 1998: Problemi urbane odvodnje pri pojivama ekstremnih oborina. *Zbornik radova Znanstvenog skupa Andrija Mohorovičić – 140. obljetnica rođenja*, Bajić, A. (ur.), Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 417–425.
- Rubinić, J., M. Gajić-Čapka, J. Milković i N. Ožanić, 1995: Intenziteti oborine – problemi obrade i interpretacije u praksi. *Zbornik radova Okruglog stola: Uloga hidrologije u strukturi gospodarstva Hrvatske*, 20.4.1995., 53–69.
- Sokol Jurković, R., 2016: Water balance components during recent floods in Croatia. *Croat. Meteor. J.*, **51**, 61–70.
- WMO, 2012: Standardized Precipitation Index User Guide. Svoboda, M., M. Hayes and D. Wood (Eds.). WMO-No. **1090**, Geneva, 24 pp.
- WMO, 2013: The global climate 2001-2010: a decade of climate extremes, Summary report. WMO-No **1119**, 20 pp.
- Zaninović, K. i M. Gajić-Čapka, 2005: Klimatske prilike jadranskih slivova. *Hrvatske vode*, **13**, 50, 1–14.
- Zaninović, K. i sur., 2008: Klimatski atlas Hrvatske, 1961.–1990., 1971.–2000., Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 200 str.

2.9

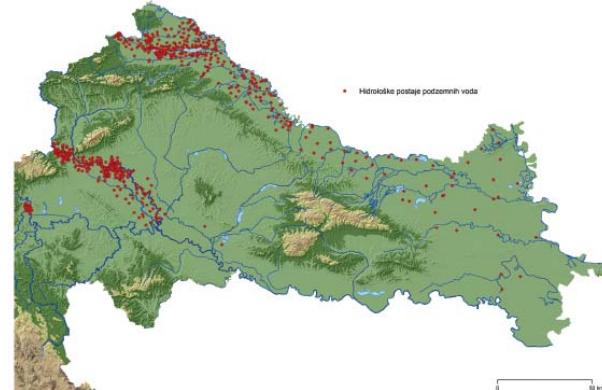
Vodno gospodarstvo

2.9.2. Hidrološki dio

Ksenija Cesarec, Dijana Oskoruš, Krešo Pandžić

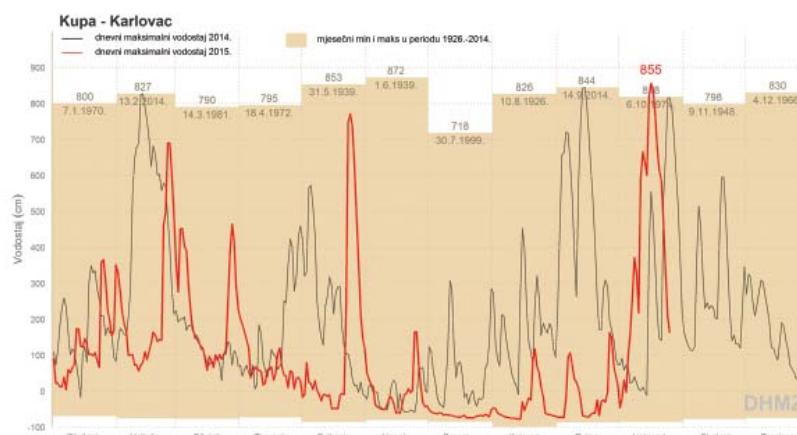


Slika 2.9.2.1.1. Mreža hidroloških postaja površinskih voda.



Slika 2.9.2.1.2. Mreža hidroloških postaja podzemnih voda.

Slika 2.9.2.1.3.
Ekstremne vrijednosti
vodostaja na hidrološkoj
postaji Kupa-Karlovac
u 2014. i 2015. godini u
usporedbi sa razdobljem
mjerena 1926.-2014.



Hidrološki su procesi pretežno stohastički, rjeđe deterministički, a ovise o geografsko-fizičkim osobinama sliva koje definiraju klimatologija, geologija, hidrogeologija, pedologija, hidraulika, hidrodinamika, oceanografija i druge srodne znanosti, što hidrologiji daje značaju multidisciplinarnosti. Uz korištenje meteoroloških podloga, hidrološka mjerjenja, studije, analize i prognoze te istraživanja vezana uz njih, od velike su važnosti za planiranje korištenja voda, zaštite od štetnoga djelovanja voda i zaštite voda.

2.9.2.1. Hidrološka mjerjenja i arhiva podataka

Sustavna hidrološka mjerjenja i opažanja na našim većim rijekama Savi, Kupi, Dravi, Dunavu, Muri i Cetini organizirana su još u 19. stoljeću, za vrijeme habsburške monarhije. Sada je u Hrvatskoj razvijena hidrološka mreža od 447 postaja za mjerjenje površinskih voda (slika 2.9.2.1.1.) i 714 postaja za mjerjenje razina podzemnih voda (slika 2.9.2.1.2.). U posljednje vrijeme ulažu se znatna sredstva i napor u okviru projekata koji imaju za cilj poboljšanje mjerne opreme i sustava daljinske dojave podataka u realnom vremenu. Do sada su prikupljeni i arhivirani kontinuirani nizovi hidroloških podataka od stotinu i više godina koji se koriste kao podloge za različite namjene. Na slici 2.9.2.1.3. prikazan je niz ekstremnih vodostaja na hidrološkoj postaji Kupa-Karlovac, osnovanoj 1884. godine.

Jedna od primarnih zadaća DHMZ-a jest upozoravanje na opasne vremenske i hidrološke pojave te je u vezi s tim još davnih godina bila organizirana služba za obranu od poplava (Cesarec, 1998.). Na slici 2.9.2.1.4. prikazan je izvadak iz Dnevnika motrenja poplava iz 1942. godine, gdje se mogu vidjeti aktivnosti koje su se poduzimale za vrijeme poplava. Slika 2.9.2.1.5. prikazuje poplavljenu Savsku ulicu u Zagrebu nakon velike poplave Save u listopadu 1964. godine (iz arhiva Muzeja grada Zagreba).

2.9.2.2. Hidrološke studije i elaborati

Paralelno s prikupljanjem, obradom i kontrolom hidroloških podataka razvijale su se analize, radile mnogobrojne studije i podloge za različite projekte.

U okviru *Vodoprivredne osnove sliva Mirne*, 1964., koja je definirala opseg i veličinu regulacijskih radova potrebnih zbog obuzdavanja čestih pa i katastrofalnih poplava Mirne, analizirane su promjene režima velikih voda i njihovih maksimalnih vrijednosti u području srednjega i gornjega toka nakon provedenih regulacijskih radova (Srebrenović, 1987.)

Za potrebe *Hidroloških studija sliva Save*, 1969. detaljno su obrađeni svi hidrološki parametri u dogovorenom razdoblju obrade podataka te su definirani kriteriji za dozvoljena odstupanja u bilanci srednjega mjesecnoga i godišnjega protoka kao i ekstremnih minimalnih i maksimalnih vrijednosti protoka.

U sklopu izrade *Vodoprivredne osnove grada Zagreba*, 1980. izrađena je analiza hidrometrijskih i hidrografskih karakteristika slivova koji gravitiraju tom području. U suradnji s Institutom za elektroprivredu izrađena je sveobuhvatna *Hidrološka studija i analiza osnovnih hidroloških parametara sliva Kupe*, 1985.

detoniranje ov. Vlaine, da istakni crna, slabo - muka projekta na morje, i da uvezi i potrebu.
 105 Šar Radelski redovatj Sav od 11.07. u 1 sat - pada bujna telefonska.
 106 Ljepa redovatj u 8 sati 120 (bujn telefon)
 107 Redovatj Sav u 12.07. 150 (jedna Bokor
 108 Šar redovatj u 12.10 (bujn telefon)
 109 Vranići Kupa Skitovac u 12.07. 532 (telefon)
 110 Bokor - Sav u 10.07. 770, u 12.07. 771 (bujn
 fono i pada Bokor).
 111 Radio stanica Zagreb jačišći redovatj po 10
 112 Bokorove jone redovatj Bokor - krov u 12.07.
 113 Končni jone redovatj Podkarska u 12.07.
 114 Tolanički narav tehf. br. 38-61/325 (ridi: 10.07. u
 ali je nijedno učinko odaberne).
 115 Ljubljanski jardja redovatj Kupa u 12.07. 519. Zato
 uo je, da se jutranji redovatj čini prije po-
 vratne, kako bi se na vrijeme usvojio jardj u So
 i St. Brod.
 116 Poste jardja redovatj Sav - Radelski u 12.07. 150.
 117 Radelski jardja telefonskom mrežu u 12.07. 150.
 118 Je se učinjalo da bivaju telefonski usporjedni.
 119 Zagrebinske jardje, da je bio u Medvednici
 i u Podkarskoj radi preglede obala u tada
 obnovljenoj je određeno obala oko 50 m²,
 Podkarsko je treba oigurni putate kod mosta
 te u spustku Lešnaru i graditi podzemne
 i vinski.
 120 Redovatj Ljubljana - Sav u 12.07. 150 (Bokor
 121 Telefonski prijenosi krovom - Bokor - 11 metra dužina)



Slika 2.9.2.1.5. Poplava u listopadu 1964., Savska ulica u Zagrebu (iz arhive Muzeja grada Zagreba).

Slika 2.9.2.1.4. Zapis iz Dnevnika poplava iz 1942. g. (iz arhive DHMZ-a).

Za potrebe projekta *Hidrotehničko uređenje sliva Vuke*, 1978. određena je stohastička povezanost velikih voda rijeka Vuke i Dunava. Analiza utjecaja visokoga vodnoga režima Dunava u Vukovaru na vodostaje Vuke u Korpašu i obrnuto provedena je na povijesnim nizovima vodostaja iz razdoblja 1931.–1972. (Srebrenović, 1984.; Srebrenović i Blažeković, 1986.).

Za potrebe analitičkoga definiranja hidrograma velikog vodnog vala u svrhu projektiranja akumulacije, u okviru *Hidrološke analize slivova Gorskog Kotara*, 1978. definirana je veza između parametara velikoga vodnoga vala: maksimalnog protoka, maksimalnoga volumena iznad odabranog repernog protoka i vremena formiranja maksimuma na hidrološkoj postaji Crni Lug – Vela Voda na području Gorskoga kotara. Rezultat analize jest velik broj kombinacija karakterističnih parametara vodnoga vala, koji je projektantu ostavio mogućnost izbora najkritičnijega slučaja (Srebrenović, 1987.).

Istraživala su se mjerjenja protoka na rijeci Dravi obavljana u nestacionarnim uvjetima uzrokovanim radom uzvodnih hidroelektrana (Beraković, M., B. Beraković i Cesarec, 1996., 2006.; Beraković, B. i Cesarec, 1998.). Također su se istraživale promjene u hidrološkom režimu rijeke Drave uslijed rada hidrocentrala (Bonacci i Oskoruš, 2008.; Bonacci i Oskoruš, 2010.).

Poseban problem predstavljaju mali slivovi bujičnoga karaktera koji imaju niske prosječne vrijednosti protoka, no zbog fizičko-geografskih karakteristika sliva u ekstremnim oborinskim uvjetima, u kratku vremenu dosežu vrlo visoke vrijednosti koje rezultiraju bujičnim poplavama. Za pojedine bujične vodotoke radila se analiza velikih vodnih valova s prijedlogom novih varijanti hidrološkoga monitoringa na brdskim slivovima (Beraković, B., Cesarec i M. Beraković, 2001.; Oskoruš, 2005.; Oskoruš i Bošnjak, 2006.). Hidrološkom analizom bilance Plitvičkih jezera predložen je način i plan mjerjenja površinskih voda uz odgovarajuće hidrogeološke analize u krškom području (Beraković, B. i Cesarec, 1999.; Beraković, B., Cesarec i M. Beraković, 2005.; Oskoruš i Bušelić, 2008.; Bonacci, Andrić i Oskoruš, 2010.). Zatim, izrađivale su se podloge za studije koje su prethodile hidrotehničkim zahvatima na uređenju slivova zagrebačkih potoka, čije su velike vode u superpoziciji s velikim vodama rijeke Save, ugrožavale grad Zagreb (Cesarec, M. Beraković i B. Beraković, 2007.).

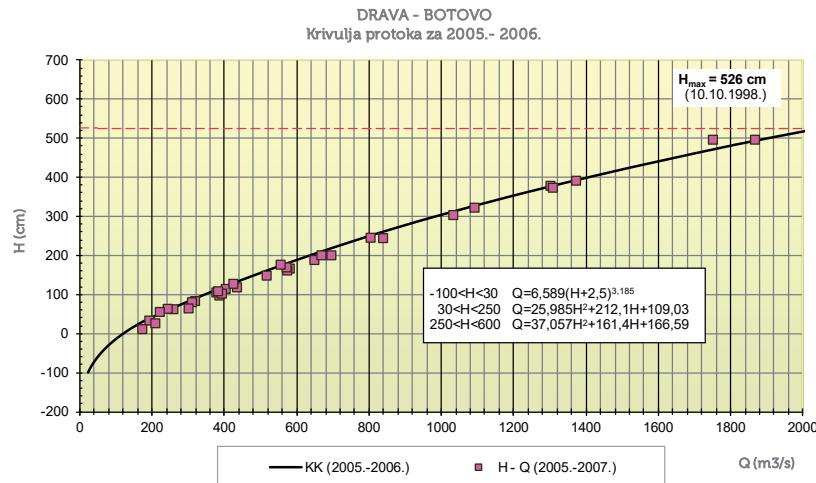
Slivovi velikih rijeka Save, Kupe, Mure i Drave dijelom se protežu teritorijem Hrvatske, a dijelom su na teritoriju susjednih zemalja, pa i šire. Radi postizanja što boljih rezultata, vodoprivredni stručnjaci zemalja zajedničkih slivova u okviru međudržavnih komisija, potkomisija i stručnih grupa dogovaraju se za opseg godišnjih ili višegodišnjih hidroloških i hidrotehničkih aktivnosti (IHP – International Hydrological Programme of Danube Countries, International Sava River Basin Commission). DHMZ sudjeluje u radu Stalne hrvatsko-slovenske komisije za vodnogospodarstvo kao i Stalne hrvatsko-mađarske potkomisije za sliv Dunava i Drave. Aktivnosti vezane za hidrološke probleme sastoje se u razmjeni i usklajivanju hidroloških parametara: vodostaja, vodomjerjenja, protoka, temperature vode, kvalitete vode, a sve to radi izračuna što točnije vodne bilance, zaštite od poplava kao i hidroloških prognoza (Beraković, B., Cesarec i M. Beraković, 1997.; Cesarec i Blažeković, 2001.; Beraković, B., M. Beraković i Oskoruš, 2008.; Oskoruš i Bušelić, 2008.).

Usaglašene i jedinstvene podloge neophodne su za regulaciju, održavanje i projektiranje hidrotehničkih objekata na međudržavnim vodotocima, stoga je na osnovi prijedloga vodoprivrednih stručnjaka svih četiriju zemalja – Austrije, Slovenije, Mađarske i Hrvatske – izrađena jedinstvena *Hidrološka studija za sliv Mure za razdoblje 1961.–2005.* godine. Studiju je izradila Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo iz Ljubljane 2011. godine uz suradnju hidroloških stručnih grupa tih zemalja, a po metodologiji koju je predložila hrvatska strana (Cesarec i Jurela, 2007).

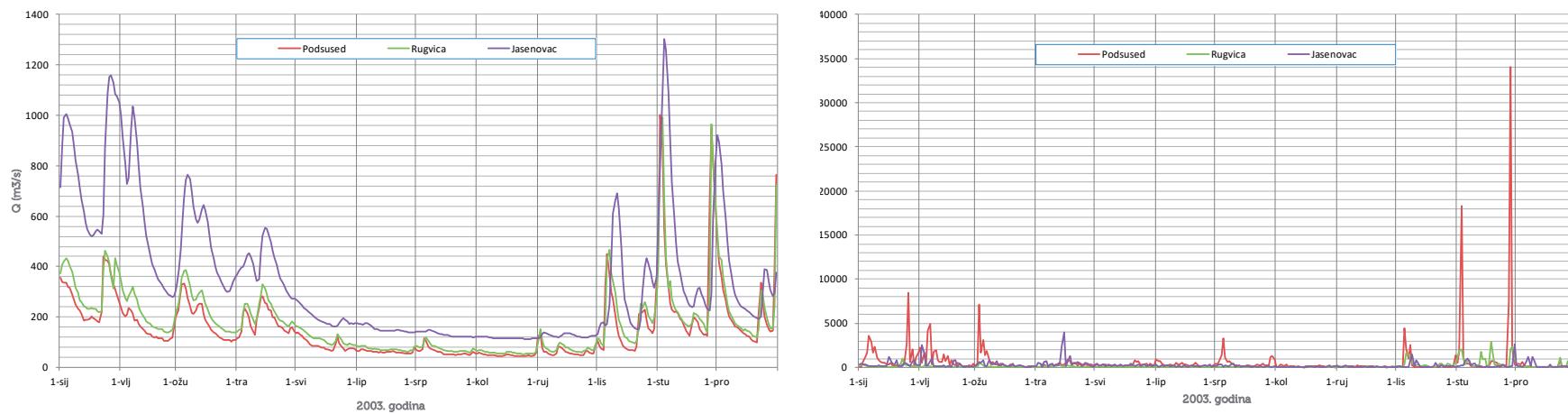
Na slici 2.9.2.2.1. dan je prikaz jedne od osnovnih analiza regresijskoga odnosa između vodostaja i protoka, tzv. *krivulja protoka* za vodomjerni profil Drava-Botovo, definirana na osnovi pojedinačnih mjerena u razdoblju 2005.–2006. godine i uskladjena s mađarskom hidrološkom postajom Drava-Órtilos (mad. Órtilos, hrv. Tiluš) (Oskoruš, 2012.).

Znanstveno-razvojna istraživanja vezana za pojavu leda, malih i velikih voda i kvalitete voda objavljaju se od sredine 1970-ih. Posebna pozornost poklanja se analizi malih voda (Trninić, 1984a., 1984b., 1986., 1989b., 1991., 1992., 1994., 1998a, 1998b.; Trninić i Bošnjak, 2011.). Posvećena je također velika pozornost i velikim vodama odnosno poplavama (Trninić, 1976a., 1976b., 1977., 1981., 2012a., 2014.; Bonacci i Trninić, 1979.; Trninić i Slamar, 1994.). Bonacci, Trninić i Roje-Bonacci (2008a. i 2008b.) analiziraju temperaturu vode na rijekama u Hrvatskoj. Trninić (2012b.) analizira pojavu leda na rijekama u Hrvatskoj. Bonacci i Trninić (1986.) analiziraju povezanost prognoze vodostaja na Savi s visinom podzemnih voda na Savi u okolini Zagreba. Trninić (1989a.) analizira nepovoljne hidrološke prilike na rijeci Savi s aspekta zaštite voda od zagađenja.

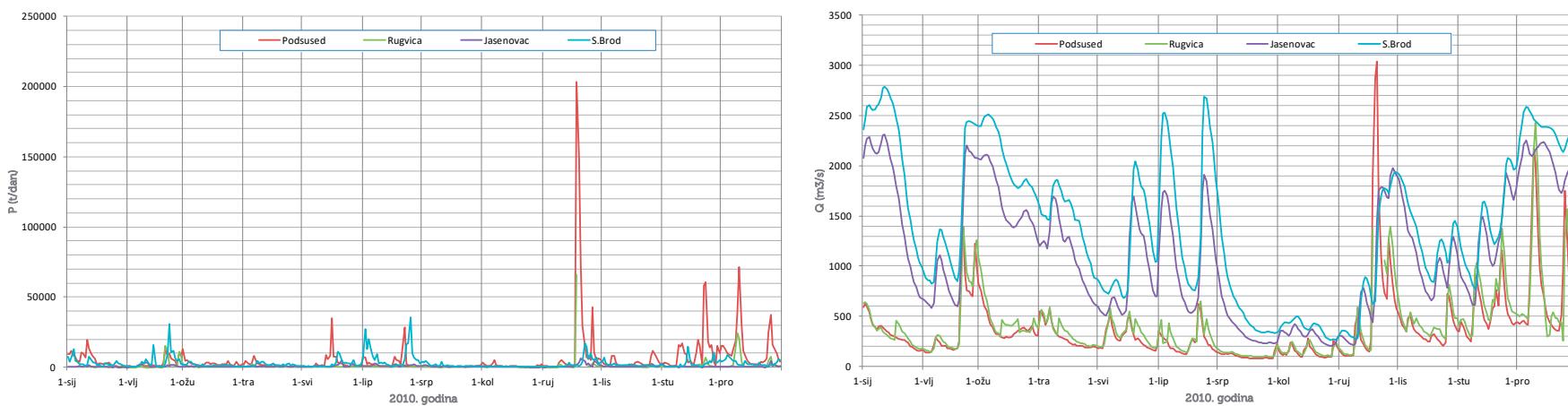
U posljednjih nekoliko godina u Sektoru za hidrologiju daje se naglasak na istraživanje morfoloških karakteristika riječnih korita koja snažno utječe na promjenu režima hidroloških parametara (Oskoruš i Kosović, 2008.; Oskoruš, Vujnović i Ljevar, 2012.; Oskoruš, 2013., 2015.; Gilja, Bekić i Oskoruš, 2009.; Potočki, Kuspilić i Oskoruš, 2013.; Babić Mladjenović i sur., 2013., 2014.). U tu svrhu uvedena je nova metoda mjerena pronosa suspendiranih čestica nanosa korištenjem mjerača trenutnih brzina ADCP (slika 2.9.2.2.2 a i b).



Slika 2.9.2.2.1. Krivulja protoka za hidrološku postaju Drava-Botovo definirana na osnovi pojedinačnih mjerena vodostaja H (cm) i protoka Q ($m^3 s^{-1}$), prikazana u grafičkom i analitičkom obliku.



Slika 2.9.2.2.2a. Sezonske varijacije protoka i pronosa nanosa za analizirane profile u ekstremno sušnoj 2003. godini.



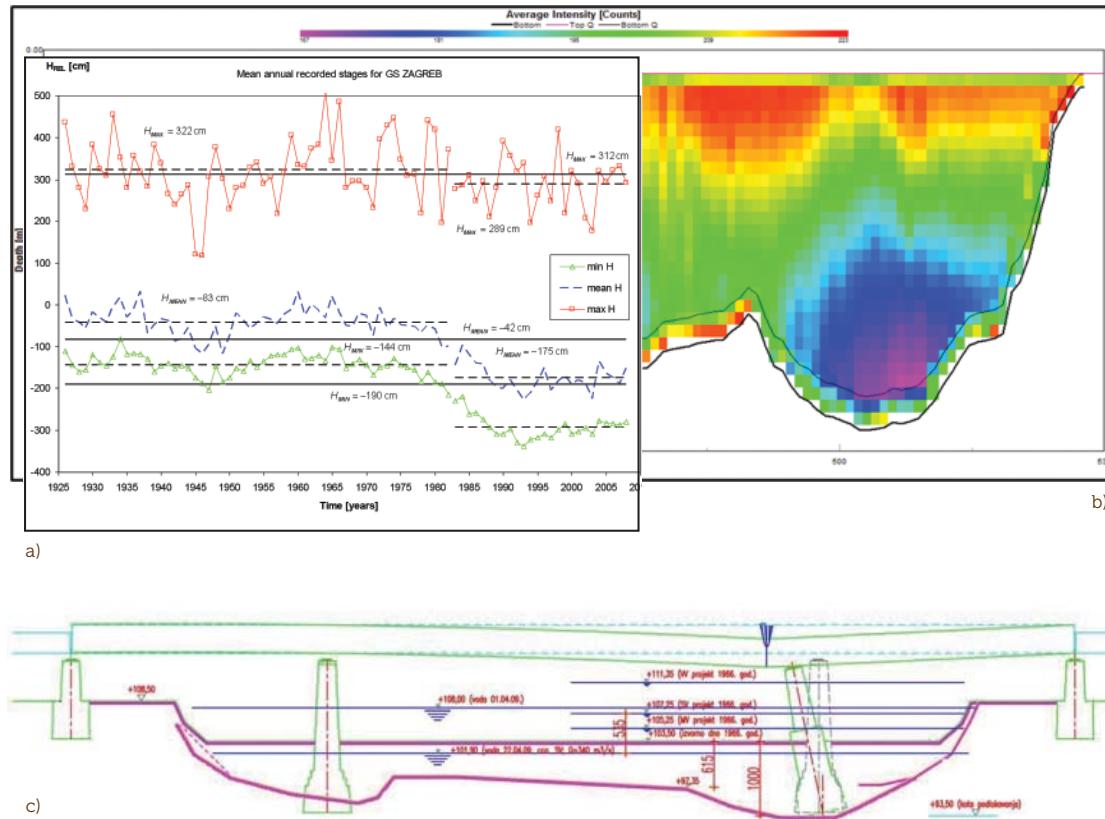
Slika 2.9.2.2.2b. Sezonske varijacije protoka i pronosa nanosa za analizirane profile u ekstremno kišnoj 2010. godini.

Koliko su korištenje voda, zaštita od voda i zaštita voda međusobno povezani, najbolje se može vidjeti na slivu rijeke Save (Škarika i sur., 2011.). Skraćenje toka regulacijskim radovima i kanaliziranje rijeke s početka 20. stoljeća prouzročilo je povećanje uzdužnog pada korita i veće brzine toka. Izgradnjom akumulacija na Savi u Sloveniji problem je dodatno naglašen time što je zapriječen prirodni prinos nanosa. Posljedice su erozija i produbljivanje korita na pojedinim mjestima i više od 3,5 metra, što ugrožava stabilnost mostova i funkciju ostalih hidrotehničkih sustava za vodoopskrbu ili odvodnju (slika 2.9.2.2.3a, b i c).

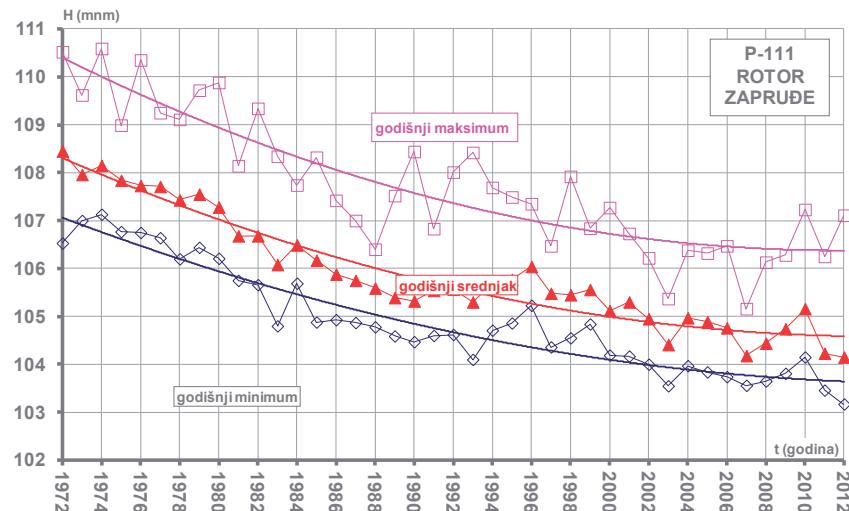
Tako se primjerice zbog toga razloga u profilu Jankomir, prelev za rasterećenje protoka Save i obrane područja grada Zagreba od velikih voda preusmjeravanjem dijela savske vode odteretnim kanalom Sava–Odra prema Odranskom polju, aktivira pri znatno većem protoku Save ($Q=2350 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) nego što je bilo projektirano ($Q=1900 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$) (Brkić, 2000.).

Tendencija produbljivanja korita u gornjem toku nastavlja se sve do danas. Stoga je proučavanje dinamike pronosa nanosa i analiza morfoloških promjena u koritu rijeke jedna od osnova za donošenje ispravnih odluka u dalnjem planiranju upravljanja hidrotehničkim sustavima na riječnom slivu.

Promjene u geometriji korita uslijed antropogenih utjecaja i njene posljedice prikazane na slici 2.9.2.2.3c., a obradene su u radovima Gilja, Oskoruš i Kuspilić, 2010.; Oskoruš, Mikić i Ljevar, 2013.; Bonacci i Oskoruš, 2011. i 2014. Produbljivanje korita povezano je također sa snižavanjem razine podzemnih voda u savskom vodonosniku, što utječe na proces crpljenja vode za opskrbu grada Zagreba i okolice.



Slika 2.9.2.2.3. Prikaz: a) trenda sniženja vodostaja na hidrološkoj postaji Sava–Zagreb, b) djelovanja erozije uz željeznički stup mosta u Mičevcu, c) učinku erozije na rušenje stupa željezničkog mosta u Mičevcu.



Slika 2.9.2.2.4. Grafički prikaz snižavanja razina podzemne vode na pijezometru P-111 Zagreb-Zapruđe.

| Zavisna varijabla | Opis |
|---|--|
| $H_{RUGVICA}$ | Kulminacijski vodostaj Save u Rugvici |
| Nezavisne varijable | |
| H_{ZAGREB} | Kulminacijski vodostaj Save u Zagrebu |
| $h_{RUGVICA}$ | Istovremeni vodostaj Save u Rugvici |
| h_{CRNAC} | Istovremeni vodostaj Save u Crncu |
| $h_{ZAGREB} - 6, 12, 18, 24 \text{ sata}$ | Vodostaji Save u Zagrebu u 6, 12, 18 i 24 sata prije pojave kulminacijskog vodostaja |

Tablica 2.9.2.3.1. Ulagane varijable za proračun prognoze vodostaja.

Nakon ekstremno niskih vodostaja Save tijekom 2011. i 2012. godine, istraživanja su pokazala najniže do sad zabilježene razine podzemne vode u zagrebačkom vodonosniku (slika 2.9.2.2.4.) (Bonacci i Oskoruš, 2011., 2014.).

2.9.2.3. Istraživanja i razvoj hidroloških prognoza

Među najstarijim projektima vezanima za prognoze malih voda u DHMZ-u svakako se ubraja projekt *Razrada naučno tehničke dokumentacije prognoze malih voda i promjene kvalitete vode rijeke Save – II Hidrološke prognoze malih voda* (1975.).

Studija *Dinamičko prognoziranje vodnog vala kao osnova za upravljanje obranom od poplave na dionici od Zagreba do Siska (u sadašnjoj fazi izgradenosti)* izrađena je 1984. godine u Vodoprivrednoj radnoj organizaciji za vodno područje sliva Save (radna zajednica Zajedničke službe, Vodoprivredni odjel).

U njoj je definiran prognostički model za prognozu cijelog vodnoga vala Save kod Zagreba. U sklopu izrade modela iscrpno su analizirani statistički parametri regresijskih odnosa na vodomjernim profilima od Jesenica do Zagreba.

Matematički model proračuna prognoze temeljio se na višestrukoj regresiji linearнog tipa, gdje je zavisna varijabla kulminacijski vodostaj Save u Rugvici, a nezavisne varijable jesu kulminacijski vodostaj u Zagrebu i njemu istovremeni vodostaji Save u Rugvici i Crncu.

U proračunu prognoze uzimani su kao nezavisne varijable i vodostaji Save u Zagrebu, registrirani u 6, 12, 18 i 24 sata, odnosno u različito vrijeme prije pojave kulminacijskoga vodostaja (tablica 2.9.2.3.1.).

Istraživanja vezana za hidrološke prognoze velikih voda objavljena su i u okviru Studije *Prognoza kulminacionog vodostaja Save u Ruvicu za operativni rad ustave Prevlaka – Metoda multivarijabilne regresije* (1985).

U radu su definirani regresijski odnosi metodom višestruke linearne regresije na osnovi 36 registriranih vodnih valova, u periodu 1966.–1982. godine. Analizirano je 15 regresijskih odnosa, odnosno selekcija koje mogu u cijelosti udovoljiti potrebama obrane od poplave, budući da je prosječno vrijeme propagacijskoga vodnog vala od vodomjerne stanice Zagreb do vodomjerne stanice Ruvica 18 sati. To raspoloživo vrijeme dovoljno je za organizirano i osmišljeno djelovanje obrane od poplave.

Nakon ekstremne poplave Save i Kupe u 2014. godini (slika 2.9.2.3.1. i tablica 2.9.2.3.2.) DHMZ je zajedno s Hrvatskim vodama započeo s izradom novog hidrološkoga prognostičkoga modela za sliv Save.

U prvoj fazi pilotnoga projekta 2015. godine izrađen je hidrološko-hidraulički 1D model Kupe i Save do Crnca, a do kraja 2016. završena je druga faza, u kojoj je završen model cijelog sliva Save od granice sa Slovenijom do granice sa Srbijom (Oskoruš i sur., 2014.). Prilikom izrade hidrološkoga modela iskoristila su se mnoga dotadašnja znanstvena istraživanja iz područja meteorologije, klimatologije, geoinformatike i hidrologije. Predmetni model koristi se za kratkoročno prognoziranje vodostaja i protoka na 144 prognostičke točke do šest dana unaprijed. Model koristi ulazne podatke numeričkih prognostičkih meteoroloških modela (u našem slučaju ALADIN i ECMWF), te podatke o količini oborine i temperaturi zraka s glavnih, klimatoloških i kišomjernih meteoroloških postaja.



Slika 2.9.2.3.1. Sava u Gunji pri vodostaju $H = 1173$ cm.
(foto: I. Oskoruš, 17.5.2014.)

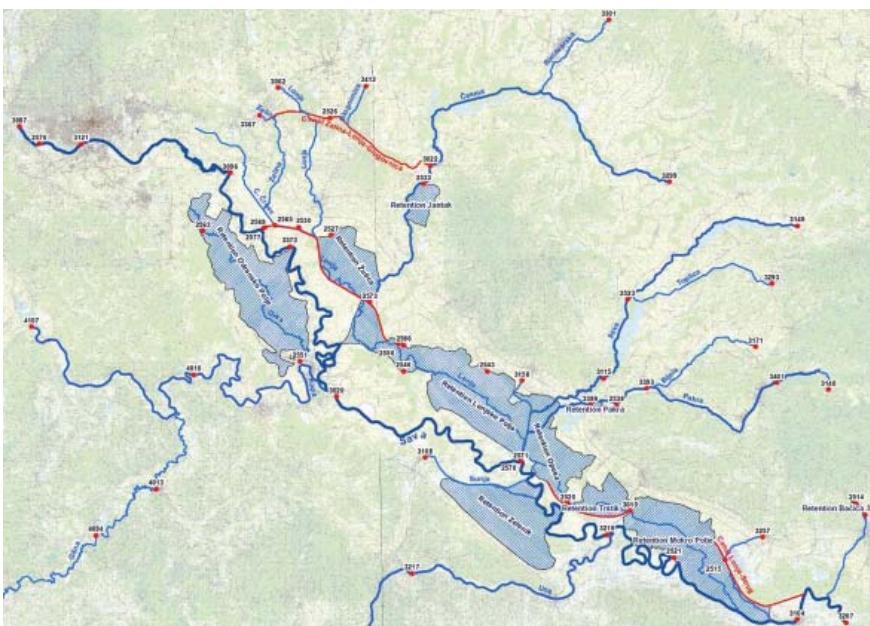
| Hidrološka postaja | Novi ekstremi H,Q | Dosadašnji maksimumi |
|-----------------------|--|---|
| Sava, Slavonski Kobaš | 941 cm, 18.5.2014. | $H = 937$ cm, $Q = 3260$ m ³ /s, 30.10.1974., mjerena od 1900. |
| Sava, Slavonski Brod | 939 cm, 18.5.2014. | $H = 882$ cm, $Q = 3476$ m ³ /s, 4.12.2005., mjerena vodostaja od 1900. |
| Sava, Slavonski Šamac | 891 cm, 17.5.2014., Mjer. $H = 888$ cm / $Q = 6008$ m ³ /s | $H = 726$ cm, 21.3.1981., mjerena vodostaja od 1900. |
| Sava, Županja | 1191 cm, 17.5.2014. | $H = 1064$ cm, $Q = 4161$ m ³ /s, mjerena vodostaja od 1900. |
| Sava, Gunja | $H = 1173$ cm / 4621 m ³ /s, 17.5.2014. | $H = 690$ cm, 31.12.2012., mjerena vodostaja od 2011. |
| Una, Hrv. Dubica | 539 cm, 18.5.2014. | $H = 540$ cm, 16.11.1946., mjerena vodostaja od 1900. |

Tablica 2.9.2.3.2. Apsolutni maksimumi vodostaja u svibnju 2014.

Slika 2.9.2.3.2a.
Komponente ukupnoga hidrološkoga modela Save i njenih pritoka.

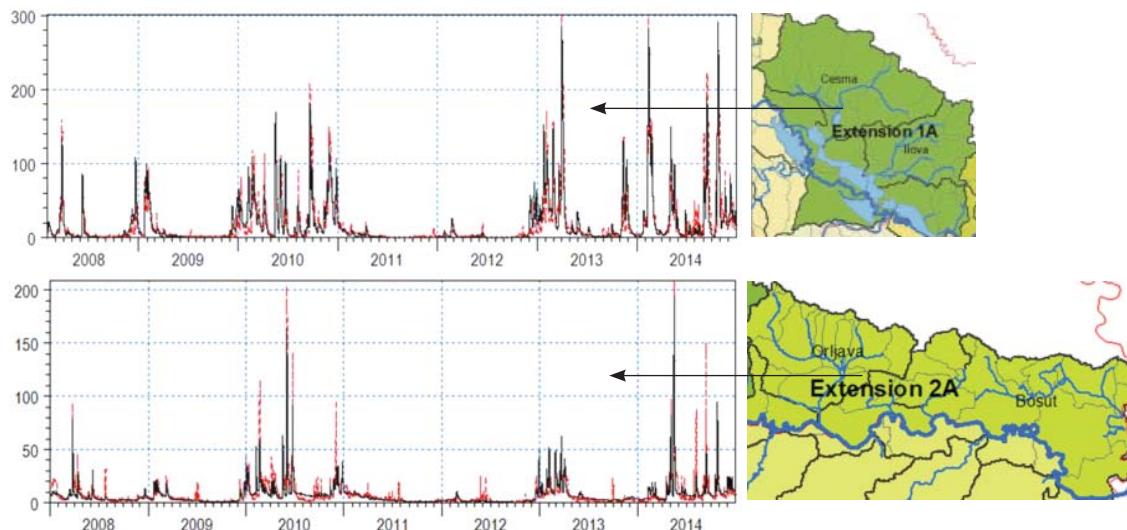


Slika 2.9.2.3.2b. Retencije i objekti hidrauličkoga modela.

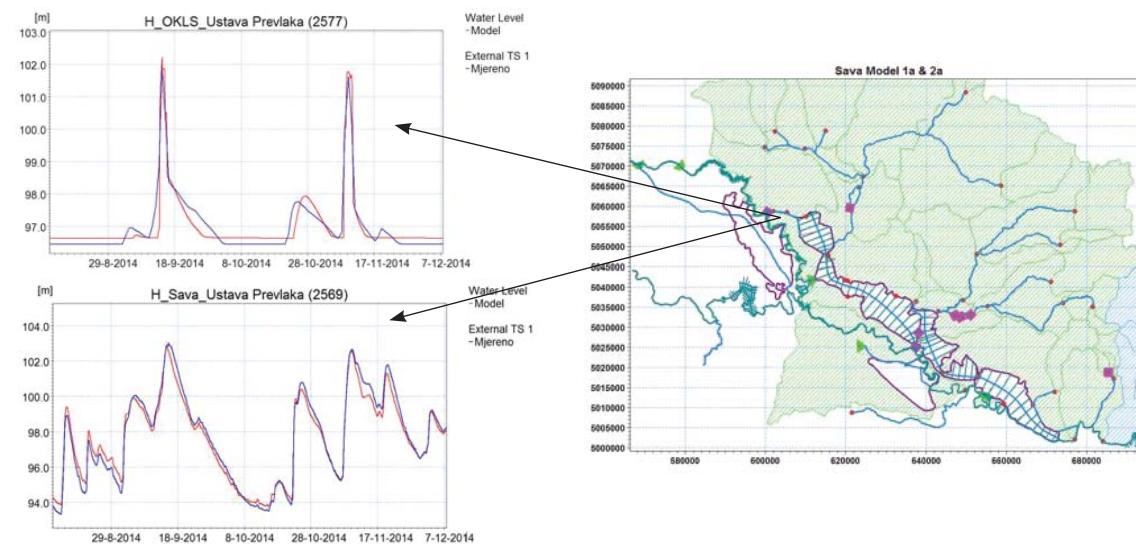


U asimilaciji podataka, to jest u određivanju početnih uvjeta za prognostički hidrološki model, koriste se podaci o vodostajima i protocima u realnom vremenu te povjesni podaci na osnovi kojih je model kalibriran i verificiran (slika 2.9.2.3.2 a i b). Kalibracija hidrološkoga modela izvršena je usporedbom simuliranih i izmjerjenih vrijednosti protoka u razdoblju od 2008. do 2014. godine. Rezultati prognostičkoga hidrološkoga modela u granicama su prihvatljivoga odstupanja, s minimalnim pogreškama u razlici vodne bilance WBL (%), s posebnim naglaskom na velike vode. Na slikama 2.9.2.3.3. i 2.9.2.3.4. grafički su prikazani kalibracija za hidrološke postaje na Česmi i Orljavi te rezultati kalibracije hidrauličkoga modela na objektima Ustave Prevlaka.

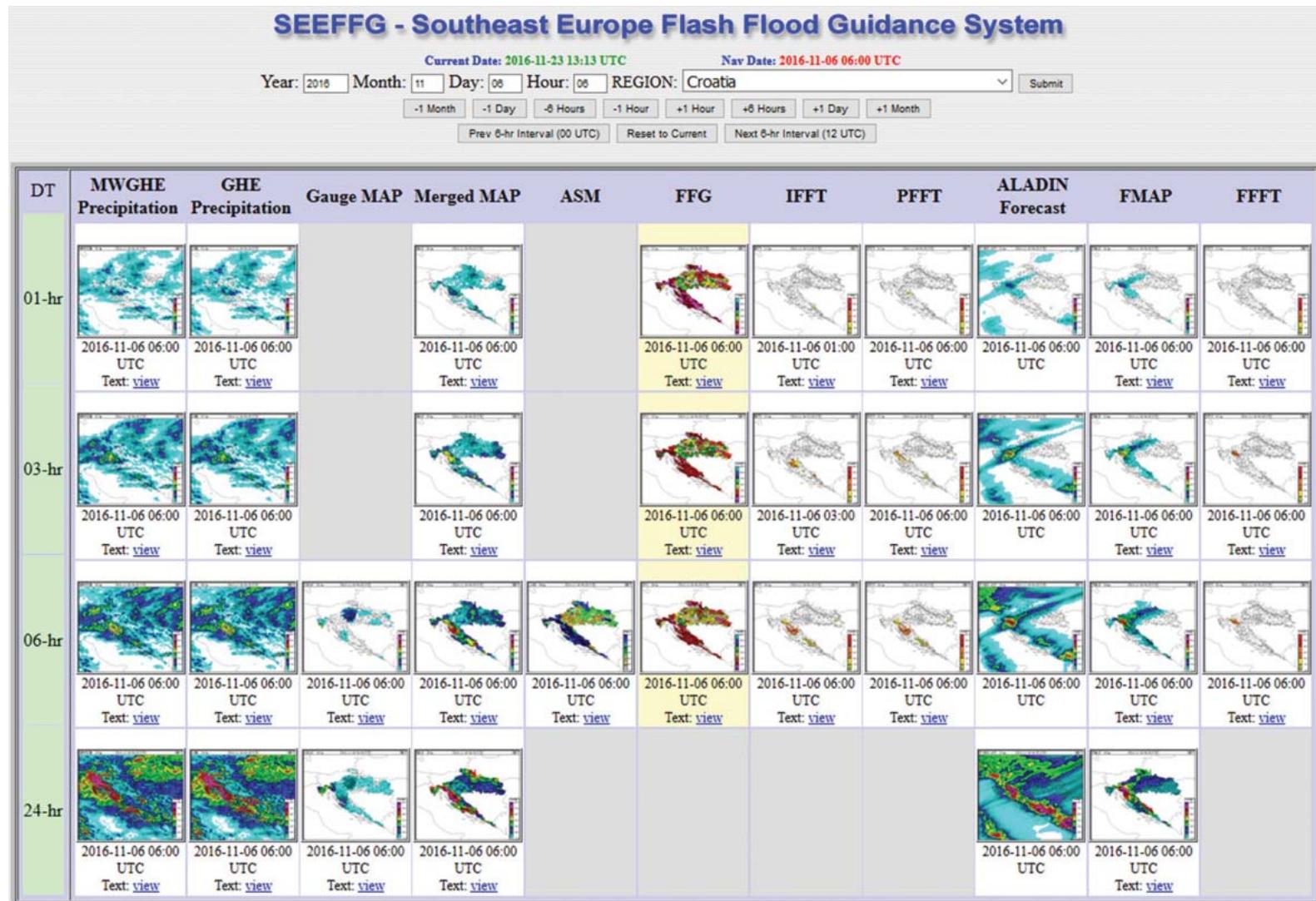
Model se operativno koristi za hidrološke prognoze na slivu Save kao pomoć u procesu provođenja mjera obrane od poplava te uključuje i desne pritoke iz Bosne (Una, Vrbas, Bosna), a predstavljen je u više navrata u radovima i prezentacijama na stručnim i znanstvenim skupovima.



Slika 2.9.2.3.3. Rezultati kalibracije hidrološkoga modela na postaji gore: Česma–Čazma ($R^2=0.87$, WBL=3.9 %) i dolje: Orljava–Frkljevci ($R^2=0.77$, WBL=0.0 %) (crvena crta – opažene vrijednosti, puna crna linija – rezultati modela).



Slika 2.9.2.3.4. Rezultati kalibracije hidrauličkog modela na postaji Ustava Prevlaka (OK Lonja-Strug) i Ustava Prevlaka (Sava).

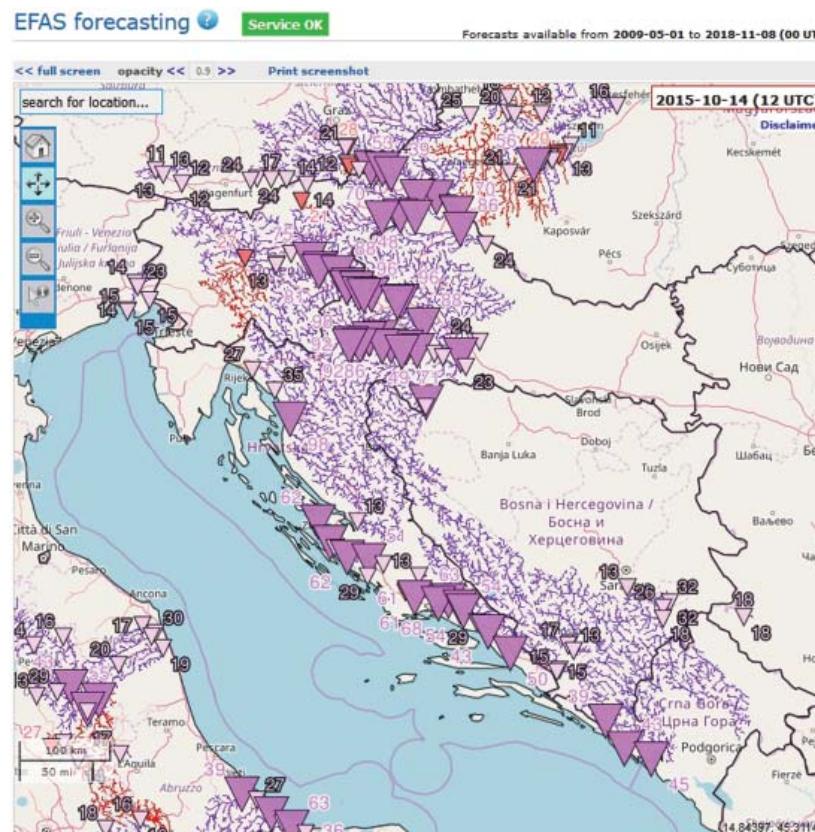


Slika 2.9.2.3.5. Proizvodi modela za prognoziranje bujičnih poplava za 6. studenoga 2016. u 6 sati.

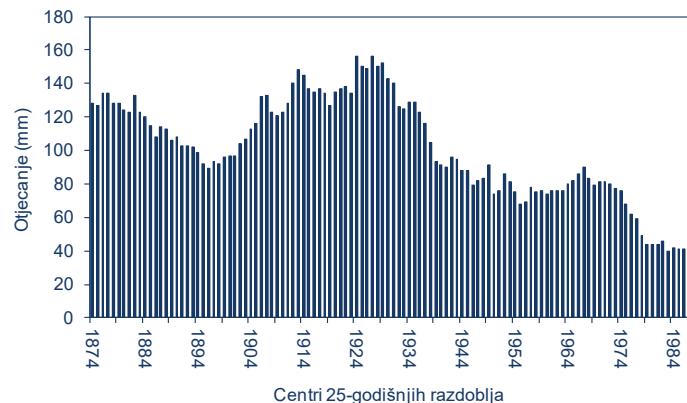
U DHMZ-u se također primjenjuje *Prognošći sustav za prognozu bujičnih poplava* (eng. Flash Flood Guidance System – FFGS) koji je razvijen u suradnji sa Svjetskom meteorološkom organizacijom.

Primjenom FFGS-a meteorološke i hidrološke službe pripremaju upozorenja na pojavu bujičnih poplava do šest sati unaprijed, za slivna područja veličine od 25 do 200 km², koje potom prosljeđuju agencijama i službama za zaštitu i spašavanje te obranu od poplava (Jurlina i sur., 2017.). Na slici 2.9.2.3.5. prikazani su neki od produkata sustava koji služe između ostalog i kao pomoć pri oglašavanju meteoalarma i hidroalarma za bujične poplave.

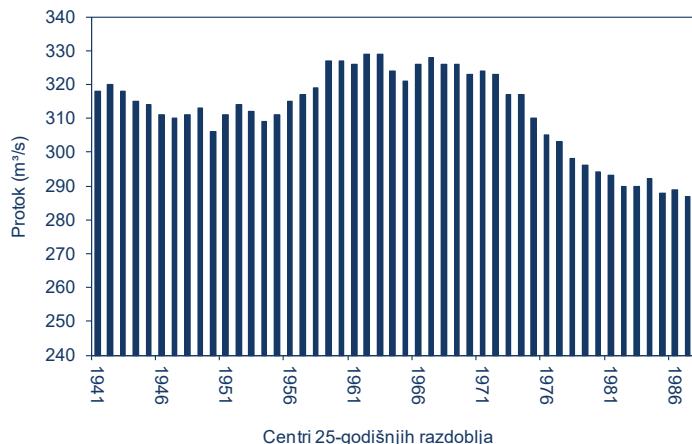
Od 2013. godine DHMZ pridružio se kao partner Europskomu sustavu za rano upozorenje od poplava (eng. European Flood Alert System – EFAS) i započeo pripremu i razmjenu podataka. Sustav je instaliran u ECMWF-u i zasniva se na dva različita hidrološka modela: jedan je namijenjen za riječne poplave, a drugi za bujične poplave. EFAS svojim partnerima osigurava pristup u realnom vremenu produktima uz pomoć EFAS-ova Informacijskoga sustava ranog upozorenja na poplave do 10 dana unaprijed (slika 2.9.2.3.6.).



Slika 2.9.2.3.6. Prognoza bujičnih poplava u Hrvatskoj za 14. listopada 2015. godine pomoću EFAS-a.



Slika 2.9.2.4.1. 25-godišnji klizni srednjaci izračunatih vrijednosti površinskog otjecanja za Zagreb-Grič za razdoblje 1862.–2000. (prema Pandžić i sur., 2009.).



Slika 2.9.2.4.2. 25-godišnji klizni srednjaci mjerjenih protoka za Savu kod Zagreba za razdoblje 1931.–2000. (prema Pandžić i sur., 2009.).

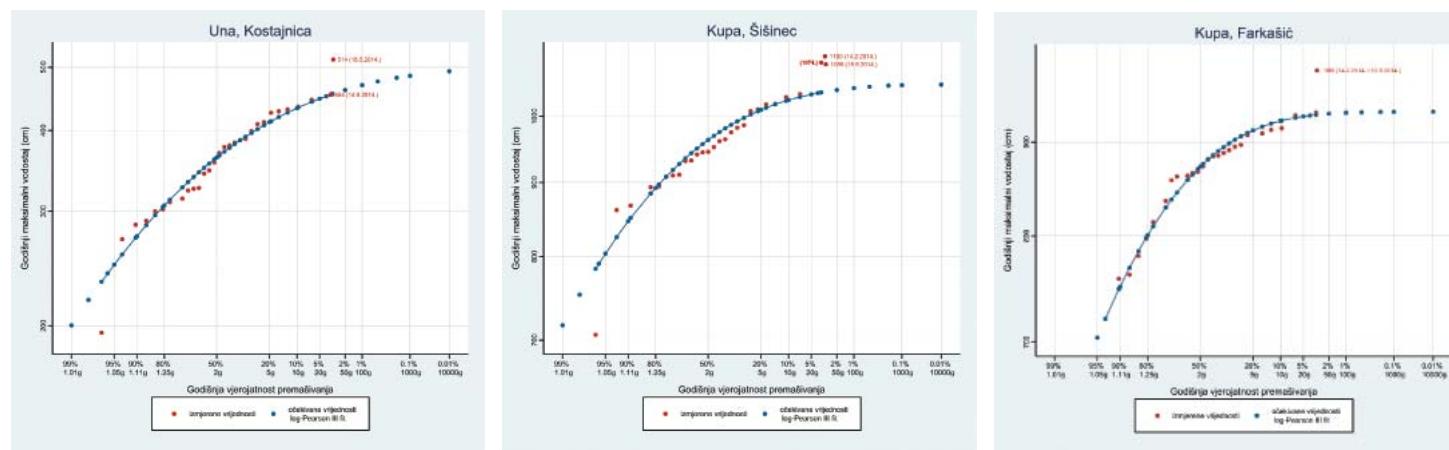
2.9.2.4. Utjecaj klimatskih varijacija i promjena na stanje voda

Zbog recentnih sve izraženijih klimatskih varijacija i promjena sve je veća potražnja za vodom u pojedinim privrednim sektorima. Istraživanja vezana za promjene u hidrološkom režimu kao posljedici očekivanih klimatskih promjena odnosno klimatskih scenarija od velike su koristi (Beraković, M., B. Beraković i Cesarec, 2007; Gajić-Čapka i Cesarec, 2008.; Vučetić i Cesarec, 2009.; Vučetić i Cesarec, 2010.; Trninić i Bošnjak, 2010., Güttler i sur., 2011.).

U nizu radova ispitivana je povezanost između količine oborine, protoka i makrocirkulacije na širem području Europe na nekoliko slivova na području Hrvatske: Kupi, Cetini te na čitavom slivu rijeke Save. Tako Pandžić i Trninić (1991.) opisuju povezanost godišnjega hoda protoka i količine oborine odnosno vodne bilance na slivu rijeke Kupe. Godinu dana poslije autori objavljaju povezanost mjesecnih anomalija količine oborine i protoka na slivu Kupe s anomalijama polja makrocirkulacije na širem području Europe (Pandžić i Trninić, 1992.). Pandžić, Cesarec i Grgić (1997.) ispituju povezanost mjesecnih količina oborine i srednjih mjesecnih protoka na području sliva Cetine, uzvodno i nizvodno od jezera Peruče za razdoblje 1961.–1985., uz korištenje metode glavnih komponenata (eng. Principal Component Analysis) te pokazuju da postoji pozitivna korelacijska veza između količine oborine i protoka za sve hidrološke postaje osim za hidrološku postaju nizvodno od jezera Peruče koja ima negativnu korelaciju s količinom oborine. To se objašnjava regulacijom sustava više hidroelektrana na glavnom toku rijeke Cetine: u vlažnijim razdobljima koriste se druge elektrane, koje su tada manje ovisne o akumulaciji jezera Peruče, dok se u sušnjim razdobljima koriste zalihe vode iz toga jezera.

Pandžić i Trninić (1998.) promatraju povezanost godišnjih količina oborine na čitavom slivu rijeke Save i makrocirkulacije na širem području Europe te godinu dana kasnije povezanost anomalija mjesecnih količina oborine i protoka na čitavom slivu rijeke Save s makrocirkulacijom na širem području Europe (Pandžić i Trninić, 1999.).

Pandžić i sur. (2009.) pokazuju dugoročni negativni trend izračunatih vrijednosti površinskog otjecanja za meteorološku postaju Zagreb-Grič i mjerene vrijednosti protoka za hidrološku postaju Zagreb (slike 2.9.2.4.1. i 2.9.2.4.2.), kao posljedicu porasta temperature zraka i blagog negativnog trenda količine oborine. Na osnovi novijih statističkih obrada povijesnih nizova podataka uočavaju se znatne promjene velikih voda u odnosu na prethodna razdoblja obrade. Budući da su zakonski propisane mjerodavne vrijednosti kod planiranja i gradnje hidrotehničkih sustava u dijelu korištenja voda, zaštite od štetnog djelovanja voda, vodoopskrbe i odvodnje itd., te obrade redovito se noveliraju i izdaju kao podloge projektantima hidrotehničkih objekata. U analizama koje obuhvaćaju poplavne događaje iz 2014. godine, utvrđeno je znatno povećanje vrijednosti maksimalnih vodostaja i protoka za 100-godišnji povratni period ($Q_{pp=100}$) (slika 2.9.2.4.3.). Rezultati istraživanja na tu temu objavljeni su u više radova (Bonacci i Oskoruš, 2014.; Kuspilić, Oskoruš i Vujnović, 2014.; Oskoruš i sur., 2015.).



Slika 2.9.2.4.3. Definiranje vjerojatnosti pojave velikih voda i njihovih povratnih perioda za hidrološke postaje Hrvatska Kostajnica na Uni, Šišinec i Farkašić na Kupi.

Najnovije istraživanje vezano za hidrološke prognoze jest istraživanje *modela sezonskih i dugoročnih prognoza* na temelju izmjerih podataka, metodom nadziranoga učenja ili tzv. *strojnoga učenja*. Hidrološke varijable mogu se predviđati različitim simulacijskim pristupima, a te su simulacije načinjene na osnovi podataka (*eng. data driven simulations*). U hidrologiji se nadzirano učenje može koristiti za predviđanje hidroloških varijabli izgradnjom modela s korištenjem različitih principa, od kojih je jedan model neuronskih mreža (Berbić, 2017).

Model je razvijen na osnovi povijesnih nizova podataka na rijeci Cetini i Krki i uzima u obzir različite scenarije koje daju klimatski modeli, a može se koristiti u sljedećim varijantama:

- 1) Izgradnja modela na podacima hidrološke varijable koja se želi predviđati (npr. vodostaj, protok, razina podzemne vode itd. – primjerice za predviđanje protoka ulazni su podaci protoci u prošlim vremenskim koracima, a izlazni je podatak predviđeni protok u nekom budućem trenutku);
- 2) Izgradnja modela na osnovu relacije varijable koja se predviđa i njezina uzroka (npr. ako se želi predviđati protok iz količine oborine i temperature zraka, ulazni su podaci količina oborine i temperatura zraka, a izlazni je podatak protok);
- 3) kombinacija pristupa 1 i 2.

Pristupi 1 i 3 također mogu biti od pomoći pri definiranju strategija upravljanja za razdoblje od jednoga do nekoliko mjeseci unaprijed.

Cilj istraživanja jest izrada metodologije i modela kojim se omogućuje kreiranje sezonskih hidroloških prognoza, procjena hidroloških veličina koje nisu izmjerene kao i dugoročnoga planiranja rada hidrotehničkih sustava na osnovi predviđanja hidroloških prilika.

Literatura:

- Babić Mladenović, M. et al, 2013: Towards Practical Guidance for Sustainable Sediment Management using the Sava River Basin as a Showcase. *Estimation of Sediment Balance for the Sava River*, ISRBC - International Sava River Basin Commission, Zagreb, Croatia.
- Babić Mladenović, M. et al, 2014: Towards Sediment Management in the Sava River Basin. *Water Research and Management*, **4**, 1, 3–13.
- Beraković, B., K. Cesarec and M. Beraković, 1997: Works and Cooperation on the International River Drava. IXth World Water Congres of the International Water Resources Association (IWRA), Montreal, Québec, Canada, 1.–6.9.1997., *Water Resources Outlook for the 21st Century*, **II**, 737–739.
- Beraković, B. and K. Cesarec, 1998: Changes in Hydrological Processes as a Counsequences of Humane activities. *Proceedings of the International conference "Hydrology in a Changing Environment"*, Exeter, UK, Vol. **1**, 169–173.
- Beraković, B. and K. Cesarec, 1999: Extraordinary Summer Flood in a Karst Area-Case Study of Croatia. Proceedings of the symposium "The Extremes of the Extremes", Reykjavík, Iceland, July 1999, *IAHS Publ.*, **271**, 133–139.
- Beraković, B., K. Cesarec and M. Beraković, 2001: The problem of determining extreme discharges, The case study of Zagreb mountain in Croatia. *6th Scientific Assembly of the AHS, Workshop 4-High mountain regions*, Maastricht, The Netherlands, 17.–27.7.2001.
- Beraković, B., K. Cesarec and M. Beraković, 2005: The water balance of the Plitvice lakes in Croatia. *Proceedings of the VII IAHS Assembly*, Foz do Iguacu, Brazil, 3.–9.4.2005.
- Beraković, M., B. Beraković and K. Cesarec, 1996: The Influence of the Operation of Hydroelectric Power Plants on the Organization of Flow Measurements in the Case of River Drava in Croatia. *Proceedings of the XVIIIth Conference of the Danube Countries on Hydrological Forecasting and Hydrological bases of Water management*, Graz, Austria, August 1996, 71–77.
- Beraković, M., B. Beraković and K. Cesarec, 1998: Flow Measurements on the Drava River under Unsteady Conditions Caused by the Operation of the Upstream Hydroelectric Power Plants. *Proceedings of the XIXth Conference of the Danube countries*, Osijek, Croatia.

- Beraković, M., B. Beraković and K. Cesarec, 2006: Unstable flow in natural river caused by Hydroelectric power plants-measure and its control. *Proceedings of the Eleventh Biennal Conference of the Euromediterranean network of Experimental and Representative Basins ERB 2006-Uncertainties in the monitoring-conceptualisation-model sequence of catchment research*, Luxembourg, 20.-23.9.2006.
- Beraković, M., B. Beraković and K. Cesarec, 2007: Climate changes-some observations in Croatia. *Proceedings of The third International Conference on Climate and Water*, Helsinki, Finland, 3.-6.9.2007., Heinonen, M. (Ed.), Finnish environment institute SYKE, 51–56.
- Beraković, M., B. Beraković and K. Cesarec, 2008: Floods in karst area – Case study – Croatia. *Proceedings of the 4th International Symposium on Flood Defence*, Toronto, Canada, 6.–8.5.2008., Simonović, S., P. Bourget and S. Blanchard (Eds.), Institute for Catastrophic Loss Reduction, Toronto, 161–168.
- Berbić, J., 2017: Model upravljanja hidrotehničkim sustavima pomoću predviđanja nadziranim učenjem. Doktorska disertacija, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 226 str.
- Bonacci, O. i D. Trninić, 1979: Pristup analizi kiša jakog intenziteta za šire gradsko područje Zagreba. *Vodoprivreda*, **XI**, 57, 29–32.
- Bonacci, O. i D. Trninić, 1986: Analiza uzroka i prognoza promjena vodostaja Save i nivoa podzemnih voda u okolini Zagreba. *Vodoprivreda*, **18**, 2–3, 95–101.
- Bonacci, O. and D. Oskoruš, 2008: The Influence of three Croatian Hydroelectric Power Plants Operation on the River Drava Hydrological and Sediment Regime. *Proceedings of the 24th Conference of the Danubian Countries*, Bled, 2.–4.6.2008.
- Bonacci, O., D. Trninić and T. Roje-Bonacci, 2008a: Analysis of the water temperature regime of the Danube and its tributaries in Croatia. *Hydrological Processes*, **22**, 7, 1014–1021.
- Bonacci, O., D. Trninić i T. Roje-Bonacci, 2008b: Analiza odnosa temperature zraka i vode na nekoliko većih rijeka u kontinentalnom dijelu Hrvatske. *Hrvatske vode*, **11**, 62, 7–19.
- Bonacci, O. and D. Oskoruš, 2010: The changes in the lower Drava River water level, discharge and suspended sediment regime. *Environ. Earth Sciences*, **59**, 8, 1661–1670.



Bonacci, O., I. Andrić and D. Oskoruš, 2010: Impact of an inter-basin water transfer and reservoir operation in karst on the hydrological regime: the example of the Sabljaki and Bukovik reservoirs (Croatia). EGU General Assembly 2010, Vienna, 2010, *Geophysical research abstracts*, **12**, EGU2010-1351, 1351–1351.

Bonacci, O. i D. Oskoruš, 2011: Hidrološka analiza sigurnosti Zagreba od poplave vodama rijeke Save u novim uvjetima. *Hrvatske vode*, **19**, 75, 13–24.

Bonacci, O. i D. Oskoruš, 2014: Analiza nekih hidroloških vidova evakuacije velikih voda na području grada Zagreba. *Hrvatske vode*, **22**, 87, 31–38.

Bonacci, O. and D. Oskoruš, 2018: Human impact on water regime. *The Drava River*, Loczy, D. (Ed.), Springer-Verlag, 125–137. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-92816-6>

Cesarec, K., 1998: Razvoj hidrološke djelatnosti u DHMZ-u. *Zbornik radova znanstvenog skupa "Andrija Mohorovičić"-140. obljetnica rođenja*, Bajić, A. (ur.), DHMZ, Zagreb, 245–255.

Cesarec, K. and Z. Blažeković, 2001: Examples of the transboundary water activities on the rivers Drava and Mura. *Proceedings of the Hydrological challenges in transboundary water resources management IHP/OHP*, Koblenz, Germany, 477–481.

Cesarec, K. i S. Jurela, 2007: Suradnja sa susjednim zemljama na vodotocima od zajedničkog interesa. *Zbornik radova 4. Hrvatske konferencije o vodama s međunarodnim sudjelovanjem "Hrvatske vode i Europska unija-izazovi i mogućnosti"*, Opatija, 17.–19.5.2007., 869–877.

Cesarec, K., M. Beraković and B. Beraković, 2007: The Problem of Determine Extreme Discharges –the Case Study of Zagreb Mountain in Croatia. *Proceedings of the XXIV IUGG General Assembly*, Perugia, Italy, 2–13.7.2007.

Gajić-Čapka, M. and K. Cesarec, 2006: Discharge response to precipitation and temperature change in the lowest part of the Drava river basin, Croatia. *Proceedings of the Fifth FRIEND world conference "Water Resource Variability: Analyses and Impacts"*, Habana, Cuba, 27.11.–1.12.2006., 006–006.

Gajić-Čapka, M. and K. Cesarec, 2008: Trends and variability in precipitation and discharge in the Drava River basin, Croatia. *Proceedings of the Hydrological changes and managements from headwater to the ocean*, Kyoto, Japan, 1.–3.10.2008., P01–P07.

- Gilja, G., D. Bekić and D. Oskoruš, 2009: Processing of Suspended Sediment Concentration Measurements on Drava River. *Proceedings of the 11th International Symposium on Water Management and Hydraulic Engineering*, Popovska, C. (Ed.), University Ss. Cyril and Methodius, Faculty of Civil Engineering, Skopje, Macedonia, 181–192. (ISBN: 978-9989-2469-6-8).
- Gilja, G., D. Oskoruš and N. Kuspilić, 2010: Erosion of the Sava riverbed in Croatia and its foreseeable consequences. *Proceedings of The Fourth International Scientific Conference BALWOIS 2010*, Ohrid, Macedonia, 25.–29.5.2010.
- Güttler, I. i sur., 2011: Promjene u površinskom otjecanju u Hrvatskoj prema simulacijama regionalnog klimatskog modela. *Zbornik radova 5. Hrvatske konferencije o vodama*, 66–75.
- Jurlina, T. et al, 2017: Heavy rainfall and floods in northwestern part of Croatia in November 2016. *Proceedings of the 10th HyMeX Workshop*, Barcelona, Spain, poster.
- Kuspilić, N., D. Oskoruš i T. Vujnović, 2014: Katastrofalna poplava Save i poplavni rizici. *Gradičin*, **66**, 7, 653–661.
- Oskoruš, D., 2005: Velike vode potoka Bliznec u profilu Rebar. Diplomski rad, Geotehnički fakultet Varaždin, 37 str.
- Oskoruš, D. and T. Bošnjak, 2006: Defining Relevant Floods of Mt. Medvednica Torrential Streams. *Proceedings of the 2nd International Conference on Water Observation and Information System for Decision Support BALWOIS 2006*, Ohrid, Macedonia, 117–117.
- Oskoruš, D. and G. Bušelić, 2008: Karst Field Hydrological Regime – Case Study – Vrgorsko polje Field, Croatia. *Proceedings of the International Symposium "The Role of Hydrology in Water Resources Management"*, Capri, Italy, 13.–16.10.2008.
- Oskoruš, D. and M. Kosović, 2008: The Role of Historical Data Series of Load Measurements on the Rivers Drava and Mura in Croatia. *Proceedings of the 3rd International Conference on Water Observation and Information System for Decision Support BALWOIS 2008*, Ohrid, Macedonia, 79–79.
- Oskoruš, D., 2012: Mjerenje suspendiranog nanosa na Dravi i Muri. Seminarski rad, doktorski znanstveni studij, Građevinski fakultet u Zagrebu, 38 str.
- Oskoruš, D., T. Vujnović and D. Ljevar, 2012: River Load Measurements In Croatia With Special Case Of Istria, Croatia. *Proceedings of the International workshop "Monitoring bedload and debris flows in mountain basins"*, Bolzano, Italy, 10.–12.10.2012, poster.



Oskoruš, D., 2013: Suspended load measurements in the Sava River (Croatia) – Tradition and development using ADCP technology. *Proceedings of the 8th International SedNet conference*, Lisbon, Portugal, 6.–9.11.2013, poster.

Oskoruš, D., N. Miković and Lj. Ljevar, 2013: Monitoring and Risk Identification Caused by High Water, Floods and Erosion Processes in Urban Part of Sava Riverbed. EGU General Assembly 2013, Vienna, Austria, 7.–12.4.2013., *Geophysical research abstracts*, poster.

Oskoruš, D., R. Abdulaj, N. Miković i T. Vujnović, 2014: Velike vode donjem toku rijeke Save tijekom svibnja 2014. *Hrvatska vodoprivreda*, **207**, 14–16.

Oskoruš, D., 2015: Doprinos analizi dinamike kretanja suspendiranog nanosa srednjega toka rijeke Save. Doktorska disertacija, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 158 str.

Oskoruš, D., T. Vujnović, T. Jurlina i Ž. Klemar, 2015: Ekstremne poplave tijekom 2014. godine u hrvatskoj – pouke i obaveze. *Zbornik radova 6. hrvatske konferencije o vodama*, Opatija, 20.–23.5.2015., 91–100.

Pandžić, K. and D. Trninić, 1991: Principal Component Analysis of the Annual Regime of Hydrological and Meteorological Fields in a River Basin. *International Journal of Climatology*, **11**, 8, 909–922.

Pandžić, K. and D. Trninić, 1992: Principal component analysis of a river basin discharge and precipitation anomaly fields associated with the global circulation. *Journal of Hydrology*, **132**, 343–360.

Pandžić, K., K. Cesarec and B. Grgić, 1997: An analysis of the relationship between precipitation and discharge field over a karstic river basin. *Int. J. Climatol.*, **17**, 891–901.

Pandžić, K. and D. Trninić, 1998: The Relationship Between the Sava River Basin Annual Precipitation, its Discharge and the Large-Scale Atmospheric Circulation. *Theoretical and Applied Climatology*, **61**, 69–76.

Pandžić, K. and D. Trninić, 1999: Relationship between the Sava River monthly precipitation, its discharge and large-scale circulation. *Geofizika*, **16-17**, 53–63.

Pandžić, K., D. Trninić, T. Likso and T. Bošnjak, 2009: Long-Term Variations of the Water Balance Components for Croatia. *Theoretical and Applied Climatology*, **95**, 1, 39–51.

- Potočki, K., N. Kuspilić and D. Oskoruš, 2013: Wavelet Analysis of Monthly Discharge and Suspended Sediment Load on the River Sava. *Proceedings of the XIII International Symposium on Water Management and Hydraulic Engineering*, Bratislava, Slovakia, 9.–12.9.2013., Šoltesz, A. et al (Eds.), 615–623.
- Srebrenović , K., 1984: Stohastička povezanost velikih voda Vuke i Dunava. *Rasprave*, **19**, 3–10.
- Srebrenović, K. and Z. Blažeković, 1986: An analyse of the highest water. *Zbornik radova Drugog kongresa o vodama Jugoslavije*, Ljubljana, Jugoslavija, knjiga **IV**, 1607–1617.
- Srebrenović, K., 1987: Definiranje bivarijatnih veza između parametara velikog vodnog vala. *Rasprave*, **22**, 33–37.
- Škarika, P., A. Senta Marić, D. Andabaka i D. Oskoruš, 2011: Suspendirana tvar u vodi – primjer rijeke Save. *Zbornik radova 3. Međunarodnog stručno-znanstvenog simpozija "Sanitarno inženjerstvo"*, Opatija, 2011, 30–31.
- Trninić, D., 1976a: Analiza poplava 1975. godine u SR Hrvatskoj. *Zbornik radova savjetovanja o hidrologiji malih slivova*, Vrnjačka Banja, Srbija, JDH, 422–444.
- Trninić, D., 1976b: Primjena hidroloških prognoza u borbi protiv poplava. *Vijesti RHMZ SRH*, **26**, 2, 24–28.
- Trninić, D., 1977: Pitanja hidroloških i meteoroloških prognoza hidrometeoroloških organizacija u procesu zaštite od poplava. *Vodoprivreda*, **9**, 48/49, 169–172.
- Trninić, D., 1981: Meteorološki i hidrološki uslovi koji dovode do formiranja pojave velikih voda s posebnim osvrtom na 1979. i 1981. godinu. *Vodoprivreda*, **XIII**, 6, 449–453.
- Trninić, D., 1984a: Prilog hidrološkoj analizi malih voda. *Građevinar*, **36**, 10, 397–404.
- Trninić, D., 1984b: Hidrološka analiza malih voda u 1983. god. na vodotocima SR Hrvatske. *Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike u SR Hrvatskoj 1983. godine*, RHMZ SRH, Zagreb, 66–97.
- Trninić, D., 1986: Analiza izdašnosti malih voda u slivu rijeke Save. *Zbornik radova Drugog kongresa o vodama Jugoslavije*, Ljubljana, 341–346.



- Trninić, D., 1989a: Nepovoljne hidrološke prilike na rijeci Savi s aspekta zaštite voda od zagadživanja. *Rijeka Sava – zaštita i korištenje voda*, JAZU, Zagreb, 180–191.
- Trninić, D., 1989b: Prilog hidrološkoj analizi niskih vodostaja. *Rasprave*, **24**, 83–85.
- Trninić, D., 1991: Hidrološka analiza malih i velikih voda u 1990. godini. *Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike 1990. god. u Republici Hrvatskoj*, DHMZ, Zagreb, 61–70.
- Trninić, D., 1992: Prilog hidrološkoj analizi malih i velikih voda na području Hrvatske u 1991. godini. *Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike 1991. u Republici Hrvatskoj*, DHMZ, Zagreb, 65–69.
- Trninić, D., 1994: Hidrološka analiza malih voda u međurječju Drave, Dunava i Save. *Zbornik radova konferencije "Poljoprivreda i gospodarenje vodama"*, 507–511.
- Trninić, D. i T. Slamar, 1994: Ocjena ekstremne hidrološke suše i prikaz velikih i poplavnih voda na području Hrvatske u 1993. godini. *Izvanredne meteorološke i hidrološke prilike 1993. u Hrvatskoj*, **17**, RHMZ SRH, Zagreb, 153–159.
- Trninić, D., 1998a: Regionalna analiza malih voda u otvorenim vodotocima Hrvatske. *Hrvatske vode*, **6**, 24, 233–245.
- Trninić, D., 1998b: Analysis the annual runoff trends for the rivers in the Danube basin. *Proceedings of the Water Management and Hydraulic Engineering*, Dubrovnik, 413–418.
- Trninić, D. and T. Bošnjak, 2010: Impact of climate variability and changes on the Kupa River runoff. *Proceedings of the Conference on Water Observation and Information System for Decision Support*, CD-ROM.
- Trninić, D. i T. Bošnjak, 2011: Analiza hidrološke suše Save kod Zagreba u razdoblju: 1.I–31.X 2011. godine. *Hrvatska vodoprivreda*, **19**, 197, 29–34.
- Trninić, D., 2012a: Poplave na širem području Karlovca u XII 1966. godine. *Hrvatska vodoprivreda*, **20**, 201, 18–21.
- Trninić, D., 2012b: Pojave leda na vodotocima u Hrvatskoj. *Hrvatska vodoprivreda*, **20**, 198, 47–50.
- Trninić, D., 2014: 50 godina od katastrofalne poplave Save kod Zagreba. *Hrvatska vodoprivreda*, **22**, 208, 58–65.
- Vučetić, V. and K. Cesarec, 2009: Research of climate change in the Croatian lowland in the frame of the Cost action 734 Climate change – Global Risks. *Challenges&Decisions*, Copenhagen. doi:10.1088/1755-1307/6/9/292027.

Vučetić, V. and K. Cesarec, 2010: Climate variations of temperature, precipitation and water regime in the Croatian lowland Global change: Facing risks and threats to water resources. *Proceedings of the Sixth world FRIEND conference*, Fez, Morocco, 25.–29.10.2010.

Projekti i studije

Studija *Vodoprivredna osnova sliva Mirne*, 1964, OVP za vodno područje primorsko-istarskih slivova, Rijeka.

Studija *Hidrološka studija sliva Save*, 1969, Savezni hidrometeorološki Zavod i Institut "Jaroslav Černi", Beograd.

Projekt *Razrada naučno tehničke dokumentacije prognoze malih voda i promjene kvalitete vode rijeke Save – II Hidrološke prognoze malih voda*, 1975., RHMZ RH, Zagreb, 289 str.

Studija *Toplinski režim rijeke Save*, 1975., Institut za elektroprivredu, Zagreb, 178 str.

Projekt *Hidrotehničko uređenje sliva Vuke*, 1978, RHMZ RH, Zagreb.

Studija *Hidrološke analize slivova Gorskog Kotara*, 1978., OVP za vodno područje primorsko-istarskih slivova, Rijeka.

Projekt *Vodoprivredna osnova grada Zagreba*, II Hidrološka obrada, knjiga 1 i 2, 1980., RHMZ RH, Zagreb.

Studija *Dinamičko prognoziranje vodnog vala kao osnova za upravljanje obranom od poplave na dionici od Zagreba do Siska (u sadašnjoj fazi izgrađenosti)*, 1984, Vodoprivredna radna organizacija za vodno područje sliva Save (radna zajednica Zajedničke službe, Vodoprivredni odjel), Zagreb.

Studija *Prognoza kulminacionog vodostaja Save u Rugvici - za operativni rad ustave Prevlaka - Metoda multivarijabilne regresije*, 1985, RHMZ RH, Zagreb.

Hidrološka studija i analiza osnovnih hidroloških parametara sliva Kupe, 1985, RHMZ RH i Institut za elektroprivredu, Zagreb, knjiga 1 i 2 (dio 1-5).

Studija *Prognoza kulminacionih vodostaja i protoka Save kod Zagreba*, 1988, RHMZ RH, Zagreb.

Hidrološka studija za sliv Mure za razdoblje 1961. – 2005. godine, 2011, Fakultet za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, Slovenija.



Mr. sc. Ivan Čačić i dr. sc. Vesna Jurčec prilikom primanja Hrvatske u članstvo Svjetske meteorološke organizacije, Geneva, Švicarska, 9. listopada 1992. (iz arhive DHMZ-a).

D3

Znanstveno-istraživački projekti

Branka Ivančan-Picek

3.1. Uvod

Uloga DHMZ-a u okviru održivoga razvoja u društvu jest neprekidno praćenje novih spoznaja i vlastito istraživanje u području meteorologije i hidrologije na dobrobit cijele društveno ekonomski zajednice. Od samoga početka glavni cilj znanstvenoga istraživanja u DHMZ-u bio je poboljšanje operativnih aktivnosti i razvoj. Razvoj je pak vezan uz potrebe korisnika iz različitih gospodarskih grana. Takva istraživanja poslije nerijetko predstavljaju i uvod u veće istraživačke projekte. Sve djelatnosti istraživačkoga i razvojnoga rada usmjereni su na razvoj za potrebe ispunjavanja osnovne uloge DHMZ-a i primjenu rezultata i metoda za upozorenja na opasne vremenske pojave i informiranja javnosti, te potrebe različitih društvenih i gospodarskih subjekata (u području energetike, vodoprivrede, poljoprivrede, šumarstva, turizma, prometa, prostornog planiranja, industrije, zaštite okoliša, zdravstva itd.). Očekivani rezultat je sposobnost meteorološke službe da reagira i ponudi rješenja u svim uvjetima od općeg i posebnog društvenog interesa.

Sudjelovanjem u radu domaćih i međunarodnih istraživačkih i stručnih projekata stručnjaci DHMZ-a dijele iskustva i znanje i usavršavaju se u teorijskim i praktičnim vještinama, upoznaju i uvode u službu nove vrste meteoroloških podataka i metoda kao i nove programske alete. Sve to se primjenjuje u svakodnevnom radu, čime se povećava kvaliteta meteoroloških i klimatoloških podataka i analiza. Težište je stavljeno na istraživanja specifičnosti lokalnih i regionalnih atmosferskih procesa radi unapredjenja metoda njihovog modeliranja i točnije prognoze vremena. Rezultati istraživanja i praćenja klime, dijagnosticiranja klimatskih promjena i varijabilnosti te procjena stanja buduće klime – nalaze široku primjenu u strateškom i operativnom planiranju. Dio istraživačkih kapaciteta usmjeren je na nove spoznaje i metode radi podrške planiranju te razvoju strategije i politike zaštite okoliša od onečišćenja.

Ukratko, znanstveno-istraživački rad na DHMZ-u danas možemo podijeliti na šest glavnih područja:

- istraživanja lokalnih i regionalnih atmosferskih procesa te njihova modeliranja za potrebe operativne analize i prognoze vremena, izrade prognostičkih i klimatoloških podloga za razne grane gospodarstva te integriranoga modeliranja meteoroloških, hidroloških i oceanografskih procesa;
- istraživanja usmjerena prema poznavanju klime i klimatskih promjena, posebno ekstrema, na području Hrvatske u odnosu na europske i svjetske prilike praćenjem prostorne i vremenske (sezonske) varijabilnosti intenziteta, učestalosti i trajanja klimatskih parametara i kombiniranih veličina te klimatskim modeliranjem sadašnje i buduće klime radi ocjene očekivanih promjena;
- istraživanja vremenskih i klimatskih prilika te klimatskih promjena uz primjenu agrometeoroloških metoda i modela radi učinkovitije poljoprivredne proizvodnje, šumarstva, zaštite šuma od požara i ribarstva;

- istraživanja utjecaja vremena na ljude i prostorno-vremenskih značajki bioklime uz izradu kriterija za izvanredne biometeorološke prilike;
- istraživanja iz područja zaštite okoliša i prirode radi prijedloga i primjene mjera potrebnih za održivi razvoj;
- istraživanja iz područja hidrologije radi smanjenja osjetljivosti na hidrološke nepogode i katastrofe, posebno na poplave i bujične poplave.

Prepoznavanje znanstveno-istraživačkoga rada DHMZ-a i registracijom u Upisnik znanstveno-istraživačkih pravnih osoba, najprije samoupravnih interesnih zajednica za znanost (posebno zajednice za geoznanosti SIZ III), a poslije ministarstva znanosti, omogućilo je i sufinanciranje tih aktivnosti u okviru znanstvenih projekata. To je vrlo važno jer u Hrvatskoj, osim Geofizičkoga zavoda na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, čija je primarna zadaća izobrazba kadrova u tom području, ne postoji drugi znanstveni institut koji bi se bavio razvojem meteorologije. Osim provedbe znanstvenih projekata, dodatno je omogućena i finansijska pomoć za putovanja znanstvenika na međunarodne znanstvene konferencije te organizaciju međunarodnih skupova u Hrvatskoj, što je bilo vrlo važno za razmjenu iskustava s međunarodnom znanstvenom zajednicom.

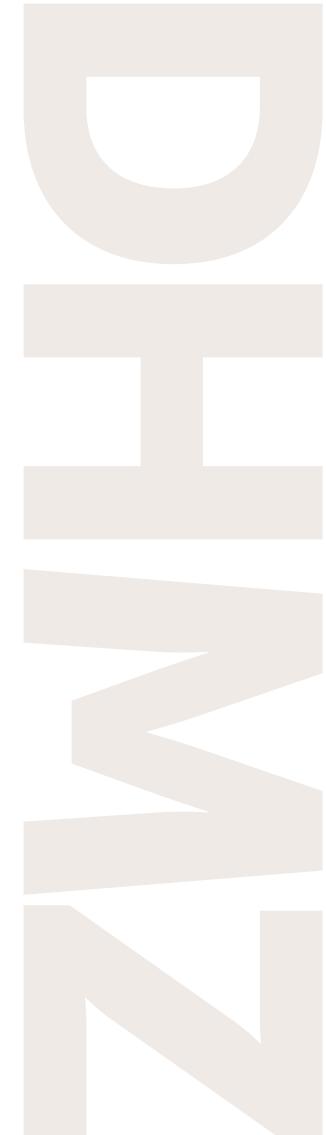
3.2. Povijesni pregled domaćih projekata

Ovdje ćemo se osvrnuti na glavne znanstvene i razvojne projekte koji su se provodili na DHMZ-u od vremena registrirane znanstvene jedinice sredinom 70-ih godina do danas, a financirali su ih državni izvori. Zbog nemogućnosti nabranja svih znanstvenih i stručnih radova proizašlih iz rada na projektima, čitatelja upućujemo na Bibliografiju (DHMZ, 2007) u kojoj su popisani svi radovi zaposlenika DHMZ-a u razdoblju 1947.–2006. Podaci o projektima koje je financiralo ministarstvo znanosti od 1991. mogu se naći u Hrvatskoj znanstvenoj bibliografiji CROSB¹. Ta bibliografija sadrži i sve prijavljene radove pojedinih znanstvenika.

U razdoblju 1972.–1975. u DHMZ-u provedena su opsežna istraživanja u okviru nekoliko projekata koje je financirao SIZ znanosti.

Energetska ravnoteža prizemnog sloja atmosfere (voditeljice mr. sc. Nadežda Šinik i mr. sc. Nada Pleško) bio je projekt u sklopu kojeg su se obradile komponente energetske ravnoteže prizemnog sloja atmosfere (ukupni tok zračenja, latentna toplina isparavanja, turbulentna razmjena topline i tok topline u tlu) na temelju 29 meteoroloških postaja u Hrvatskoj u razdoblju 1949.–1973.

¹ <https://bib.irb.hr/>



U projektu *Meteorološka prognoza sušnih perioda* (voditeljica dr. sc. Vesna Jurčec) proučavali su se indeks suhoće u Zagrebu i njegova statistička prognoza, kišna i sušna razdoblja primjenom Markovljevih lanaca, ekstremna količina oborine u gornjem slivu Save te mogućnost prognoze suše pomoću anomalija opće cirkulacije atmosfere.

U okviru projekta *Hidrološka prognoza malih voda* (voditelj mr. sc. Duško Trninić) istraživani su teoretski meteorološki i hidrološki uvjeti u kojima se parametri zagadenja vodotoka svode na najmanju moguću mjeru, i uspješno su riješene hidrološke karakteristike dionica i sektora vodotoka, što je na području hidrologije onda bila novost.

U suradnji s Institutom za medicinska istraživanja i Institutom Ruđer Bošković iz Zagreba u okviru posebnoga istraživačkoga projekta *Širenje grubo disperzijskih čestica* provedena su opsežna ispitivanja meteoroloških parametara i širenje onečišćenja na područjima Podsuseda kraj Zagreba i Željezare Sisak. Ta istraživanja bila su temeljena na mikrometeorološkim i aerološkim posebnim mjerjenjima koja su provođena u razdoblju 1973.–1974.

U razdoblju 1976.–1980. u okviru projekta *Istraživanje vremena i klime nad područjem SR Hrvatske* nastavljena su istraživanja na nekim od već spomenutih zadataka, a i na nekim novim zadacima.

Glavno težište rada na projektu *Numerička prognoza vremena* (voditeljica dr. sc. Vesna Jurčec) odnose se na istraživanje problema objektivne analize i prognoze vremena modernim numeričkim metodama. Publicirani radovi ukazuju na mogućnost poboljšanja operativnoga modela za prognozu vremena na području Hrvatske, te na primjenu rezultata modela u interpretaciji produkata numeričke prognoze meteoroloških elemenata u prognozi vremena na pojedinim područjima. Rezultati su uglavnom fundamentalnog karaktera, a usmjereni su na poboljšanje kratkoročne prognoze vremena, ali i na kvalitetniju srednjoročnu prognozu, što je bio doprinos međunarodnom projektu COST Europskoga centra za srednjoročnu prognozu vremena.

Cilj istraživanja u okviru projekta *Prostorno-vremenske varijacije klime SR Hrvatske* bio je određivanje klime pojedinih područja Hrvatske kao ravnotežnoga stanja između primljene toplinske energije Sunca i izgubljene energije u raznim atmosferskim procesima i posebno pronalaženje mogućnosti prognoziranja klimatskoga ravnotežnoga stanja u sljedećih nekoliko desetljeća. Rezultati istraživanja omogućili su novu klimatsku klasifikaciju Hrvatske te izradu matematičkoga modela utjecaja naoblake na klimatsku toplinsku ravnotežu u sjevernoj Hrvatskoj.

Istraživanje režima vjetra na Palagruži bilo je na neki način uvod u istraživački projekt *Režim vjetra u SR Hrvatskoj* (voditelj dr. sc. Dražen Poje), cilj kojega je bio utvrđivanje osnovnih značajki režima vjetra u raznim područjima Hrvatske. Rezultati rada detaljnije su objasnili lokalnu cirkulaciju kopno–more na obalnom području Jadrana i na većim otocima, kao i lokalnu cirkulaciju brdo–dolina na širem području Zagreba. Određeni su očekivani maksimalni udari vjetra u 50-godišnjem povratnom razdoblju, a detaljno je ispitana i vjetrovni režim Jadrana na temelju mjerjenja na kopnenim i brodskim postajama, posebno s aspekta jakoga i olujnoga vjetra.

U istraživačkom razdoblju 1981.–1985. godine SIZ znanosti sufinancirao je rad na četiri projekta.

U okviru projekta *Istraživanje i razvoj korištenja energije Sunca* (voditelj dr. sc. Dražen Poje) nastavljena su istraživanja energije Sunca i izrađene su, uz sufinanciranje Elektroprivrede Dalmacije, karte naoblake, insolacije i globalnoga zračenja u Hrvatskoj.

Znanstvenici Zavoda sudjelovali su i u projektu *Istraživanje atmosfere i onečišćenja zraka* (voditeljica mr. sc. Edita Lončar) u okviru kojega se proučavalo širenje onečišćenja zraka u različitim vremenskim situacijama, ispitivani su različiti modeli za prognozu vremena i pojedinih parametara vremena. Pomoću posebnih mjerena tijekom 1981.–1982. u sklopu međunarodnoga projekta ALPEX istraživana je lokalna cirkulacija u pojedinim područjima Hrvatske, njezini uzroci i povezanost s ostalim meteorološkim poljima različitih razmjera.

Na projektu *Istraživanje, iskorištavanje, zaštita i unapređenje Jadranskog mora*, potprojektu *Vremenske i klimatske karakteristike jadranskog područja* (voditeljica dr. sc. Vesna Jurčec) analizirane su situacije s burom na Jadranu na temelju podataka izmjerениh u okviru međunarodnoga projekta ALPEX. Za to istraživanje upotrijebljeni su osim raspoloživih prizemnih podataka i visinski podaci dodatnih radiosondažnih mjerena svaka tri sata na postaji Zagreb-Maksimir te na lokacijama gdje inače nisu postojala takva mjerena: Karlovac, Pula i Zadar. U sklopu toga projekta također su određena srednja stanja atmosfere (srednji dnevni hodovi temperature zraka, tlaka zraka te brzine i smjera vjetra za pojedine mjesece) sa svrhom da se ustanove anomalna stanja u ALPEX-ovoj godini (rujan 1981. – kolovoz 1982.).

Na projektu *Nastanak i razvoj učestalih degenerativnih, kroničnih i tumorskih bolesti* (voditeljica dr. sc. Nada Pleško) istraživana je uloga meteoroloških faktora u nastanku cerebrovaskularnoga inzulta statističkim metodama, a obavljana su i mjerena nekih parametara koagulacije krvi na grupi pacijenata.

U razdoblju 1986.–1990. znanstvenici Zavoda sudjelovali su u istraživanjima na sedam znanstvenih zadataka u okviru nekoliko projekata koje je sufinancirao SIZ znanosti.

U okviru projekta *Novi izvori energije*, potprojekta *Energija vjetra* (voditelj dr. sc. Dražen Poje) rad Zavoda odvijao se unutar teme *Određivanje potencijala energije vjetra u SRH* u kojoj su nastavljena istraživanja započeta u ranijim projektima.

Znanstvenici Zavoda sudjelovali su i u istraživanjima na projektu *Geofizika* na projektnom zadatku *Fizikalne osnove vremena i klime* (voditeljica dr. sc. Nadežda Šinik) i proučavali su ovisnost količine oborine o položajima centara visokoga i niskoga tlaka, vremensko-visinsku varijabilnost topline isparavanja, utjecaj grada na oborinski režim, procjenu maksimalnih količina kratkotrajne oborine, sušnih perioda s primjenom na pojavu šumskih požara, maksimalne udare vjetra, buru, stabilnost graničnoga sloja te strujanje zraka preko planina.

U projektu *Općenarodna obrana i društvena samozaštitna potprojekt Meteorološke i hidrološke elementarne nepogode* (glavni istraživač mr. sc. Borivoj Čapka) proučavana je vjerovatnost pojavljivanja (povratna razdoblja) za različite dnevne količine oborine te maksimalne i minimalne temperature zraka, istraživani su pojedini slučajevi izvanrednih meteoroloških i hidroloških događaja, analizirana je količina oborine i njezini uzroci za vrijeme velikih poplava.

U projektu *Okolina – ekološka istraživanja i zaštita okoline* potprojektu *Istraživanje i zaštita okoline kopnenog dijela SR Hrvatske* istraživalo se na zadatku *Istraživanje karakteristika stabilnosti, strujanja i turbulencije, te njihove interakcije s disperzijom štetnih primjesa u atmosferi* (koordinatorica mr. sc. Edita Lončar) prizemne koncentracije onečišćenja u različitim atmosferskim uvjetima stabilnosti.

U okviru istoga projekta i potprojekta također se istraživalo na zadatku *Istraživanje kvalitativnih i kvantitativnih hemijskih i bioloških promjena zraka, površinskih i podzemnih voda, te toksičnih tvari u njima i izrada banke hidrogeoloških podataka karakteristike hidroloških suša u vezi s parametrima kvalitete zraka*, proučavan je odnos vodostaja Save s razinom podzemnih voda i pojave kisele oborine na Plitvicama.

U istom projektu, potprojektu *Istraživanje i zaštita Jadrana* na zadatku *Prirodne karakteristike Jadranskog mora* proučavane su vremensko-prostorne razdiobe količine oborine s posebnim osvrtom na karakteristike sušnih razdoblja i njihove povratne periodе, vjetar na Jadranu, uzroci i posljedice pojave orkanskog vjetra, posebno bure i pomorske nezgode na Jadranu.

Na projektu *Istraživanje etiopatogeneze kroničnih i degenerativnih bolesti te unapređenje njihove dijagnostike i lječenja*, potprojektu *Bolesti živčanog sustava i osjetila* provodila su se istraživanja na zadatku *Proučavanje utjecaja meteoroloških prilika na pojavu cerebrovaskularne bolesti* (voditeljica dr. sc. Nada Pleško). Na grupi bolesnika mjereni su parametri koagulacije krvi u različitim vremenskim situacijama. Proučavana je incidencija cerebrovaskularnoga inzulta u ovisnosti o vremenu.

U razdoblju 1991.–1996. znanstvenici Zavoda sudjelovali su u istraživanjima na čak osam projekata koje je finansiralo Ministarstvo znanosti i tehnologije (više o projektima u tom razdoblju može se naći na poveznici²).

Cilj projekta *Praćenje klime Hrvatske unutar globalnih klimatskih promjena* (voditelj dr. sc. Krešo Pandžić) bio je ustanoviti trendove i varijacije klime Hrvatske u posljednjih stotinjak godina, utvrditi uzroke tih promjena u okviru globalne klime i istražiti mogućnosti objektivnog praćenja i predviđanja tih promjena i varijacija s primjenom u različitim područjima gospodarstva.

² <https://bib.irb.hr/lista-ustanove?sifra=4&period=1991>

U okviru projekta istražene su varijacije i promjene klime na više lokacija u Hrvatskoj (Zagreb, Osijek, Crikvenica, Hvar, Zavižan, Puntijarka). Rezultati projekta primjenjivi su na različite grane ljudske djelatnosti (građevinarstvo, prostorno planiranje, vodoprivreda, elektroprivreda, poljoprivreda, promet, turizam i sl.).

Projekt *Oluje i prirodne katastrofe u Hrvatskoj* (voditeljica dr. sc. Vesna Jurčec) obuhvaća istraživanje oluja i prirodnih katastrofa radi njihova sprecavanja ili ublažavanja. Istraživanja su bila u skladu s pozivom svim članicama Ujedinjenih naroda i Svjetske meteorološke organizacije na međunarodnu suradnju na istraživanjima prirodnih katastrofa kojima je bila posvećena posljednja dekada 20. stoljeća. Istraživanja su pokazala da uzroke mnogih lokalnih pojava treba tražiti u razvoju podsinoptičkih sustava, koji se ne mogu otkriti konvencionalnim sinoptičkim metodama analize i numeričkim modelima sinoptičkih razmjera koji su u to vrijeme bili operativni.

Projekt *Istraživanje energetskog potencijala vjetra* (voditelj dr. sc. Dražen Poje) nastavak je prijašnjih istraživanja na tom području. Na temelju analiziranih anemografskih podataka vjetra u unutrašnjosti Hrvatske i na Jadranu provjerene su razne metode procjene energije vjetra, posebno s aspekta najbolje prilagodljivosti teoretskih funkcija empirijskim podacima. Istraživanja u okviru toga projekta provedena su u skladu s planom za izradu Europskoga atlasa vjetra koji se provodio u okviru Srednjoeuropske inicijative u području meteorologije.

Ciljevi istraživanja na projektu *Atmosferski procesi i kvaliteta zraka* (voditeljica mr. sc. Edita Lončar, a od 1995. mr. sc. Alica Bajić) bili su razvijanje metoda i postupaka za identifikaciju, procjenu i kontrolu onečišćenja zraka i oborine u unutrašnjosti i na obali, ocjena ovisnosti onečišćenja zraka o parametrima graničnoga sloja atmosfere, adaptacija i modifikacija modela onečišćenja zraka u skladu s disperzijskim karakteristikama graničnoga sloja atmosfere, usavršavanje modela daljinskog prijenosa za kvalitetniju ocjenu doprinosa prekograničnoga prijenosa onečišćenja, prijedlog cjelovitoga monitoringa ključnih parametara za upravljanje kvalitetom zraka i doprinos poznavanju i definiranju utjecaja atmosferskih procesa na kvalitetu zraka, strategiji upravljanja kvalitetom zraka kao i rješavanju problema zaštite čovjekova okoliša.

Projekt *Utjecaj vremena i klime na zdravlje ljudi* (voditeljica dr. sc. Nada Pleško) provođen je u dvije grupe. Unutar prve grupe provođena su statistička istraživanja da bi se ustanovilo postoji li i kakva je povezanost između vremenskih parametara i incidencije bolesti, kao i klinička i laboratorijska istraživanja na pacijentima da bi se otkrile promjene u organizmu vezane uz značajne vremenske situacije. Proučavan je utjecaj vremena na vaskularne bolesti i na bronhijalnu astmu. Unutar druge grupe iz područja bioklimatskih istraživanja cilj je bio odrediti takve bioklimatske indekse koji u ocjeni termičkoga komfora uključuju sve relevantne meteorološke parametre i pomoći njih klasificirati bioklimatske karakteristike raznih područja u Hrvatskoj, kao bazu za razvoj zdravstvenog turizma.

Istraživanja na projektu *Meteorološke i hidrološke elementarne nepogode* (voditelj mr. sc. Borivoj Čapka) obuhvaćala su utvrđivanje granica i vjerovatnosti pojavljivanja pojedinih ekstremnih meteoroloških i hidroloških događaja, posebno onih koji se mogu smatrati elementarnim nepogodama. Cilj im je bio procjena rizika od elementarnih nepogoda radi njihova uvažavanja u planovima razvoja u zemlji, razrada mjera kratkoročne i dugoročne prevencije i zaštite te praćenje, prognoziranje i upozoravanje na izvanredne meteorološke i hidrološke pojave.

U projektu *Modeliranje mezometeoroloških procesa* (voditelj dr. sc. Branko Gelo) cilj je bio na temelju makrovremenskih numeričkih modela izraditi mezometeorološki model za razmjerno malo područje, koji treba dati potpuniju informaciju o vremenu na pojedinim mjestima nekoga područja.

U tom je istraživačkom razdoblju započela i izrada stručnoga višejezičnoga rječnika u okviru projekta *Višejezični rječnik geofizičkog nazivlja* (voditelj dr. sc. Dražen Poje). Sufinanciranje projekta nastavilo se i u razdoblju 1996.–2002. (voditelj dr. sc. Branko Gelo). Taj rad završio je pripremom *Meteorološkog pojmovnika i višejezičnog rječnika* (Gelo i sur., 2005.). Rječnik je obuhvatio cijelokupno područje geofizike, a uz hrvatske termine i njihovo tumačenje dani su i odgovarajući izrazi na engleskom, njemačkom i francuskom jeziku. Svrha izrade rječnika bila je ne samo popis postojećih hrvatskih izraza već i izrada novih za koje nije postojao odgovarajući hrvatski naziv, nego se obično koristio engleski.



Slika 3.2.1. Voditelj znanstveno-istraživačkog projekta *Meteorološke i hidrološke elementarne nepogode* mr. sc. Borivoj Čapka na Svjetskoj konferenciji o smanjenju prirodnih katastrofa u Yokohami, Japan, 25. svibnja 1994. (iz privatne arhive B. Čapke).

U razdoblju 1996.–2002. Ministarstvo znanosti i tehnologije financiralo je i projekt *Dugoročna prognoza vremena i klime na profilu Jadran-Panonija* (voditelj dr. sc. Krešo Pandžić). Rezultati projekta obuhvatili su širok spektar problema prognoze i klime našega područja i objavljeni su u nizu radova koji se mogu naći na poveznici Hrvatske znanstvene bibliografije³.

Novi projektni ciklusi 2002.–2005. te 2007.–2014. donijeli su DHMZ-u finansijsku potporu Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta (MZOS) za tri znanstvena projekta, čiji su nositelji znanstvenici iz DHMZ-a (*Klimatske varijacije i promjene i odjek u područjima utjecaja*⁴ – voditeljica dr. sc. Marjana Gajić-Čapka; *Oluje i prirodne katastrofe u Hrvatskoj*⁵ – voditeljica dr. sc. Branka Ivančan-Picek; *Metode motrenja i asimilacija meteoroloških podataka*⁶ – voditelj dr. sc. Krešo Pandžić). Na danim poveznicama Hrvatske znanstvene bibliografije nalazi se popis svih objavljenih znanstvenih radova i sudjelovanja na znanstvenim skupovima vezanih uz pojedini projekt. U odnosu na prethodno razdoblje, broj znanstvenih radova višestruko se povećao, i to osobito njihovom objavom u međunarodno priznatim znanstvenim časopisima. To je i razlog da čitatelja upućujemo na dane poveznice.

Projekt *Klimatske varijacije i promjene i odjek u područjima utjecaja* imao je za cilj dijagnosticiranje variabilnosti i promjena indeksa klimatskih ekstrema u Hrvatskoj do kraja 20. i početkom 21. stoljeća, te njihova odziva u područjima utjecaja (vodno gospodarstvo, poljoprivreda, zdravlje, turizam i sl.). U okviru toga projekta započelo je i klimatsko modeliranje na DHMZ-u dinamičkom prilagodbom regionalnog modela RegCM3 i dana je ocjena sadašnje (1961.–1990.) i dvije buduće klime (2011.–2040. i 2041.–2070.).

U projektu *Oluje i prirodne katastrofe u Hrvatskoj* bavilo se analizom i prognozom olujnih procesa u atmosferi. Uz nedvosmislenu potvrdu klimatskih promjena koje za posljedicu imaju i pojavu sve češćih i intenzivnijih vremenskih događaja, tim istraživanjima cilj je bio dobiti potpuniju sliku o nastanku olujnih procesa (lokalni tipovi vjetra bura i jugo, obilne količine oborine), koji nerijetko imaju katastrofalne posljedice. Projekt je kroz razvoj numeričke vremenske prognoze i njene verifikacije, probabilističkim pristupom te metodom dinamičke adaptacije polja vjetra na topografiju u većoj rezoluciji znatno pridonio poboljšanju dijagnoze i prognoze nastanka i jačini olujnoga vjetra, dok je implementacijom naprednih numeričkih, dinamičkih i fizikalnih metoda poboljšana prognoza i ostalih opasnih vremenskih pojava na našem području.

³ http://bib.irb.hr/lista-radova?sif_proj=004001&period=1996

⁴ http://bib.irb.hr/lista-radova?sif_proj=004-1193086-3035&period=2007

⁵ http://bib.irb.hr/lista-radova?sif_proj=004-1193086-3036&period=2007

⁶ http://bib.irb.hr/lista-radova?sif_proj=004-1193086-3065&period=2007

Projekt *Metode motrenja i asimilacija meteoroloških podataka* imao je za cilj ispitivanje preciznosti i usporedbu rezultata različitih sustava motrenja s naglaskom na ona u Hrvatskoj. Putem kontrolnih procedura radilo se na povećanju kvalitete podataka, a metodama objektivne analize te su se informacije ravnomjerno rasporedile u prostoru i vremenu.

Ti projekti bili su dio najvećega znanstvenoga programa iz područja geoznanosti u Hrvatskoj pod naslovom *Svojstva i međudjelovanje atmosfere, hidrosfere i geosfere u području Hrvatske* – voditelj prof. dr. sc. Mirko Orlić s Geofizičkog Odsjeka Prirodoslovno-matematičkoga fakulteta u Zagrebu.

Osim financiranja samih istraživanja, MZOS je omogućio zapošljavanje pet znanstvenih novaka za rad na tim projektima, od njih četvero ih je doktoriralo, a jedan je magistrirao.

Naši znanstvenici sudjelovali su i na drugim znanstvenim projektima koje je sufinancirao MZOS čiji su voditelji bili znanstvenici iz drugih institucija, kao i na projektima koje su finansirali drugi izvori (npr. Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva (MZOPUG) i dr.). To su bili ovi projekti:

*Očuvanje bioraznolikosti u Jadranskom moru*⁷ – voditeljica dr. sc. Antonieta Požar-Domac s Prirodoslovnog odjela Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu u razdoblju 1996.–2002. Glavni cilj projekta je bio osnovati mrežu specijalnih zaštićenih područja u Jadranskom moru, takozvanih morskih parkova. U tu svrhu istraživane su klimatske i agroklimatske prilike u blizini sedam lokacija morskih parkova prema podacima s najbližih meteoroloških postaja.

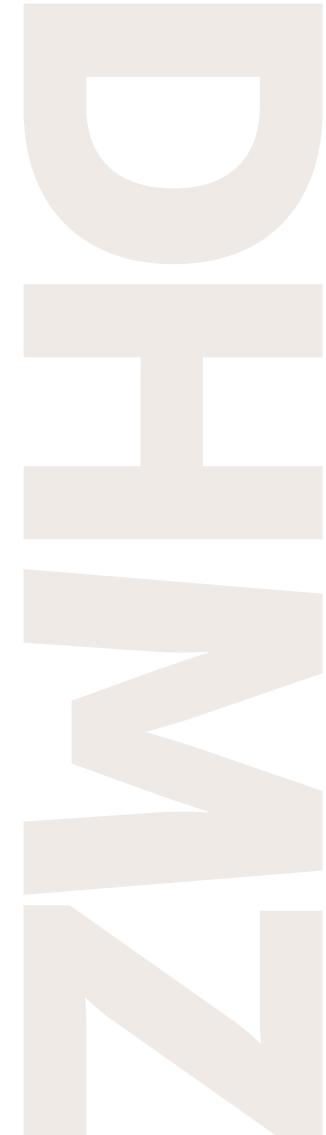
*Suradnički ekspertni sustav CRO-EOL2 (energija vjetra)*⁸ – voditeljica dr. sc. Ljiljana Pilić-Rabadan s Fakulteta elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje u Splitu u razdoblju 1996.–2002. Cilj projekta bio je primjena manjih vjetroturbina u proizvodnji energije za specifične uvjete rada na hrvatskoj obali i otocima te procjena prirodnoga potencijala vjetra.

*Kakvoća zraka nad kompleksnom topografijom*⁹ – voditeljica prof. dr. sc. Zvjezdana Bencetić Klaić s Geofizičkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkoga fakulteta u Zagrebu. Cilj toga projekta bio je uspostava združenoga meteorološko-kemijskoga modela koji je prikladan za procjenu razine onečišćenja atmosfere u Hrvatskoj na prostorno-vremenskim ljestvicama od lokalne, preko urbane do regionalne.

⁷ http://bib.irb.hr/lista-radova?sif_proj=119108&period=1996

⁸ http://bib.irb.hr/lista-radova?sif_proj=023034&period=1996

⁹ http://bib.irb.hr/lista-radova?sif_proj=119-1193086-1323&period=2007



Integralno istraživanje prostornovremenskih značajki obnovljivih izvora energije¹⁰ – voditeljica dr. sc. Branka Jelavić s Energetskog Instituta »Hrvoje Požar«. Rezultati toga projekta unaprijedili su znanja potrebna za određivanje potencijala energije vjetra te istražili vjetropotencijal u orografski složenu području Hrvatske.

Pouzdanost konstrukcija i procjena rizika uslijed ekstremnih djelovanja¹¹ – voditelj prof. dr. sc. Bernardin Peroš s Građevinskog fakulteta u Splitu. Tim je projektom istraženo ponašanje pojedinih konstrukcija u ekstremnim vremenskim uvjetima (vjetar, snijeg itd.) te su utvrđeni razina pouzdanosti i procjena rizika.

DHMZ je sudjelovao i u projektu PHARE 2005, *Installation of RODOS (Real-time Online DecisiOn Support system) system in the Republic of Croatia* (Instalacija sustava RODOS u Hrvatskoj) s osnovnom zadaćom izrade i dostave produkata prognoze vremena za operativni *on-line* sustav djelovanja u slučaju nuklearne nesreće (koordinatori u DHMZ-u mr. sc. Alica Bajić i Stjepan Ivatek-Šahdan).

Incidencija peludnih alergena po prostornim jedinicama Zagreba i Županije zagrebačke¹² – voditeljica dr. sc. Renata Peternel iz Zavoda za javno zdravstvo grada Zagreba. Tim je projektom uspostavljeno redovito praćenje vrsta i koncentracija peluda u zraku, njihova analiza u ovisnosti o vremenskim uvjetima sa svrhom prevencije i zaštite od alergija.

Projekt *Nacionalni program ublažavanja posljedica suša i suzbijanja oštećenja zemljišta (NAP)* financirao je MZOPUG (2004.–2007.). Taj je projekt realiziran u okviru provedbe Konvencije UN o suzbijanju dezertifikacije u zemljama pogodjenim jakim sušama i/ili dezertifikacijom (*United Nations Convention to combat desertification in countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa – UNCCD*)¹³. U izradi Nacionalnoga programa sudjelovale su znanstvene i stručne institucije i pojedinci, koji pokrivaju pet tematskih područja: klimu, tlo, vode, poljoprivredu i šumarstvo. Iz DHMZ-a sudjelovalo je 12 znanstvenika i stručnjaka, a koordinator tematskog područja *Klima* bila je dr. sc. Marjana Gajić-Čapka. Obradene su dvije cjeline. Prvo su uspoređena dva klimatska razdoblja, referentno 1961.–1990. i recentno 1971.–2000., i analizirana je 2003. godina kao izrazito sušna. Analiza je primijenjena na relevantne meteorološke parametre za identifikaciju dezertifikacije i suše. Drugo, analizirane su klimatske varijacije u razdoblju 1901.–2004.

¹⁰ http://bib.irb.hr/lista-radova?sif_proj=201-2012298-2304&period=2007

¹¹ http://bib.irb.hr/lista-radova?sif_proj=083-0821466-1465&period=2007

¹² http://bib.irb.hr/lista-radova?sif_proj=0121999

¹³ www.unccd.int

Projekt *Uspostava monitoring sustava za praćenje i upravljanje kakvoćom zraka na području Hrvatske* temeljio se na zakonskoj regulativi u području zaštite zraka, a svrha mu je bila izgraditi državnu mrežu za trajno praćenje kvalitete zraka na području Hrvatske i osigurati kvalitetne i pouzdane podatke za potrebe donošenja odluka, strategija i mjera zaštite zraka i okoliša od štetnoga utjecaja atmosferskoga onečišćenja.

Projekt je bio infrastrukturnoga karaktera i financirao se kroz prepristupni fond pomoći Europske Unije PHARE 2006. Suradne institucije DHMZ-u na projektu bile su Ministarstvo zaštite okoliša, prostornoga uređenja i graditeljstva te Agencija za zaštitu okoliša. Koordinatorice projekta u DHMZ-u bile su Sonja Vidić i Vesna Đuričić. U razdoblju trajanja projekta 2006.–2010. izgrađeno je 12 postaja za praćenje kvalitete zraka u nenaseljenim područjima i nacionalnim parkovima, opremljeni su kemijski i umjerni laboratorij te nabavljena informatička oprema i programski paketi za prijenos, kontrolu i obradu podataka mjerjenja.

Kako je 2013. godine MZOS daljnje financiranje znanstvenih projekata prebacilo na Hrvatsku zakladu za znanost (HRZZ), dio se naših znanstvenika uključio u pripremu prijedloga projekata za HRZZ.



Slika 3.2.2. Otvaranje Phare 2006 projekta *Uspostava monitoring sustava za praćenje i upravljanje kakvoćom zraka na području Hrvatske*, Zagreb, 5. ožujka 2009. (s lijeva na desno: Sonja Vidić, hrvatska voditeljica projekta; Harri Pietarila, finski voditelj projekta, Vuokko Karlsson, finska savjetnica; Vesna Đuričić, hrvatska savjetnica; Inga Mlinarević, tajnica i prevoditeljica) (iz arhive DHMZ-a).

Ovdje treba istaknuti interdisciplinarni projekt pod naslovom *Optimizacija sustava proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora povezanih u mikromrežu – MICROGRID*¹⁴ u suradnji i pod vodstvom Fakulteta elektrotehnike i računarstva, Sveučilišta u Zagrebu te Fakulteta strojarstva i brodogradnje iz Zagreba i Končar Instituta za elektrotehniku (2012.–2014.).

Glavni cilj projekta bio je multidisciplinarno istraživanje mikromreža, kao inovativne teme i jednog od glavnih uvjeta za razvoj distribuirane proizvodnje energije iz obnovljivih izvora energije. Dodatan cilj ovog projekta bio je unaprijediti numeričku prognozu vremenskih parametara (osobito vjetra) kao podršku prognozi proizvodnje energije (koordinator u DHMZ-u dr. sc. Kristian Hotvath).

Uz finaciranje fonda Jedinstvo uz pomoć znanja (Unity through Knowledge Fund – UKF) u suradnji s kolegama iz Instituta za oceanografiju i ribarstvo zaposlenici DHMZ-a sudjelovali su u dva projekta. U projektu *Tumačenje i prognoza površinskih struja u Jadranu neuronskim mrežama – NEURAL*¹⁵ (2013.–2015.) izrađen je prototip sustava prognoze površinskih struja, temeljenih na mjerjenjima VF radara, prognoze operativnog meteorološkog modela ALADIN i neuronskih mreža (metoda samo-organizirajućih polja).

Projekt *Karakteristike turbulencije bure – CATURBO*¹⁶ (2013.–2015.) bio je temeljni znanstveno-istraživački projekt Hrvatske zaklade za znanost pod vodstvom prof. dr. sc. Branka Grisogona s Geofizičkoga odsjeka Prirodoslovno-matematičkoga fakulteta u Zagrebu. Suradnja znanstvenika DHMZ-a na tom projektu odnosila se na analizu mjerjenja i numeričkoga modeliranja osnovnih karakteristika turbulencije bure.

Projekt *Klima jadranske regije u njenom globalnom kontekstu – CARE*¹⁷ (2014.–2018.) provodi se u suradnji s Geofizičkim odsjekom Prirodoslovno-matematičkoga fakulteta u Zagrebu pod vodstvom prof. dr. sc. Mirka Orlića (slika 3.2.3). Projekt CARE usmjeren je na sveobuhvatno proučavanje klime jadranskoga područja. Tim istraživanjem obuhvaćeni su procesi u atmosferi i oceanu te njihove interakcije. Projekt se temelji na podacima dobivenim mjerjenjima kao i na modeliranju prošlosti i projekcijama buduće klime. Pri tome se koriste napredne metode analize podataka i modeliranja.

¹⁴ www.fer.unizg.hr/microgrid

¹⁵ <http://jadran.izor.hr/neural/about.htm>

¹⁶ <http://www.pmf.unizg.hr/geof/znanost/meteorologija/catTurbo>

¹⁷ <https://www.pmf.unizg.hr/geof/znanost/klimatologija/care>

Rad na projektima znatno je doprinio sposobnosti meteorološke službe da reagira i ponudi rješenja u svim uvjetima od općega i posebnoga društvenog interesa. Glavnina rezultata toga rada objavljena je u znanstvenim i stručnim časopisima (vidi sliku 1.2.3., Poglavlje 1.), a predstavljena je i na nizu međunarodnih znanstvenih skupova.

3.3. Povijesni pregled međunarodnih projekata

Velik trud znanstvenika i rezultati njihova rada prepoznati su i u međunarodnim okvirima. Kao i kod pregleda domaćih projekata (Poglavlje 3.2.) i u ovom poglavlju čitatelja upućujemo na Bibliografiju (DHMZ, 2007.), Hrvatsku znanstvenu bibliografiju i na mrežne stranice pojedinih projekata, gdje se mogu naći radovi pojedinih autora vezani uz projekte. Ovdje su nabrojeni samo radovi s najvažnijim rezultatima ili pak s pregledom pojedinoga projekta.

Međunarodna suradnja u okviru projekata aktivirala se početkom 80-ih godina za vrijeme Alpskoga eksperimenta (ALPEX – Alpine Experiment) (WMO, 1982.). Tijekom eksperimentalne faze ALPEX-a 1982. godine (ožujak–travanj) obavljena su i dodatna radiosondažna mjerena i po prvi put avionska mjerena koja su bila temelj za nova istraživanja bure na području sjevernog Jadrana (Brebić, 1983.; Jurčec, 1981., 1984.; Razumović, Letinčić-Sabljak i V. Vučetić, 1984.; Vučetić, V., 1984., 1985.).



Slika 3.2.3. Projektni tim CARE projekta (iz arhive DHMZ-a).



Slika 3.3.1. Neki od hrvatskih sudionika na 21. međunarodnoj konferenciji o alpskoj meteorologiji održanoj u rujnu 1990. godine u Engelbergu, Švicarska (iz privatne arhive B. Ivančan-Picek).

Zahvaljujući projektu ALPEX proistekla je i suradnja sa znanstvenicima iz SAD-a i Slovenije te je ostvaren projekt *The Adriatic Bora* (Bura na Jadranu, CRO/SLO-USA/NSF JF 735, 1987-1989) pod vodstvom dr. sc. Vesne Jurčec (Bajić, 1988., 1989., 1990.; Ivančan-Picek i V. Vučetić, 1990.; Jurčec, 1988., 1989.; Vučetić, V., 1988.; Tutiš, 1988.).

Ta suradnja sa znanstvenicima iz SAD-a nastavljena je u okviru projekta *Nature and Theory of Severe Bora Storms* (Priroda i teorija olujne bure, CRO-USA/NSF JF 990-0, 1991-1994). Nova mjerena iz ALPEX-a, te analize arhivskih situacija s jakom burom, omogućili su istraživanja vertikalne strukture atmosfere u navjetrini i zavjetrini bure te primjenili hidrauličku teoriju kao jedan od mehanizama bure i ustanovili trodimenzionalne karakteristike bure (Bajić, 1991.; Vučetić, V., 1993.). U sklopu tih projekata na temelju mikrobarografskih podataka procijenjen je planinski otpor (Tutiš i Ivančan-Picek, 1991.; Ivančan-Picek i Tutiš, 1995.), a razvijena je izentropska metoda za analizu vertikalnih presjekova i objektivna metoda za analizu meteoroloških polja i dijagnostičkih parametara (Glasnović, Čaćić i Strelec, 1994.). Ti projekti dodatno su pridonijeli međunarodnoj prepoznatljivosti naših znanstvenika. Primjerice, na zatvaranju 21. međunarodne konferencije o alpskoj meteorologiji (21st ICAM), koja je održana u Engelbergu u Švicarskoj, predsjedavajući organizacijskog odbora prof. Huw Davies s ETH u Zürichu zahvalio je sudionicima i posebno istaknuo "zagrebačku žensku školu meteorologije". Takvo isticanje uslijedilo je nakon odličnoga pozvanoga predavanja o trenutnom statusu istraživanja bure (Jurčec, 1990.) i niza prezentacija mlađih znanstvenika.

Međunarodna suradnja dodatno se pojačala poslije osamostaljenja Republike Hrvatske, početkom 90-ih godina, kad je DHMZ preuzeo sve obaveze službe naše zemlje. Sredinom 90-ih godina na prijedlog Austrije pokrenut je projekt *Central European Initiative on Meteorology – Wind and Wind Potential in central Europe* (Meteorološka inicijativa u Srednjoj Europi – Vjetar i potencijal vjetra) (Dobesch i sur., 1997). U radu projekta sudjelovale su zemlje srednje Europe (Austrija, Češka, Hrvatska, Mađarska, Slovačka i Slovenija). Osnovni cilj projekta bio je osigurati visoku rezoluciju i točnost podataka kontinuiranoga mjerena smjera i brzine vjetra te izradu atlasa vjetra za područje srednje Europe koji je poslužio za ocjenu lokacija pogodnih za gospodarski opravdano korištenje energije vjetra. Dodatno za područje Hrvatske pomoću modela WAsP, koji je izrađen u Institutu Risø u Danskoj, određeni su vjetrovna klima, procjena brzine vjetra na pet različitih visina, utjecaj hrapavosti terena, zaklona i reljefa tla oko anemografa na podatke vjetra te procjena energetskoga potencijala na devet meteoroloških postaja (koordinatorica u DHMZ-u mr. sc. Alica Bajić, Bajić, 1999.).

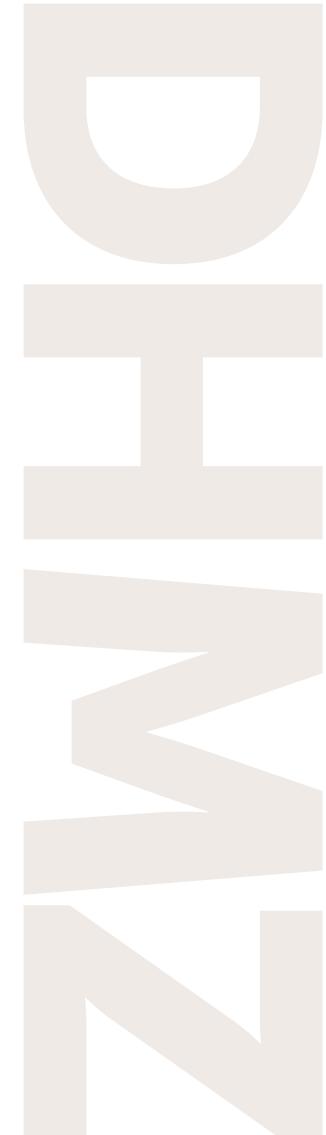
Suradnja u okviru programa COST Europske komisije (*European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research*) otvorila je velike mogućnosti za uključivanje naših znanstvenika u najnovije znanstvene tokove kao i umrežavanje istraživačkih institucija. Sredinom 90-ih godina ta suradnja započela je uključivanjem u COST 73 (1993.–1997.) (koordinator dr. sc. Branko Gelo), čija je zadaća bila uspostava algoritama konvencionalnih radara, kao i mogućnosti upotrebe doplerskoga radara i njihovih produkata. Suradnja na području radarske meteorologije u okviru COST 73 nastavljena je osnivanjem grupa GORN (*Group On Radar Networking*) i CERAD (*Central European RADars*). Cilj tih projekata bio je razrada formata i načini prijenosa radarskih produkata u međunarodnu razmjenu. Jedan od vrlo važnih rezultata bio je stvaranje srednjoeuropske kompozitne radarske slike. Centar za stvaranje kompozitne radarske slike uspostavljen je u ožujku 1996. godine u Beču, a Hrvatska je radarsku sliku s Puntijarke započela razmjenjivati na jesen 1996.

U novije vrijeme suradnja programa COST odvijala se u okviru sljedećih projekata:

- COST 725 – *Establishing a European Phenological Data Platform for Climatological Applications* (Osnivanje europske platforme fenoloških podataka za klimatološke primjene, koordinatorica u DHMZ-u mr. sc. Višnjica Vučetić) u razdoblju 2005.–2009. Zbog neujednačenih kriterija fenoloških opažanja te kontrole i obrade fenoloških podataka pokrenut je taj projekt kako bi se prvenstveno pomoglo u istraživanju klimatskih promjena. Europska fenološka baza pohranjena je u Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) u Beču. Nastavak tog projekta jest projekt EUMETNET PEP 725 *Pan European Phenological Database* (Europska fenološka baza podataka) koji osim popunjavanja novim podacima, razvija bolju kontrolu podataka i osigurava otvoren pristup bazi podataka.
- COST 734 CLIVAGRI – *Impacts of climate change and variability on European agriculture* (Utjecaj klimatskih promjena i varijacija na europsku poljoprivredu) u razdoblju 2006.–2011. (koordinatorica u DHMZ-u mr. sc. Višnjica Vučetić).

Glavni zadatak projekta bila je ocjena mogućih utjecaja klimatskih promjena i varijacija na europsku poljoprivredu te procjena kritičnih pragova za različita europska područja. Primjenom agroklimatskih modela za različite klimatske scenarije određeni su prinosi glavnih poljoprivrednih kultura u budućim klimatskim uvjetima. Meteorološki i satelitski podaci poslužili su za određivanje agroklimatskih indeksa i njihovih trendova.

- COST ES 1002 *WIRE – Weather Intelligence for Renewable Energies* (Meteorološke informacije za obnovljive izvore energije) u razdoblju 2011.–2015. (koordinator u DHMZ-u dr. sc. Kristian Horvath) projekt je čiji je cilj bio unaprijediti metode za predviđanje proizvodnje energije iz vjetra i Sunca, unaprijediti numeričke prognostičke modele za takve potrebe, te uspostaviti zajednički pristup svih relevantnih struka (meteorolozi, elektroenergetičari) optimizaciji tehničke i ekonomске integracije obnovljivih energija u električnu mrežu.
- COST ES 1006 *ELIZAS – Evaluation, improvement and guidance for the use of local-scale emergency prediction and response tools for airborne hazards in built environments* (Evaluacija, poboljšanje i smjernice za upotrebu alata lokalne skale za predviđanje i reakciju u izvanrednim situacijama pri ispuštanju opasnih tvari u zrak u izgrađenom okolišu) u razdoblju 2011.–2015. (koordinatorica u DHMZ-u dr. sc. Amela Jeričević). Projekt je imao za cilj znatno unaprijediti implementaciju alata za primjenu u izvanrednim situacijama pri ispuštanju opasnih tvari na lokalnoj skali. Od velike je važnosti bilo prikupiti detaljan popis različitih modela i metodologija i donijeti sporazum o pouzdanim, učinkovitim i pogodnim modelima za pojedini lokalni scenarij s mogućnostima znanstvenih poboljšanja.
- COST ES 1106 *EURO-AGRIWAT – Assessment of European Agriculture Water use and trade under climate change* (Procjena korištenja i razmjene vode za potrebe europske poljoprivrede pod utjecajem klimatskih promjena) u razdoblju 2012.–2016. (koordinatorice u DHMZ-u dr. sc. Višnjica Vučetić i mr. sc. Ksenija Cindrić). Osnova toga projekta bila je upotreba modela i podataka, najnovije baze klimatskih podataka i projekcije te agrometeoroloških modela s ciljem integriranja svih tih podataka za ocjenu korištenja i razmjene voda za potrebe poljoprivrede pod sadašnjim i budućim klimatskim uvjetima.
- COST TN 1301 *Sci-GENERATION – Next Generation of Young Scientists: Towards a Contemporary Spirit of R&I¹⁸* (Nova generacija mladih znanstvenika: Prema suvremenim istraživanjima i razvoju) u razdoblju 2013.–2017. (suradnik iz DHMZ-a dr. sc. Kristian Horvath). Cilj toga projekta jest potpora Europskoj komisiji za izradu politika vezanih za mlade znanstvenike i za njihov razvoj u novu generaciju europskih znanstvenika.



Projekt *Program modeliranja atmosferskih procesa u svrhu procjene stanja okoliša u Hrvatskoj – EMEP4HR* realiziran je kao međunarodni bilateralni projekt između Norveške i Hrvatske po osnovi potpore koju osigurava Vlada Kraljevine Norveške u području istraživanja i visokoga obrazovanja za zemlje zapadnoga Balkana (koordinatorica u DHMZ-u Sonja Vidič). Svrha projekta bila je osigurati znanstvene i računalne kapacitete za regionalno modeliranje atmosferskih procesa s ciljem primjene novih spoznaja i metoda kao podrška razvoju strategije i politike zaštite okoliša od onečišćenja. Primjena i unapređenje modela za proračun prijenosa, transformacije i taloženja onečišćujućih tvari na području Hrvatske u rezoluciji 10 x 10 km (EMEP4HR) bio je jedan od glavnih ciljeva projekta. Tim projektom povećani su i hrvatski kapaciteti za ispunjavanje obveza u okviru dugoročnoga *Programa suradnje za praćenje i procjenu daljinskog prijenosa atmosferskog onečišćenja u Europi (EMEP)*¹⁹. EMEP je osnovan 1977. godine kao program Gospodarske komisije Ujedinjenih Nacija za Europu (UNECE) u okviru Konvencije o daljinskom prekograničnom prijenosu onečišćujućih tvari u Europi.

Bilateralni projekt između Hrvatske i Mađarske *Bioclimatic mapping of tourist regions with respect to present and possible future climate conditions* (Bioklimatska procjena i kartiranje popularnih turističkih regija u odnosu na sadašnje i moguće buduće klimatske uvjete) u razdoblju 2007.–2009. (koordinatorica u DHMZ-u mr. sc. Ksenija Zaninović) bavio se stanjem i utjecajem klimatskih promjena na turistički potencijal Hrvatske i Mađarske.

Obuhvatilo je identifikaciju opasnih klimatskih i vremenskih uvjeta za turizam, proračun i kartiranje bioklimatskoga indeksa za aktualnu i buduću klimu, procjenu šteta na cesti Budimpešta–Jadran te utjecaj klimatskih promjena na snježni pokrivač u Hrvatskoj i opasnost od šumskih požara u Mađarskoj.

Dio važnih istraživanja posljednjih 15 godina vezan je uz suradnju u okviru EU projekata (FP6, FP7, HORIZON2020) i IPA (Instrument prepristupne pomoći europski je program namijenjen pružanju pomoći državama kandidatkinjama i potencijalnim kandidatkinjama za članstvo u EU kako bi usvojile njezine standarde. Hrvatska ga je koristila do punopravnog članstva u EU 2013.).

U okviru programa FP6 u razdoblju 2005.–2011. znanstvenici DHMZ-a bili su uključeni u projekt *The nitrogen cycle and its influence on the European greenhouse gas balance – NitroEurope*²⁰ (Tokovi dušikovih spojeva i njihov utjecaj na ravnotežu stakleničkih plinova u Europi) (koordinatorica u DHMZ-u Sonja Vidič). Projekt se bavio glavnim pitanjem, kakav je utjecaj i doprinos reaktivnih dušikovih spojeva neto budžetu plinova staklenika na području Europe.

¹⁹ <http://www.emep.int/>

²⁰ <http://www.nitroeurope.eu/>

Slika 3.3.2. Desno:
Voditelj projekta
WILL4WIND
dr. sc. Kristian
Horvath na prvoj
radionici projekta
u srpnju 2013.;
dolje: projektni
tim projekta
WILL4WIND
u radnom posjetu
vjetroelektrane
(iz arhive DHMZ-a).



U razdoblju pripreme Hrvatske za članstvo u EU u sklopu IPA III C programa – Regionalni razvoj, DHMZ je pripremio i dobio dva projekta – prvi kao nositelj projekta i drugi kao institucija partner:

WILL4WIND – Weather Intelligence for Wind Energy (Inovativna meteorološka podrška upravljanju energijom vjetra²¹), gdje je cilj bio razvoj sustava, točnije – prognoze, lokalnoga vjetra, za potrebe efikasnijega upravljanja vjetrovnom energijom i njezine integracije u sustav upravljanja energijom vjetra i elektroenergetski sustav (voditelj dr. sc. Kristian Horvath). Više o projektu i postignutim rezultatima dano je u radu Horvath i sur., 2016. Projekt je financirao fond "Jedinstvo uz pomoć znanja" (www.ukf.hr) kroz program 3A za mlade istraživače. Projekt je razvijao i testirao metode točnije reprezentacije vjetra u kompleksnom terenu hrvatskog priobalja te pridonio izradi atlasa vjetra Republike Hrvatske (Horvath, Bajić i Ivatek-Šahdan, 2011.).

ENHEMS-Buildings – Enhancement of Research, Development and Technology Transfer capacities in Energy Management Systems for Buildings (Unapređenje istraživanja, razvoja i mogućnosti prijenosa tehnologije u sustavu upravljanja energijom u zgradarstvu²²).

²¹ www.will4wind.hr

²² www.enhems-buildings.fer.hr

Osnovne aktivnosti u kojima je DHMZ sudjelovao bile su nadogradnja mjerena komponenti Sunčeva zračenja na sedam mjernih postaja u Hrvatskoj, te razvoj usluge prognoze vremena za potrebe energetskoga upravljanja zgradama (koordinator aktivnosti za DHMZ dr. sc. Alica Bajić). Projekt je nagrađen zlatnom medaljom na sajmu inovacija Inventum 2015. i srebrnom medaljom na 13. međunarodnom sajmu inovacija ARCA 2015 (slika 3.3.3.).

U suradnji sa Svjetskom meteorološkom organizacijom i UNISDR (*The United Nations Office for Disaster Risk Reduction*) u razdoblju 2012.–2014. radilo se na IPA 2012 projektu pod nazivom *Building Resilience to Disasters in Western Balkans and Turkey* (Jačanje otpornosti na prirodne katastrofe na zapadnom Balkanu i u Turskoj)²³. Cilj projekta bio je smanjiti osjetljivost korisnika IPA (Albanija, Bosna i Hercegovina, Hrvatska, Makedonija, Turska, Crna Gora, Kosovo i Srbija) na prirodne katastofe u skladu s platformom za djelovanje Hyogo (HFA – Hyogo Framework for Actions) i jačanje njihove otpornosti na klimatske promjene. Koordinator projekta u DHMZ-u bio je dr. sc. Krešo Pandžić.

Projekt DMCSEE – *Drought Management Centre for Southeastern Europe* (Centar za praćenje suše u jugoistočnoj Europi)²⁴ sufinancirala je Europska unija u sklopu programa prekogranična suradnje za jugoistočnu Europu 2007.–2012. (koordinator u DHMZ-u dr. sc. Krešo Pandžić). Projekt je pokrenut s ciljem razvoja, procjene i primjene alata za upravljanje rizikom od suše. U sklopu projekta izrađena je karta osjetljivosti na sušu uz uvažavanje faktora kao što su nagib terena, Sunčeve zračenje, koeficijent varijacije količine oborine, vrsta tla i biljnoga pokrova (Perčec Tadić i sur., 2014.). Po završetku projekta u 2012. godini, DMCSEE ostao je i dalje operativno aktivan.

²³ <http://www.preventionweb.net/ipaddr/>

²⁴ <http://www.dmcsee.eu>



Slika 3.3.3. Tomislav Kovačić (DHMZ) i Mario Vašak (FER) na dodjeli zlatne medalje na sajmu inovacija Inventum 2015. projektu ENHEMS (iz arhive DHMZ-a).

Kod nas je u okviru projekta uspostavljena metoda praćenja suše pomoću standardiziranoga oborinskoga indeksa (engl. Standardised Precipitation Index – SPI). Na temelju rezultata projekta na mrežnoj stranici DHMZ-a (www.meteo.hr) uspostavljeno je redovito kartografsko praćenje suše na području Hrvatske za različita vremenska razdoblja od 1, 3, 6, 12, 24 i 48 mjeseci unatrag.

U sklopu programa EU prekogranične suradnje za jugoistočnu Europu u razdoblju 2012.–2015. financiran je i projekt *OrientGate – A network for the integration of climate knowledge into policy and planning* (Mreža za integraciju znanja o klimi i klimatskim promjenama u politiku i planiranje)²⁵. Vodeći partner bio je Euro-Mediterranean Centre on Climate Change iz Italije, a koordinator u DHMZ-u dr. sc. Krešo Pandžić. Ključni rezultati bili su: mrežni portal za pristup svim klimatološkim metapodacima opažanja i mjerena i simulacija povezana s Europskom platformom za klimatske adaptacije (CLIMATE-ADAPT). Projekt je obuhvaćao šest pilot-studija posvećenih određenim tematskim područjima (šumarstvo i poljoprivreda; suše, voda i obala; urbana područja i zdravlje).

U sklopu suradnje po EU FP7 u razdoblju 2011.–2014. znanstvenici DHMZ-a bili su uključeni u dva projekta: 1. *CLIM-RUN – Climate Local Information in the Mediterranean region Responding to User Needs* (Lokalne klimatske informacije u području Sredozemlja prema potrebama korisnika)²⁶, gdje je dan doprinos u pripremi klimatskih informacija i očekivanih klimatskih promjena (Branković, Gütter i Gajić-Čapka, 2013.) za planiranje energetskoga i turističkoga sektora u Hrvatskoj (koordinator u DHMZ-u dr. sc. Čedo Branković) i 2. *ECLAIRE – Effects of climate change on air pollution impacts and response strategies for European ecosystems* (Učinci onečišćenja zraka na europske ekosustave izazvane klimatskim promjenama i strategije za njihovo ublažavanje)²⁷, (koordinatorica u DHMZ-u Sonja Vidič), gdje je istraživanje bilo usmjereno na način na koji klimatske promjene mijenjaju rizike i osjetljivost kopnenih ekosustava koji nastaju uslijed promjena u kvaliteti zraka izazvanih klimatskim promjenama.

WCRP (World Climate Research Program) Svjetske meteorološke organizacije prepoznao je međunarodni projekt *CORDEX* (eng. *Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment*)²⁸ (Eksperiment dinamičke prilagodbe regionalnim klimatskim modelima) kao koordinaciju u provođenju i poboljšanju regionalnoga klimatskoga modeliranja i prikaza tih rezultata krajnjim korisnicima u cilju izrade prilagodbi na klimatske promjene. DHMZ priključio se projektu izvođenjem simulacija novom verzijom modela RegCM4 nad područjem Europe (*EURO-CORDEX*)²⁹ (koordinator u DHMZ-u dr. sc. Čedo Branković).

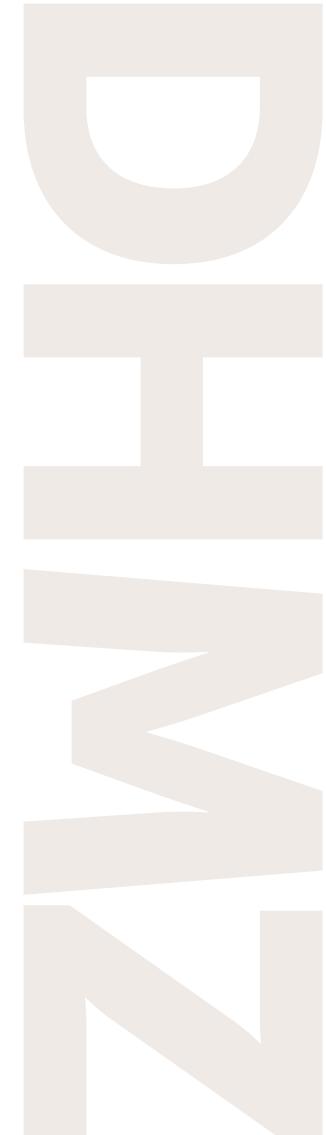
²⁵ <http://www.orientgateproject.org/>

²⁶ <http://www.climrun.eu>

²⁷ <http://www.eclaire.eu>

²⁸ www.cordex.org

²⁹ <http://www.euro-cordex.net>



Ciljevi projekta jesu ocjenjivanje uspješnosti regionalnih klimatskih modela i proizvođenje skupa projekcija klimatskih promjena u odnosu na unaprijed zadane koncentracije stakleničkih plinova u 21. stoljeću. Doprinos DHMZ-ovih znanstvenika posebno je dan u radovima Gütter, Branković, Srnec i Patarčić (2013.) te Gütter i sur. (2013.), koji upućuju na sustavne pogreške povezane s nedostacima u simuliranju ukupne naoblake koje je moguće dijelom ublažiti korištenjem nove sheme za turbulentno miješanje u atmosferskom graničnom sloju i izravnom dinamičkom prilagodbom na rezoluciju 12,5 km.

Razvoj specifičnih znanja i potreba interdisciplinarnih istraživanja doveli su i do suradnje na projektu *Towards a meteotsunami warning system along the U.S. coastline – TMEWS* (Prema sustavu upozorenja na meteotsunamije duž obale SAD-a) 2011.–2013. Vodeća institucija bila je Institut za oceanografiju i ribarstvo iz Splita, a koordinator u DHMZ-u dr. sc. Kristian Horvath. Projekt je financiran iz fondova US Department of Commerce National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) National Weather Service (NWS). Projekt *TMEWS*³⁰ težio je tomu da se razvije procedura sustava upozorenja na meteorološke tsunamije duž istočne obale SAD. Meteorološki dio istraživanja koji su obavljali djelatnici DHMZ-a obuhvaćao je analizu internih težinskih valova i konvekciju u atmosferi putem numeričkih modela te daljinskih i *in-situ* mjerena (npr. Horvath i Vilibić, 2014.). Rezultati tih istraživanja primjenjivi su i na Jadranu, gdje treba podići svijest javnosti o toj pojavi, što će rezultirati povećanjem nivoa sigurnosti obalne populacije i smanjenju potencijalnih šteta na imovini, dobrima i uslugama duž obale. Provodenje toga projekta dalo je poticaj i za projekt *MESSI*, koji se bavi temom razumijevanja i prognoze meteoroloških tsunamija u Sredozemlju.

Projekt *Meteotsunamis, destructive long ocean waves in the tsunami frequency band: from observations and simulations towards a warning system – MESSI*³¹ (Meteotsunamiji, destruktivni dugi oceanografski valovi na frekvencijama tsunamija: od mjerena i simulacija do sustava upozorenja) (2016.–2018.) međunarodni je projekt koji se provodi pod voditeljstvom Instituta za oceanografiju i ribarstvo, a koordinator u DHMZ-u jest mr. sc. Martina Tudor. Projekt financira fond "Jedinstvo uz pomoć znanja". Meteorološki dio istraživanja na projektu obuhvaća korištenje operativnih i istraživačkih numeričkih modela atmosfere i dostupnih mjerena za analizu i prognozu atmosferskih uvjeta pogodnih za pojavu meteoroloških tsunamija u Sredozemlju, posebno u Jadranu.

Na području jugoistočne Europe pokrenut je i projekt *Development and Implementation of a Regional Flash Flood Guidance System (SEE-FGG) South Eastern Europe Region* (Razvoj i implementacija sustava regionalnih indikatora bujičnih poplava u okviru projekta South Eastern Europe Region Flash Flood Guidance)³².

³⁰ <http://jadran.izor.hr/tmews/>

³¹ http://jadran.izor.hr/~sepic/MESSI/research_plan.html

³² http://www.wmo.int/pages/prog/hwrp/flood/ffgs/index_en.php

Na projektu (2013.–2017.) sudjeluju znanstvenici DHMZ-a u suradnji s WMO, HRC i NOAA uz sudjelovanje i ostalih hidrometeoroloških službi zemalja jugoistočne Europe, a koordinator u DHMZ-u jest Borivoj Terek. Glavni je cilj projekta smanjenje osjetljivosti regije na meteorološke i hidrološke nepogode i katastrofe, posebno na bujične poplave, uz korištenje razvoja i implementacije sustava indikatora bujičnih poplava, s ciljem jačanja regionalnih i državnih kapaciteta za pripremu pravodobnih i pouzdanih upozorenja na pojavu bujičnih poplava.

Osim formalnih projekata ograničenog trajanja s finansijskom potporom, DHMZ ima dugogodišnje ugovore o suradnji s Institutom Ruđer Bošković (IRB) i Institutom za oceanografiju i ribarstvo (IZOR). U sklopu te suradnje, istraživanja su dovela do objavljivanja znanstvenih radova, ali još važnije, napravljen je znatan razvoj na području oceanografskoga modeliranja te povezivanja prognoze atmosfere, mora i valova. Ta je suradnja omogućila prognozu valova metodom neuralnih mreža koja se radi na IZOR-u i prognozu stanja mora modelom ROMS na IRB-u koja se temelji na poljima operativne prognoze sustavom ALADIN s DHMZ-a.

U okviru novoga programa istraživanja i inovacija Europske Unije, Obzor 2020 (*HORIZON2020*), kao partnerska institucija sudjeluje i DHMZ, čiji znanstvenici sudjeluju na projektu *A pan-European framework for strengthening Critical Infrastructure resilience to climate change – EU-CIRCLE* (Europski okvir za jačanje otpornosti kritične infrastrukture na klimatske promjene)³³ u trajanju od 2015. do 2018. (koordinator u DHMZ-u dr. sc. Branka Ivančan-Picek). Projekt EU-CIRCLE obuhvaća stvaranje inovativnoga okvira koji će potpomagati otpornost na klimatske pritiske međusobno povezanih europskih infrastruktura. Zadatak DHMZ-a na projektu jest dati pregled raspoloživih vremenskih i klimatskih podataka, mogućnosti klimatskih i prognostičkih modela te njihove mogućnosti i ograničenja na različitim prostornim i vremenskim skalamama za potrebe procjene potencijalnih ugroza na kritičnu infrastrukturu. Analiziraju se različiti tipovi klimatskih informacija (GCMs, RCM, statističko-dinamička prilagodba modela, lokalni i regionalni prognostički modeli za ekstremne vremenske događaje) u suglasju sa zahtjevima modeliranja kritične infrastrukture.

Informacije o svim projektima koji se provode na DHMZ-u redovito se objavljaju i na službenoj mrežnoj stranici DHMZ-a www.meteo.hr u rubrici Projekti.

Osim suradnje na zajedničkim projektima, znanstvenici zavoda surađuju s kolegama iz inozemstva objavljivanjem zajedničkih radova, razmjenom informacija, sudjelovanjem na skupovima, radionicama, te specijalizacijama na inozemnim znanstvenim institucijama (npr. Meteo-France, ECMWF, EUMETSAT, DWD, NCAR, ZAMG, CHMI, OMSZ itd.). Suradnja se odvija i putem bilateralne suradnje naše meteorološke i hidrološke službe sa službama pojedinih europskih zemalja. To će detaljnije biti prikazano u Poglavlju 4. Međunarodna suradnja.



Slika 3.3.4. Predstavljanje početka projekta HORIZON2020 – EU-CIRCLE za medije (iz arhive DHMZ-a).

Literatura:

- Bajić, A., 1988: The strongest bora event during ALPEX-SOP. *Rasprave*, **23**, 1–12.
- Bajić, A., 1989: Severe bora on the northern Adriatic, Part I: Statistical analysis. *Rasprave*, **24**, 1–9.
- Bajić, A., 1990: Spatial bora variations in relation to cold air outbreak and surface pressure gradient. *Rasprave*, **25**, 13–24.
- Bajić, A., 1991: Application of a "generalized hydraulic theory" to the severe northern Adriatic bora. *Meteorologische Rundschau*, **44**, 129–133.
- Bajić, A., 1999: Preliminary results of WASP application in Croatia. *Proceedings of the Energy Conference and Exhibition*, Nice, France, 1.–5.3.1999., European Wind Energy Association, 1117–1120.
- Branković, Č., I. Gütter and M. Gajić-Čapka, 2013: Evaluating climate change at the Croatian Adriatic from observations and regional climate models' simulations. *Climate dynamics*, **41**, 9/10, 2353–2373.
- Brebrić, V., 1983: Bura na sjevernom Jadranu u ALPEX godini. *Zbornik radova znanstvenog skupa Dinamika vjetra i strujanja u sjevernom Jadranu – ALPEX–MEDALPEX rezultati*, Split, 7.–8.6.1983., 10 str.
- DHMZ, 2007: Bibliografija zaposlenika Državnog hidrometeorološkog zavoda u razdoblju 1947.-2006., Ivančan-Picek, B., I. Mihovilić, L. Machala, (ur.), Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, 250 str.
- Dobesch, H. et al, 1997: Wind atlas for the Central European countries – Austria, Croatia, Czech Republic, Hungary, Slovak Republic and Slovenia. *Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik*, **16**, 1–105.
- Glasnović, D., I. Čačić and N. Strelec, 1994: Methodology and application of the High Resolution Isentropic Diagnostic Model (HRID). *Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik*, **10**, 357, 109–136.
- Gelo, B. i sur., 2005: Meteorološki pojmovnik i višejezični rječnik: hrvatski, engleski, njemački i francuski jezik. Državni hidrometeorološki zavod, HINUS, Zagreb, 655 str.
- Gütter, I., Č. Branković, L. Srnec and M. Patarčić, 2013: The impact of boundary forcing on RegCM4.2 surface energy budget. *Climate Change*, **125**, 67–78.

- Güttler, I. et al, 2013: Sensitivity of the regional climate model RegCM4.2 to planetary layer parametrisation. *Climate Dynamics*, **43**, 1753–1772.

Horvath, K., A. Bajić, and S. Ivatek-Šahdan, 2011: Dynamical downscaling of wind speed in complex terrain prone to bora-type flows. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, **50**, 1676–1691.

Horvath, K. and I. Vilibić, 2014: Atmospheric mesoscale conditions during the Boothbay meteotsunami: a numerical sensitivity study using a high-resolution mesoscale model. *Natural Hazards*, **74**, 55–74, DOI:10.1007/s11069-014-1055-1.

Horvath, K. et al, 2016: Overview of the meteorological research on the project “Weather Intelligence for Wind Energy” – WILL4WIND. *Hrvatski Meteorološki časopis*, **50**, 90–104.

Ivančan-Picek, B. and V. Vučetić, 1990: Bora on the northern Adriatic coast during the ALPEX-SOP 20–25 March 1982. *Rasprave*, **25**, 1–12.

Ivančan-Picek, B. and V. Tutiš, 1995: Mesoscale bora flow and mountain pressure drag. *Meteorologische Zeitschrift*, **4**, 119–128.

Jurčec, V., 1981: On mesoscale characteristics of bora conditions in Yugoslavia. *PAGEOPH*, **119**, 640–657.

Jurčec, V., 1984: Strong bora case in Zadar and upstream bora layer characteristics. *Zbornik meteoroloških i hidroloških radova*, **10**, Beograd, 105–108.

Jurčec, V., 1988: The Adriatic frontal bora type. *Rasprave*, **23**, 13–25.

Jurčec, V., 1989: Severe Adriatic bora storms in relation to synoptic developments. *Rasprave*, **24**, 11–20.

Jurčec, V., 1990. The current status of research on the bora. *Proceedings of the 21st International Conference on Alpine Meteorology*, Engelberg, 17.–21.9.1990., 144–147.

Perčec Tadić, M., M. Gajić-Čapka, K. Gačeša-Zaninović and K. Cindrić, 2014: Drought Vulnerability in Croatia. *Agriculturae conspectus scientificus*, **79**, 1, 31–38.

- Razumović, V., D. Letinčić-Sabljak and V. Vučetić, 1984: A case study of strong Adriatic bora. *Zbornik meteoroloških i hidroloških radova*, **10**, Beograd, 123–126.
- Tutiš, V., 1988: Bora on the Adriatic coast during ALPEX SOP on 27 to 30 April 1982. *Rasprave*, **23**, 45–56.
- Tutiš, V. and B. Ivančan-Picek, 1991: Pressure drag on the Dinaric Alps during the ALPEX SOP. *Meteorology and Atmospheric Physics*, **47**, 73–81.
- Vučetić, V., 1984: On the time and space variations of the northern Adriatic bora. *Zbornik meteoroloških i hidroloških radova*, **10**, Beograd, 134–137.
- Vučetić, V., 1985: Karakteristike bure u lokalnim i mezorazmjerima. *Rasprave*, **20**, 11–20.
- Vučetić, V., 1988: Bora on the northern Adriatic, 12-18 April 1982. *Rasprave*, **23**, 27–44.
- Vučetić, V., 1993: Severe bora on the mid-Adriatic bora. *Hrvatski meteorološki časopis*, **28**, 19–36.
- WMO, 1982: ALPEX: Experiment Design, 250 pages.

04

Međunarodna suradnja

Branka Ivančan-Picek

Međunarodna suradnja u meteorologiji nužnost je i ona ima veliku tradiciju od početaka tih aktivnosti na našim prostorima. Započela je svakodnevnim slanjem meteoroloških i hidroloških podataka dobivenih iz redovitih svakodnevnih mjerena i opažanja u međunarodnu razmjenu, a razvijala se s dalnjim napretkom struke. Razvoj moderne tehnologije posebice je olakšao i ubrzao suradnju sa znanstvenicima iz Europe i cijelog svijeta. Znanstvenici DHMZ-a intenzivno surađuju s kolegama iz inozemstva, bilo razmjenjujući saznanja i iskustva na različitim znanstvenim skupovima, posjetima i boravcima na institucijama, ili pak radom na zajedničkim projektima (više u Poglavlju 3. Projekti). Neprekinuta razmjena podataka i znanja omogućila je razvoj struke ukorak sa svjetskim postignućima.

Početkom osamdesetih godina međunarodna se suradnja pojačala. Tomu su znatno doprinijeli svjetski programi *Program globalnog istraživanja atmosfere* (GARP – Global Atmospheric Research Programme), a potom i potprogram *Alpski eksperiment* (ALPEX – Alpine Experiment), u kojem su se istraživali atmosferski procesi na području Alpa s eksperimentalnom fazom 1982. godine (GARP publication series, 1986.; 50 godina rada Državnog hidrometeorološkog zavoda, 1998.).

U alpskim i prialpskim zemljama već je desetljećima glavni zadatak atmosferskih istraživanja otkrivanje i predviđanje utjecaja planina na vrijeme i klimu. ALPEX je bilo prvo takvo međunarodno istraživanje nad širim područjem Alpa u kojem je aktivno sudjelovala i Hrvatska, a donijelo je napredak u razumijevanju atmosferskih procesa iznad topografski složenoga područja. U skladu sa svjetskim razvojem informatike i tehnologije, omogućen je još detaljniji uvid u mnoge do tada neistražene atmosferske pojave i procese malih prostornih razmjera te razmjerno kratka trajanja s ciljem boljega predviđanja utjecaja planina na vrijeme i klimu. Više o našim aktivnostima u okviru ALPEX-a može se naći u Poglavlju 3.3.

Sredinom 90-ih godina pokrenuta je inicijativa organiziranja još jednoga velikoga programa nad alpskim područjem. Osobito smo ponosni što su u njoj sudjelovali i naši znanstvenici. Rezultat te inicijative bio je međunarodni projekt *Mezoskalni alpski program* (MAP – Mesoscale Alpine Programme)¹ (Ivančan-Picek, 1996.) s glavnim ciljem da se u razdoblju od 7. rujna do 15. studenog 1999. dobije baza meteoroloških podataka odgovarajuće prostorno-vremenske gustoće i kvalitete radi poboljšanja operativne prognoze vremena i numeričkih modela atmosfere koji će te procese biti u stanju još bolje simulirati (Bougeault i sur., 2001.). Projekt je pokrenula mnogobrojna međunarodna meteorološka zajednica uz aktivno sudjelovanje meteoroloških službi svih zemalja alpskoga područja (Austrija, Hrvatska, Francuska, Italija, Njemačka, Slovenija, Švicarska), ali i brojnih drugih znanstvenika i stručnjaka iz Europe, SAD-a, Kanade i Australije. U to vrijeme mezoskalni prognostički hidrostatički modeli horizontalne razlučivosti oko 15 km operativno su korišteni samo u najvećim europskim meteorološkim službama (npr. PERIDOT u Meteo-France, DM/SM u DWD, te Unified Model u MetOffice).

¹ <http://www.map.meteoswiss.ch>

Slika 4.1. Specijalni zrakoplov ELECTRA korišten za vrijeme MAP SOP (gore) opremljen raznim meteorološkim mjernim uređajima (dolje).



Slika 4.2. Vlasta Tutiš u Operativnom centru MAP-a u Innsbrucku za vrijeme redovitog izvještavanja o vremenskoj situaciji znanstvenika koji su odlučivali o pokretanju akcija specijalnih mjerena, studeni 1999. (iz arhive DHMZ-a).



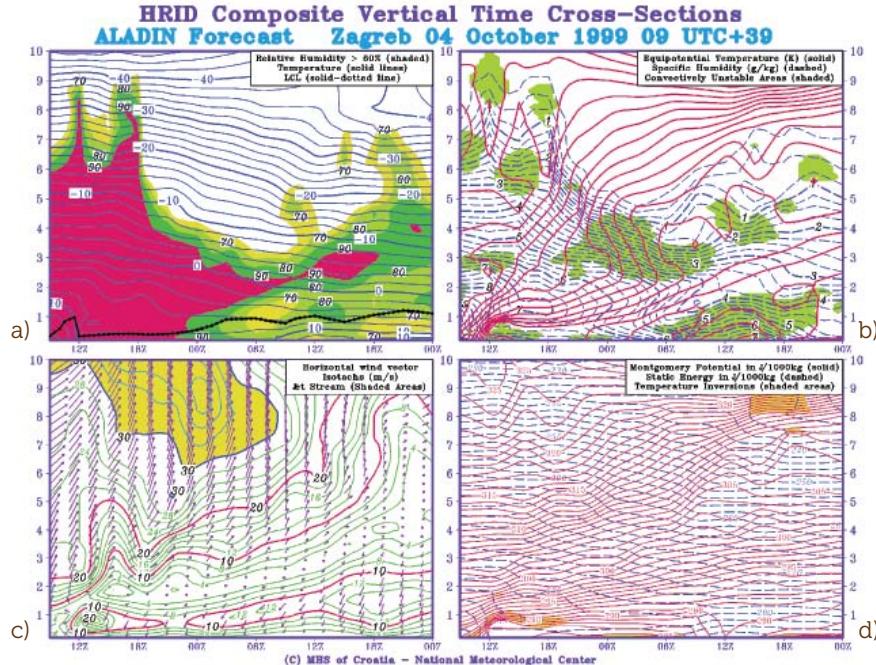
Nehidrostatički modeli finije rezolucije koristili su se samo u istraživačke svrhe (npr. MM5 i COAMPS u SAD-u, Meso-NH u Francuskoj). Asimilacija podataka dobivenih tim projektom, kao i razvoj numeričkih metoda i računalnih kapaciteta, doprinijeli su uvođenju u operativni rad numeričkih nehidrostatičkih verzija prognostičkih modela fine rezolucije manje od 10 km (npr. Volkert, 2005.).

Postojeća meteorološka mjerena još su pojačana, a nadopunjena su najmodernejim mernim uređajima s ciljem otkrivanja još skrivenih tajni atmosfere (slika 4.1.).

Dotadašnja su istraživanja pokazala da su mnoge prirodne katastrofe u alpskom području uzrokovane velikim količinama oborine i jakim lokalnim vjetrom. S daljnjim poboljšanjem prognoze atmosferskih procesa strogo uvjetovanih lokalnim utjecajima na nekom manjem području, došlo je i do efikasnijega sustava upozorenja. To je trebalo doprinijeti smanjenju šteta od takvih opasnih atmosferskih pojava.

Meteorološka služba u Hrvatskoj svoj doprinos tomu projektu dala je učestalijim prizemnim mjerjenjima na području cijele zemlje, kao i dodatnim visinskim mjerjenjima na opservatoriju Zagreb-Maksimir. Osim mjerjenjima, direktni doprinos dala je i aktivnim sudjelovanjem dijela naših meteorologa prognostičara (Ivančan-Picek i Tutiš) u radu u operativnom centru MAP-a, koji se nalazio u Innsbrucku (slika 4.2.).

U razdoblju intenzivnih mjerena (7. rujna - 15. studenog 1999.) nad područjem Hrvatske dogodila su se dva vremenska događaja od velike važnosti za MAP prozvana IOP5 i IOP15 (IOP – Intensive observation period).



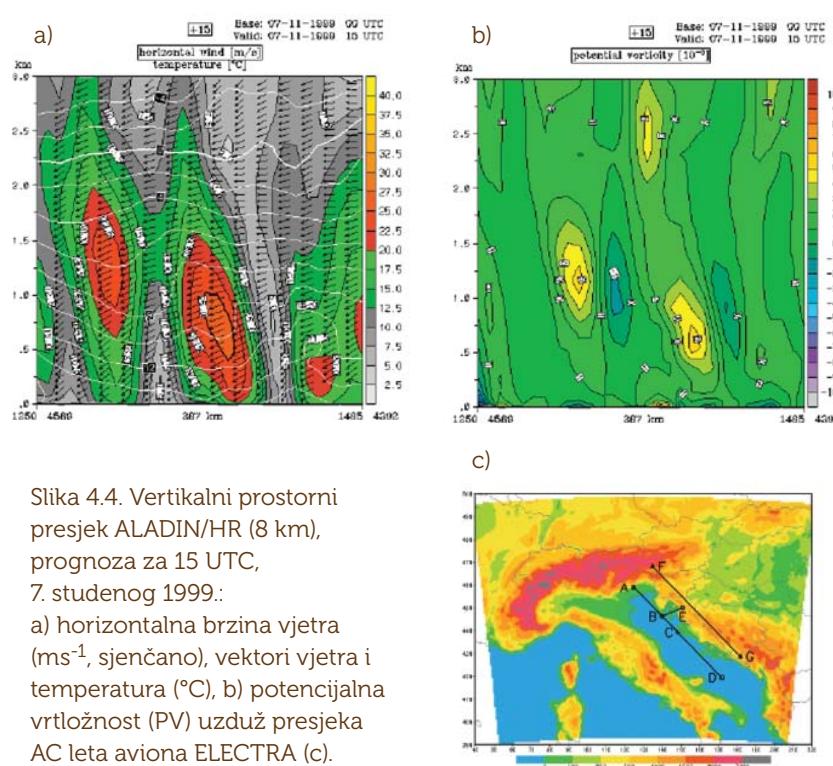
Slika 4.3. Vertikalni vremenski presjek HRID, prognoza ALADIN/LACE za Zagreb 3. – 5. listopada 1999., 12 UTC; a) relativna vlagu (% osjenčano područje), temperatura zraka ($^{\circ}\text{C}$, pune linije), LCL (točkasta linija); b) ekvipotencijalna temperatura zraka (K, pune linije), specifična vlagu (gkg^{-1} , crtkane linije), konvektivno nestabilno područje (sjenčana područja); c) vektor horizontalnoga vjetra i izotahe (ms^{-1}); d) potencijalna temperatura (K, pune linije), temperatura zraka ($^{\circ}\text{C}$, crtkane linije) i temperaturna inverzija (osjenčano područje).

MAP IOP5

Sinoptička situacija 4. listopada 1999. dovela je do pojave velike količine oborine nad područjem zapadne Slovenije i zapadne Hrvatske.

Lokalno je u 24 sata palo i više od 200 mm kiše po četvornom metru. Najviše kiše palo je u samo nekoliko prijepodnevnih sati 4. listopada. Uzrok je bio prodror hladnog zraka, koji je doveo i do ciklogenetičkih procesa nad sjevernim Jadranom. Postojeća fronta još je dodatno modificirana konvergencijom koju su stvorili jugozapadni vjetar u sklopu alpske cikloneze i sjeverno strujanje oko istočnih obronaka Alpa kao posljedica blokinga na sjevernoj strani Alpa. Konvektivni procesi u atmosferi bili su dodatno pojačani utjecajem lokalne orografije.

Analizom podataka radiosondažnih mjerena koja su rađena svaka 3 ili svakih 6 sati za vrijeme MAP IOP5 te prognostičkih tempova iz ALADIN/LACE mezoskalnoga modela dobivena je vertikalna struktura atmosfere i njezina vremenska promjena nad Ljubljano, Udinama i Zagrebom. Analiza HRID (High Resolution Isentropic Diagnosis) dala je dodatni uvid u strukturu donjih slojeva atmosfere kod ove intenzivne i brze fronte. Osnovne značajke bile su jako vertikalno smicanje vjetra i intenzivna konvektivna nestabilnost ispred fronte, velika količina vlage u frontalnoj zoni, pojava tipičnoga sloja bure i temperaturne inverzije nakon prolaska fronte te područje slaboga vjetra iznad temperaturne inverzije, što je omogućilo vertikalni razvoj konvektivnih oblaka. Pokazano je da je u tom slučaju model ALADIN/LACE i njegova primjena na HRID prognozirala dosta uspješno bitna obilježja toga slučaja obilne kiše (Ivančan-Picek, Glasnović i Jurčec, 2003.).



Slika 4.4. Vertikalni prostorni presjek ALADIN/HR (8 km), prognoza za 15 UTC, 7. studenog 1999.:
 a) horizontalna brzina vjetra (ms^{-1} , sjenčano), vektori vjetra i temperatura ($^{\circ}\text{C}$), b) potencijalna vrtložnost (PV) uzduž presjeka AC leta aviona ELECTRA (c).

MAP IOP 15

Razdoblje 7. - 9. studenog 1999. obilježeno je olujnom burom na Jadranu, ali i vrlo jakim vjetrom u unutrašnjosti Hrvatske. Uzrok nalazimo u vrlo jakoj cikloni koja se sporo premještala preko srednje Italije dalje na jugoistok. Uz jak prođor hladnoga zraka sa sjeveroistoka, nad područjem Dinarida i Alpa došlo je do vrlo velikih gradijenata u polju tlaka zraka, što je i dovelo do jačanja vjetra u donjim slojevima atmosfere.

Detaljne analize (Ivančan-Picek, Ivatek-Šahdan i Grubišić, 2005.; Grubišić, 2004.) pokazale su složenu strukturu strujanja kod bure na istočnoj strani Jadranskoga mora (nekoliko izoliranih područja s niskom mlaznom strujom, hidraulički skok i lom vala u zavjetrini planine) uz pojavu anomalija potencijalne vrtložnosti (PV) horizontalne skale ~25–50 km. Simulacije hidrostatskim modelom ALADIN/HR horizontalne rezolucije 8 km ukazale su na pojavu pozitivnih i negativnih PV područja, što je bilo u skladu s avionskim mjerjenjima i simulacijama nehidrostatickim modelom COAMPS horizontalne rezolucije od 3 km.

Osnovna svrha MAP-a bila je produbljivanje temeljnih znanja o našoj atmosferi i poboljšanje prognoze vremena u praksi. Sudjelovanje Hrvatske u takvu eksperimentu bilo je nužno ne samo zbog naše prirodne i geopolitičke usmjerenosti prema srednjoeuropskom alpskom području, nego i zbog stvaranja kvalitetnije osnove za daljnji razvoj meteorologije u nas. Hrvatska, kao pomorska i turistička zemlja, dio je Sredozemlja, jednoga od klimatski najugodnijih područja na svijetu. Unatoč tomu, to je područje izloženo izrazitoj ciklonalnoj aktivnosti i naglim te vrlo intenzivnim vremenskim pojavama koje uvelike utječu na život i aktivnosti ljudi, a uzrokuju i velike materijalne gubitke.

Pri tome se osobito ističu velike količine oborine, koje često dovode do poplava na nekim lokalitetima, kao i olujni vjetar. Meteorološka mjerena uglavnom su vezana uz kopno i prilično su nedostatna da bi se u cijelosti obuhvatilo područje Sredozemlja.

Numerički operativni prognostički modeli još uvijek nisu u stanju u potpunosti prikazati razvoj brojnih fizikalnih procesa koji nastaju na tako složenu zemljopisnom prostoru kao što je Sredozemlje, a imaju za posljedicu pojavu ekstremnih vremenskih pojava. Stoga je 14. travnja 1997. za vrijeme održavanja *Međunarodnog simpozija o ciklonama i olujnom vremenu na Sredozemlju* u Palma de Mallorci (WMO, 1998.) pokrenuta ideja o zajedničkom projektu svih zemalja Sredozemlja, s ciljem smanjenja posljedica od olujnoga nevremena. Pokrenut je projekt pod nazivom *Ciklone koje imaju znatan utjecaj na vrijeme na Sredozemlju – MEDEX (MEditerranean EXperiment on Cyclones that produce high impact weather in the Mediterranean)*. Projekt je u rujnu 2000. dobio status istraživačkoga i razvojnoga projekta (RDP – Research and Development Project) pod pokroviteljstvom Svjetske meteorološke organizacije. Taj projekt predstavljao je novu istraživačku inicijativu za rješavanje brojnih znanstvenih i praktičnih problema vezanih uz vrijeme i klimu Sredozemlja (Jansa i sur., 2014.). U dvije faze projekta (2000.–2005. i 2005.–2010.) najvažnije zadaće bile su ispitivanje mogućnosti razmjene i kvalitete podataka koji nisu u međunarodnoj razmjeni te uspostava zajedničke baze MEDEX podataka; izabiranje određenih zanimljivih slučajeva olujnoga nevremena, osobito onih koji nisu dobro prognozirani postojećim numeričkim modelima ili su pak imali velik utjecaj na život ljudi i doveli do ogromnih materijalnih šteta; ispitivanje uspješnosti numeričkih modela i njihove sposobnosti identifikacije određenih pojava s ciljem određivanja pojedinih zanimljivih područja na Sredozemlju gdje bi se trebala uspostaviti dodatna mjerena; sakupljanje dosadašnjih rezultata istraživanja s ciljem postavljanja fizikalnih i dinamičkih hipoteza, kako bi se na toj osnovi razvijale nove prognostičke metode. Taj projekt bio je poticaj i za intenzivna istraživanja ciklonalne aktivnosti i njezina utjecaja na ekstremne vremenske pojave na Jadranu kao i ostalim dijelovima Hrvatske (npr. Horvath i sur., 2006.; Horvath, Lin i Ivančan-Picek, 2008.).

U ožujku i kolovozu 2006. godine zaposlenici DHMZ-a svojim su znanjem pomogli provedbu multidisiplinarnoga projekta DART (*Dynamics of the Adriatic in Real-Time* – Dinamika Jadrana u realnom vremenu) koji je posvećen mjerjenjima i modeliranju Jadranskoga mora u realnom vremenu u kojem je sudjelovao veliki broj operativnih i istraživačkih organizacija iz Europe i Sjedinjenih Država. Tijekom provedbe mjerena korišteno je više numeričkih oceanografskih modela kao i modela visine valova za Jadransko more, koji su za rubne uvjete koristili ulaz iz različitih meteoroloških modela, a mnogi su koristili produkte operativnoga hrvatskoga sustava ALADIN.

Nakon MEDEX-a, a s ciljem boljega razumijevanja i prognoze kruženja vode u prirodi s naglaskom na opasne pojave, njihovo praćenje i modeliranje u okviru združenog sustava atmosfera–more–kopno, njihovu varijabilnost i karakteristike – pokrenut je za Sredozemlje veliki međunarodni projekt *HyMeX (Hydrological cycle in Mediterranean Experiment)*². Motivacija za pokretanje toga programa na Sredozemlju (Drobinski i sur., 2014.) bila je što je to jedno od ključnih područja za proučavanje klimatskih promjena, gdje je moguć utjecaj na povećan broj prirodnih nepogoda koje mogu dovesti do katastrofa, te je potrebno poduzimanje mjera za prevenciju i ublažavanje posljedica. To je područje nejednolike razdiobe i sve veće potrebe za pitkom vodom, te sve češćih pojava ekstremnih vremenskih pojava (obilna količina oborine, oluje, jak lokalni vjetar, bujične poplave, velike vrućine, suše, požari).

Program se provodi pod pokroviteljstvom Svjetske meteorološke organizacije i njezinih programa, Svjetskoga vremenskoga istraživačkoga programa (WWRP – World Weather Research Programme) i Svjetskoga klimatskoga istraživačkoga programa (WCRP – World Climate Research Programme), u razdoblju od 2010. do 2020. godine. Ciljevi toga programa jesu: bolje poznavanje združenoga hidrološkoga ciklusa i ostalih procesa u atmosferi, tlu i moru na području Sredozemlja s posebnim težištem na opasne prirodne pojave i njihove karakteristike u dekadi 2010.–2020. te njihova varijabilnost i trendovi u kontekstu globalnih klimatskih promjena; procjena društveno-ekonomskih posljedica i osjetljivosti Sredozemlja na katastrofe izazvane prirodnim nepogodama; potpora europskim, nacionalnim, regionalnim i lokalnim političkim odlukama vezanim uz problem raspoloživosti vodom i prilagodbi na učestalost opasnih prirodnih pojava.

Multidisciplinarna istraživanja i stvaranje jedinstvene baze podataka trebali bi u konačnici poboljšati:

1. točnost prognostičkih modela uvođenjem novih mjerjenja i opažanja, razvoj združenih modela atmosfera–more te uvođenje novih tehnika asimilacije podataka
2. mogućnosti prognoze ekstremnih meteoroloških, oceanografskih i hidroloških pojava
3. određivanje mjera adaptacije, osobito u svjetlu globalnih klimatskih promjena.

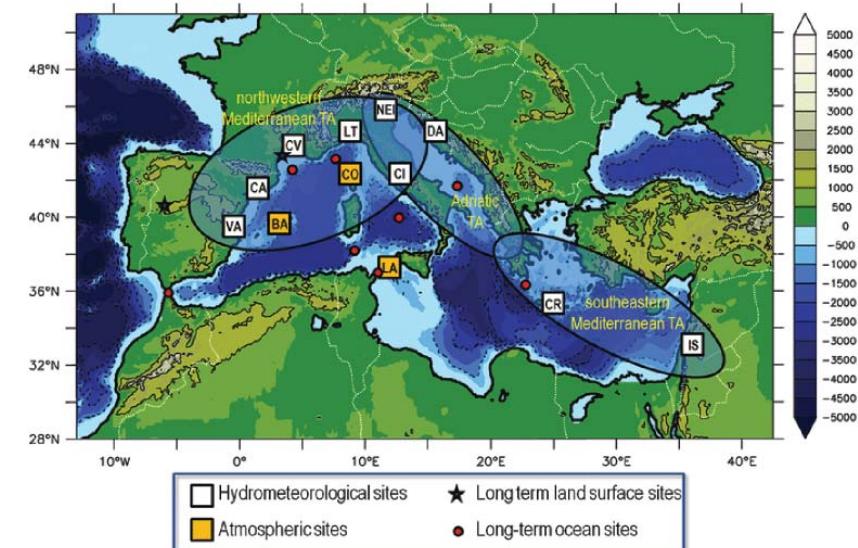
Hrvatski znanstvenici, prije svega iz Državnoga hidrometeorološkoga zavoda, Instituta za oceanografiju i ribarstvo iz Splita, Geofizičkoga zavoda Prirodoslovno-matematičkoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, te Instituta Ruđer Bošković, iskazali su velik interes za sudjelovanje te dali doprinos oblikovanju programa.

Upravo njihovom zaslugom područje Jadrana izabrano je kao jedno od tri područja na Sredozemlju od posebnoga znanstvenoga interesa za proučavanje određenih pojava interakcije atmosfere i mora na kojem bi se trebala obavljati specijalna dodatna meteorološka, hidrološka i oceanografska mjerena (slika 4.5.). Ta je aktivnost prepoznata i Hrvatska je dobila pravo da bude domaćin radionice HyMeX koja je održana u svibnju 2012. u Primoštenu (slika 4.6.). Pregled naših aktivnosti za vrijeme prvoga HyMeX SOP (Special Observing Period) dan je u radu Ivančan-Picek i sur. (2016.).

Utjecaj mora na atmosferu pri pojavi olujnoga vjetra, obilne kiše i razvoju ciklona još je uvijek nedovoljno istražen, kao i utjecaj atmosfere na cirkulaciju u moru. Očekivanja toga programa usmjerena su prema značajnom smanjenju grešaka u meteorološkim i oceanografskim analizama i prognozama. U Hrvatskoj se očekuje intenzivnija suradnja meteorologa, hidrologa i oceanografa, nužna za razvoj združenoga meteorološko-hidrološko-oceanografskoga operativnoga prognostičkoga sustava.

S dalnjim poboljšanjem prognoze atmosferskih procesa strogo uvjetovanih lokalnim utjecajima na nekom manjem području, doći će i do efikasnijega sustava upozoravanja. To bi trebalo uvelike doprinijeti smanjenju šteta od opasnih atmosferskih pojava, ali i ukupnom poznavanju vremenskih i klimatskih obilježja našega područja.

Današnja numerička prognoza vremena zahtijeva međunarodnu suradnju među mnogim meteorološkim centrima više zemalja. Stoga je udruživanje znanstvenih potencijala i finansijskih sredstava u multilateralnim razvojno-istraživačkim i operativnim projektima postala nužnost. To je otvorilo put snažnijim i učinkovitijim aktivnostima na području numeričke vremenske prognoze i u DHMZ-u. Najbolji primjer takve suradnje jesu projekti ALADIN i RC LACE. Istodobno se uključila i u međunarodni razvojno-istraživački projekt ALADIN potpisivanjem sporazuma 1996. godine u Parizu, čiji je začetnik bila francuska meteorološka služba Meteo-France.



Slika 4.5. HyMeX područja od posebnog interesa.



Slika 4.6. Sudionici šeste HyMeX radionice, Primošten, 7. - 10. svibnja 2012. (iz arhive DHMZ-a).

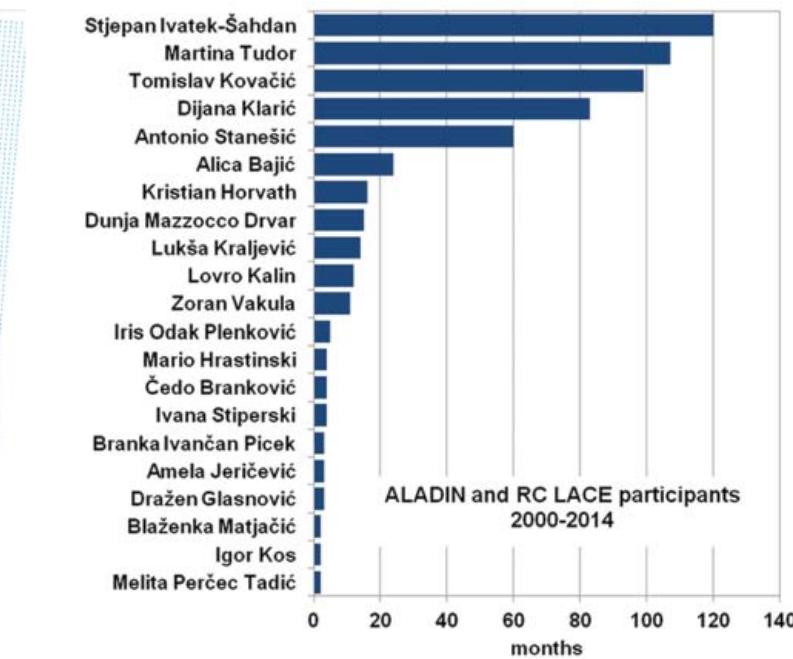
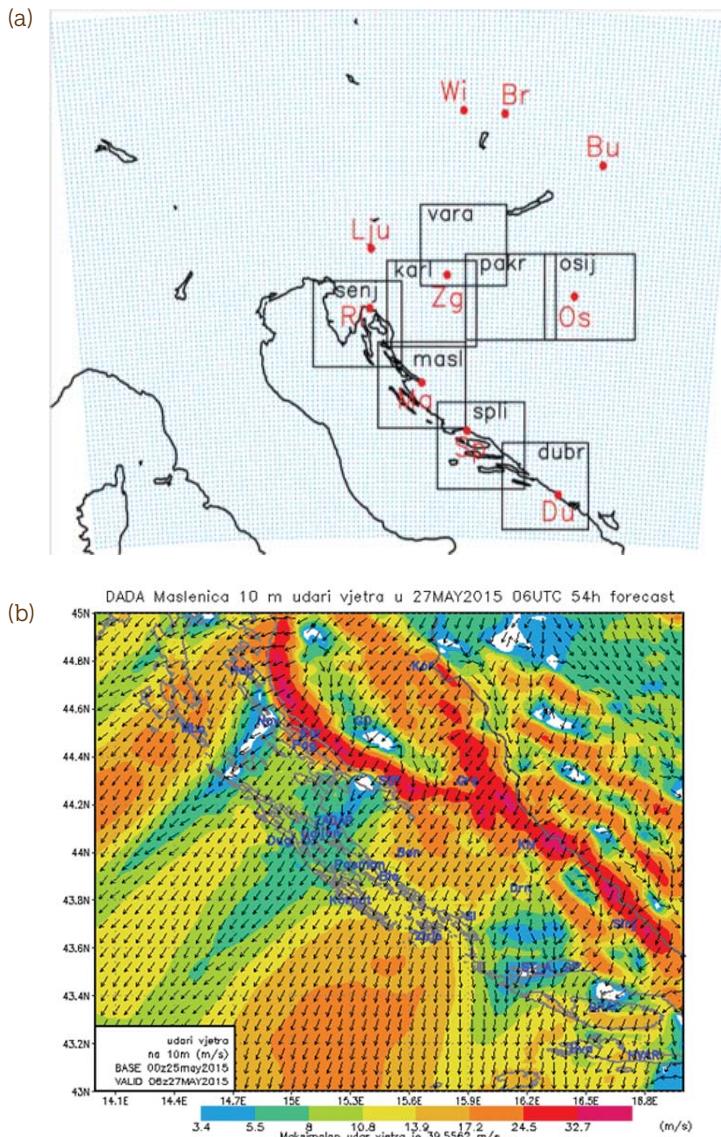
Poseban broj Hrvatskoga meteorološkoga časopisa (HMČ br. 50) posvećen je dvadesetoj godišnjici naše suradnje i ostvarenih rezultata u okviru projekta ALADIN³. Detaljniji povjesni pregled hrvatskoga sudjelovanja na projektima ALADIN i RC LACE dan je u radu Bajić i Klarić (2015.).

Ta suradnja omogućila je razvoj i primjenu numeričkoga modela velike razlučivosti za potrebe pouzdane i pravovremene kratkoročne prognoze vremena. Od sredine 90-ih godina pa do danas razvoj modela i računalnih kapaciteta doživio je ogroman napredak (Tudor i sur., 2013.). Početkom 2003. godine počinje nova faza RC LACE-a, faza suradnje u koordiniranom razvoju. Hrvatski znanstvenici sudjeluju u razvoju verzije modela za skale od 2 do 8 kilometara horizontalne razlučivosti zvane ALARO (Catry i sur., 2007.; Termonia i sur., 2017.), razvoju asimilacije podataka (Bölöni i Horvath, 2010.) te primjeni u DHMZ-u (Stanešić, 2011.), implementaciji i razvoju ansambl-prognoza za ograničeno područje – ALADIN-LAEF (Wang i sur., 2011.).

Do kraja 2013. godine operativno se dva puta na dan provodio izračun modela ALADIN/ALARO rezolucije 8 kilometara (hidrostaticka verzija) i 2 kilometra (nehidrostaticka verzija) za sve meteorološke elemente te dinamičku adaptaciju smjera i brzine vjetra na razlučivost 2 kilometra. To daje realnije rezultate u onim dijelovima Hrvatske gdje na strujanje zraka znatnije utječe lokalni reljef (slika 4.7.). Početkom 2014. godine izračun prognoze radi se četiri puta na dan korištenjem inicijalnoga polja koje se dobiva iz asimilacijskoga ciklusa te trosatnih rubnih uvjeta dobivenih iz modela ECMWF-a. Sve je to rezultat međunarodne suradnje, ali i velikih napora učinjenih kod nas na razvoju asimilacije podataka, istraživanju interakcije fizike i dinamike atmosfere i uvođenju fizikalnih procesa manjih razmjera (konvekcija, turbulencija). Rezultat je povećanje točnosti kratkoročne prognoze vremena za područje Hrvatske za 72 sata unaprijed na rezoluciji modela od 4 kilometra i 24 sata unaprijed na nehidrostatickoj verziji modela rezolucije 2 kilometra. S obzirom na topografsku složenost Hrvatske, dodatno se iz operativne verzije modela ALADIN radi dinamička adaptacija smjera i brzine vjetra na mreži horizontalne rezolucije od 2 kilometra. Detalji o operativnom sustavu prognoze ALADIN modela opisani su u radu Tudor i sur. (2013.). Točnija prognoza doprinosi učinkovitosti sustava za rano upozorenje na opasne vremenske pojave, ali i daje korisnije podatke za racionalizaciju i unapređivanje učinkovitosti u svim sektorima gospodarstva, te na racionalno korištenje energije i prirodnih resursa, očuvanje okoliša i kvalitete življenja u cijelosti.

Hrvatski doprinos razvoju modela ALADIN obavlja se u okviru rada grupe RC LACE. Od početka suradnje realizirano je 68 dugotrajnih boravaka 19 hrvatskih meteorologa u meteorološkim službama zemalja članica. Na slici 4.8. prikazan je doprinos naših znanstvenika u projektima ALADIN i RC LACE u razdoblju 2000.–2014. Već na samom početku suradnje, hrvatski je tim uveo kvalitativno novu metodu za dopunsку obradu izlaznih podataka prognostičkoga modela atmosfere.

³ http://hrcak.srce.hr/index.php?show=toc&id_broj=12553



Slika 4.7. Dinamička adaptacija vjetra računa se za 8 domena u Republici Hrvatskoj (a). Prognoza polja vjetra na visini od 10 metara za 27. svibnja 2015., 06 UTC, za šire Zadarsko područje na 2 x 2 km rezoluciji (b).

Slika 4.8. Učešće hrvatskih znanstvenika u projektima ALADIN i RC LACE (u mjesecima) u razdoblju 2000.–2014. (iz Bajić i Klarić, 2015.).



Slika 4.9. Sudionici 29. EWGLAM i 14. SRNWP sastanka koji je održan 2007. godine u Dubrovniku (iz arhive DHMZ-a).

Ona se zasnivala na primjeni dijagnostičkoga izentropskoga modela HRID (Glasnović, 1990.; Glasnović, Čačić i Strelec, 1994.). Taj model operativno je uveden najprije u Meteo-France, a potom i u nekoliko zemalja u okviru projekta ALADIN. Znanstvenici DHMZ-a aktivno su sudjelovali na razvoju modela ALADIN na temama asimilacije podataka, fizikalnih shema i numeričkih postavki modela, te dijagnostike znanstvenih metoda i operativnih produkata.

Suradnja u okviru ALADIN i RC LACE omogućila je našim znanstvenicima i uključivanje u SRNWP (Short Range Numerical Weather Prediction), radnu grupu u okviru EIG EUMETNET-a (Economic Interest Group European Meteorological Services Network) i EWGLAM (European Working Group on Limited Area Modelling).

Te radne grupe omogućuju našim znanstvenicima razmjenu znanja i iskustava sa stručnjacima iz područja numeričke prognoze vremena iz cijele Europe i drugih konzorcija (HIRLAM, COSMO, UKMO).

Kao ravnopravna članica grupacija ALADIN i RC LACE, Hrvatska je bila zadužena za organizaciju niza sastanaka, radionica i skupova iz područja numeričke prognoze vremena (vidi Prilog 5.5.). Ovdje ćemo posebno izdvojiti organizaciju 12. radionice ALADIN u Medulinu održane 2002. kao i 29. EWGLAM i 14. sastanak SRNWP održan 2007. u Dubrovniku (slika 4.9.).

Znanje stečeno na razvoju i operativnoj primjeni modela ALADIN, temeljni su dio znanstvenih i primijenjenih međunarodnih i domaćih projekata. Oni su prvi put korišteni u projektu *Oluje i prirodne katastrofe u Hrvatskoj* (vidi Poglavlje 3.) tijekom čije je provedbe u razdoblju 2002.–2014. više meteorologa diplomiralo, magistriralo i doktoriralo koristeći znanje stečeno pri razvoju modela ALADIN. Okosnica našega sudjelovanja u mnogobrojnim međunarodnim projektima bio je upravo model ALADIN (više u Poglavlju 3.).

Ovdje spomenimo samo nedavno završene EU-IPA projekte *WILL4WIND*⁴ (Horvath i sur., 2015.) i *ENHEMS-Buildings* te trenutno aktivan projekt *EU-CIRCLE* u okviru HORIZON2020.

Produkti ALADIN-a postali su prepoznatljivi i njima se služe mnogobrojni korisnici, od državnih institucija do opće javnosti. Najbolji su primjer za to sustavi Nautički informacijski servis (nIS)⁵ razvijen u suradnji s Ministarstvom pomorstva, prometa i veza, te ANEMO-ALARM razvijen u suradnji s Hrvatskim cestama (Bajić, Ivatek-Šahdan i Žibrat, 2008.). Velik broj prognostičkih produkata DHMZ-a, poput upozorenja na opasne vremenske i hidrološke prilike, opća, hidrološka, pomorska, biometeorološka i agrometeorološka prognoza za javnost i medije, temelji se na rezultatima modela ALADIN. Razvijeni su i specijalistički produkti namijenjeni raznim gospodarskim sektorima (sigurnosti, prometu, energetici, poljoprivredi, obrani od poplava, zaštiti od požara otvorenog tipa, turizmu, nautici, itd.). Dio produkata raspoloživ je i na mrežnim stranicama DHMZ-a⁶.

Za potrebe istraživačke međunarodne suradnje sa znanstvenicima i institucijama iz Sjedinjenih Američkih Država i europskih sveučilišta (North Carolina State University, SAD; Desert Research Institute, SAD; National Centre for Atmospheric Research, SAD; Universitat de les Illes Balears, Španjolska) koja se odvijala kroz zajedničke projekte, suradnju i istraživačke boravke, djelatnici DHMZ-a kroz godine su koristili i druge mezoskalne modele: Mesoscale Model 5 (MM5), The Coupled Ocean/Atmosphere Mesoscale Prediction System (COAMPS), Weather Research and Forecasting (WRF) i druge.

Međunarodna suradnja na području hidrologije dodatno se aktivirala pod pokroviteljstvom Svjetske meteorološke organizacije i njezinih razvojnih programa, kao što je *Prognostički sustav za prognozu bujičnih poplava* (Flash Flood Guidance System – FFGS)⁷. Sustav je razvijen u Hidrološkom istraživačkom centru u San Diegu (HRC)⁸, a 2009. godine potpisano je Sporazum o razumijevanju između Svjetske meteorološke organizacije, Američke agencije za međunarodni razvoj (USAID)⁹, Američke državne oceanografske i atmosferske agencije (NOAA)¹⁰ i HRC-a, pa je slijedom toga pokrenut program uspostave sustava FFGS po svijetu.

⁴ <http://www.will4wind.hr>

⁵ <http://www.mppi.hr/default.aspx?id=29353>

⁶ <http://meteo.hr>

⁷ http://www.wmo.int/pages/prog/hwrf/flood/ffgs/index_en.php

⁸ <http://www.hrc-lab.org/contact/index.php>

⁹ <https://www.usaid.gov/>

¹⁰ <http://www.noaa.gov/>

Na temelju toga sporazuma o razumijevanju do sada je sustav implementiran na području sedam zemalja Središnje Amerike, na području Jugoistočne Azije (sliv rijeke Mekong), u Haitiju i Dominikani, u Pakistanu, na području Bliskoga istoka, Jugoistočne Europe, Turske i susjednih crnomorskih zemalja, na području sedam zemalja Južne Afrike i na području Rumunjske. Stručnjaci i znanstvenici iz DHMZ-a sudjelovali su u procesu izrade modela pripremanjem podloga za izradu i kalibraciju modela (numerički modeli za prognozu vremena, podataka o količini oborine, radarskih ili satelitskih podataka, podataka o zasićenosti tla vodom ili podataka o konfiguraciji terena te površini pojedinih slivova), a također su bili pozvani na jednomjesečnu edukaciju u hidrološki istraživački centar u San Diego.

Taj sustav za prognozu bujičnih poplava koriste meteorološke i hidrološke službe diljem svijeta kako bi izradile pravovremena upozorenja na pojavu bujičnih poplava do šest sati unaprijed, za slivna područja veličine 25 do 200 km², koja potom prosljeđuju agencijama i službama za zaštitu i spašavanje te obranu od poplava. U Sektoru za hidrologiju taj se model koristi u procesu proglašavanja upozorenja na bujične poplave.

U organizaciji DHMZ-a te pod pokroviteljstvom Svjetske meteorološke organizacije (WMO)¹¹, u Zagrebu je od 9. do 13. svibnja 2016. održana međunarodna radionica pod nazivom "Follow Up Operations Workshop South East Europe Flash Flood Guidance System (SEEFFGS)"¹². Ta je radionica nastavak radionice iz San Diega s ciljem cjelovite implementacije sustava prognoza bujičnih poplava na području zemalja jugoistočne Europe (Slovenija, Hrvatska, Bosna i Hercegovina, Srbija, Albanija, Makedonija, Crna Gora, Moldavija, Rumunjska i Turska).

European Flood Awareness System (EFAS) jest incijativa Europske komisije u svrhu povećanja pripravnosti za riječne poplave diljem Europe. Nakon što se Europa suočila s katastrofalnim poplavama na rijekama Labi i Dunavu 2002. godine, stručnjaci su se susreli s neusklađenim informacijama o upozorenjima na poplave iz različitih izvora, što otežava planiranje i organizaciju pomoći. Kao odgovor na to, Europska komisija pokrenula je razvoj sustava za rano upozorenje od poplava EFAS kako bi se povećala spremnost na poplave u Europi. Joint Research Centre (JRC) zadužen je za razvijanje toga europskoga sustava za rano upozorenje od poplava.

Cilj EFAS-a jest pravovremena priprema mjera prije nego li se dogode veliki poplavni događaji, posebice za međunarodne riječne slivove, kako u državama članica, tako i na europskoj razini.

¹¹ <https://public.wmo.int/en>

¹² http://klima.hr/razno.php?id=projekti¶m=see_ffgs

To se postiže pružanjem informacija državnih institucija i informiranjem European Response and Coordination Centre o trenutnim poplavama i o mogućnosti novih. Od 2005. do 2010. sustav EFAS je testiran u realnom vremenu s hidrološkim institucijama pojedinih zemalja, a poslije i s Europskom civilnom zaštitom. EFAS je 2011. godine postao dio službe za upravljanje hitnim intervencijama COPERNICUS uz potporu Europskoj civilnoj zaštiti.

Od 2013. godine DHMZ pridružio se kao partner tom projektu i započeo pripremu i slanje podataka. Sustav se pokreće u ECMWF-u na dva različita modela: jedan je namijenjen za riječne, a drugi za bujične poplave. EFAS svojim partnerima osigurava pristup u realnom vremenu produktima uz pomoć Informacijskog sustava ranog upozorenja na poplave EFAS do 10 dana unaprijed. DHMZ aktivno sudjeluje na poboljšanju sustava i verifikaciji prognoza.

U području vodnoga gospodarstva DHMZ sudjeluje u radu Stalne hrvatsko-slovenske komisije za vodno gospodarstvo kao i Stalne hrvatsko-mađarske potkomisije za sliv Dunava i Drave. Aktivnosti se sastoje u razmjeni i usklađivanju hidroloških parametara s ciljem ujednačene vodne bilance, zaštite od poplava kao i hidroloških prognoza. Usaglašene i jedinstvene podloge neophodne su za regulaciju, održavanje i projektiranje hidrotehničkih objekata na međudržavnim vodotocima. Stoga je na osnovi prijedloga vodoprivrednih stručnjaka svih četiriju država, Austrije, Slovenije, Mađarske i Hrvatske, izrađena jedinstvena hidrološka studija za sliv Mure za razdoblje 1961.–2005. godine. Studiju je izradila Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo iz Ljubljane uz suradnju stručnih grupa za hidrologiju, a po metodologiji koju je predložila hrvatska strana (npr. Cesarec i Jurela, 2007.).

Dio razvojnih i istraživačkih aktivnosti vezan je uz suradne projekte europskih meteoroloških i hidroloških službi, osobito u sklopu nabrojenih programa *EIG EUMETNET-a* (*The Network of European National Meteorological Services*). Izvrstan je primjer *SRNWP – Short Range Numerical Weather Prediction Programme*, koji ima za cilj usklađivanje i unapređivanje rada na istraživanju i primjeni numeričkih modela kratkoročne prognoze vremena. Suradnja na području radarske meteorologije odvija se u okviru programa *OPERA – Meteorološki radari u Europi*¹³, koja razvija kompozitnu sliku operativnih radara u Europi i razvija jedinstven centar za radarske podatke *ODYSSEY*.

EIG EUMETNET podržava u okviru ECSN-a (European Climate Support Network) istraživanja klime i klimatskih promjena za područje srednje Europe, posebice širega područja Alpa.

¹³ <http://eumetnet.eu/activities/observations-programme/current-activities/opera/>

Znanstvenici klimatolozi iz DHMZ-a sudjelovali su u projektu ALPIMP-ALPCLIM (*Multi-centennial climate variability in the Alps based on instrumental data, model simulations and proxy data*)¹⁴ u razdoblju 2003.–2006., projektu HISTALP (*HISTorical Instrumental Surface Climatological Time Series of the ALPine Region*)¹⁵ (Auer i sur., 2007), te u projektu HRT-GAR (*High Resolution Temperature Climatology – for the Greater Alpine Region*) (Auer i sur., 2005.; Hiebl i sur., 2009.) koji je potencijal digitalnih klimatoloških karata, ali i suradnje meteoroloških službi pojedinih zemalja na objedinjavanju klimatskih analiza na regionalnoj i europskoj razini, prezentirao znanstvenoj i stručnoj javnosti.

EUMETNET je podržao i nastavak EU projekta COST 725 sada pod novim nazivom PEP 725 *Pan European Phenological Database (Europska fenološka baza podataka)*¹⁶ koji je započeo 2010. Osim popunjavanja baze arhivskim i novim fenološkim podacima, u projektu se razvija bolja kontrola podataka i osigurava otvoreni pristup bazi podataka. Laka dostupnost fenoloških podataka omogućila je nagli razvoj fenoloških istraživanja koja uvelike pomažu pri procjeni klimatskih promjena. Na projektu sudjeluje 20 meteoroloških službi europskih zemalja i sedam partnerskih ustanova koje se bave fenološkim opažanjima i istraživanjima.

DHMZ kao hrvatski predstavnik zemlje članice EUMETSAT-a (The European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites) sudjeluje i u projektu EUMeTrain (*International training project by EUMETSAT to support and increase the use of meteorological satellite data* – Međunarodni projekt obuke korištenja meteoroloških satelitskih podataka u okviru EUMETSAT-a)¹⁷. Cilj projekta jest razvoj materijala za obuku korištenja satelitskih podataka i produkata i njihovo kombiniranje s ostalim meteorološkim podacima (npr. Mikuš i Strelec Mahović, 2012.).

U sklopu suradnje s Građevinskim fakultetom iz Beograda u Srbiji i ISRIC – World Soil Information, Nizozemska na projektu *WorldDailyMeteo – Space-time interpolation of daily meteorological variables at 1 km resolution* razvijaju se metode prostorno-vremenske interpolacije dnevnih vrijednosti meteoroloških parametara korištenjem nizova MODIS-ovih satelitskih snimaka (Hengl i sur., 2012.; Kilibarda i sur., 2013.). Ideja bliska uvrštanju satelitskih polja LST-a u kartiranje dnevne temperature zraka, jest uvrštanje polja intenziteta radarskoga odraza kao prediktora za kartiranje dnevne količine oborine (Hengl, AghaKouchak i Perćec Tadić, 2010.).

¹⁴ <http://www.zamg.ac.at/>

¹⁵ <http://www.zamg.ac.at/histalp/>

¹⁶ <http://www.pep725.eu/>

¹⁷ <http://www.eumetrain.org/>

Međunarodna suradnja odvija se i putem sudjelovanja pojedinaca na raznim međunarodnim skupovima, radionicama, seminarima, specijalizacijama i studijskim boravcima. Neki od skupova imaju dugotrajnu tradiciju i stalna tijela zadužena za organizaciju. Najbolji primjer za to jest ICAM – *International Conferences on Alpine Meteorology* (Međunarodna alpska konferencija)¹⁸. Tradicija te konferencije, koja se redovito odvija svake dvije godine još od 1950. godine, predstavlja i ogroman doprinos suradnji znanstvenika na području planinske meteorologije i klimatologije (Volkert, 2009.). Za organizaciju te konferencije zadužen je odbor ICAM čija je uloga koordinirati rad konferencija ICAM s ostalim konferencijama od interesa, definirati standarde i opća pravila konferencije, nominirati znanstveni odbor konferencije te odrediti zemlju organizatora za sljedeću konferenciju. Svaka zemlja u komitetu ICAM predstavljena je s dva člana, jednim iz meteorološke službe i jednim iz akademске zajednice. Nakon osamostaljenja, početkom 90-ih godina, Slovenija je ušla u komitet ICAM umjesto bivše Jugoslavije. Hrvatski interes za problematiku planinske meteorologije i klimatologije još iz doba ALPEX-a, kao i velik doprinos programu MAP, doprinijeli su prepoznatljivosti hrvatskih znanstvenika i opravdanosti našega zahtjeva za uključivanje u rad ICAM-a. Od 2000. godine Hrvatska je članica komiteta ICAM.

Već sámo ime konferencije govori da se radi o suradnji prvenstveno zemalja na području Alpa i Dinarskih Alpa (Austrija, Francuska, Njemačka, Italija, Švicarska, Jugoslavija do 1990., potom Slovenija i od 2000. Hrvatska). U novije vrijeme suradnja je proširena i na Island i Veliku Britaniju. U Hrvatskoj je alpska konferencija održana 1984. godine u Opatiji, te 2005. u Zadru (slika 4.10.), gdje je održana zajedno sa završnom konferencijom programa MAP¹⁹.



Slika 4.10. Sudionici 28. međunarodne alpske konferencije i Znanstvenoga skupa programa MAP (Mesoscale Alpine Programme), Zadar, 23. - 27. svibnja 2005. (iz arhive DHMZ-a).

¹⁸ <http://www.alpine-meteorology.org/>

¹⁹ <http://www.map.meteoswiss.ch/map-doc/icam2005/>

Sažeci radova s konferencije objavljeni su u *Hrvatskom meteorološkom časopisu* br. 40, a dio znanstvenih radova objavljen je u znanstvenom časopisu *Meteorologische Zeitshrift*.

U 2005. godini u suradnji s EUMETSAT-om organizirana je u Dubrovniku od 19. do 23. rujna i Međunarodna konferencija o meteorološkim satelitima (The 2005 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference)²⁰.

Naši znanstvenici uključeni su i u suradnju vezanu uz praćenje kvalitete zraka posebno nad područjem Europe. Rezultat toga bilo je i dobivanje organizacije konferencije HARMO12 (12th International Conference on Harmonization within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes)²¹, koja se održala u Cavatu od 6. do 9. listopada 2008. Konferencija je pokrila područje modeliranja kvalitete zraka, na kojoj se prikazuju, uspoređuju i diskutiraju rezultati raznih modela za analizu i prognozu onečišćenja. Budući da se modeli koriste u regulatorne svrhe poseban doprinos jest omogućavanje stručnjacima da pronađu odgovore na pitanja vezana uz zakonske propise i norme iz područja zaštite zraka odnosno uz direktive Europske unije.

Opsežna međunarodna suradnja koja je rezultirala i organizacijom brojnih konferencija, radionica, skupova i sastanaka u Hrvatskoj (Prilog 5.5.) doprinijela je još većoj vidljivosti naših znanstvenika i njihovo suradnji na brojnim projektima (vidi Poglavlje 3.).

Prepoznatljivost naših znanstvenika i stručnjaka vidi se i u brojnim članstvima u međunarodnim stručnim i znanstvenim tijelima. Teško je ovdje sve nabrojiti, može se dogoditi da se što nemamjerno ne spomene.

Stoga spomenimo samo neka tijela u čijem radu naši znanstvenici redovito sudjeluju: Svjetska meteorološka organizacija (Commission for Basic Systems²², Commission for Atmospheric Sciences²³, Commission for Agrometeorology²⁴, Commission for Climatology²⁵, Commission for Hydrology, Joint WMO-IOC Commission for Oceanography and Marine Meteorology²⁶,

²⁰ http://www.eumetsat.int/website/home/News/ConferencesandEvents/DAT_2044075.html

²¹ <http://meteo.hr/harmo12/>

²² <https://public.wmo.int/en/our-mandate/how-we-do-it/technical-commissions/commission-basic-systems-cbs>

²³ <https://public.wmo.int/en/our-mandate/how-we-do-it/technical-commissions/commission-atmospheric-sciences-cas>

²⁴ http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/agm/cagm/cagm_en.php

²⁵ http://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/index_en.php

²⁶ <https://public.wmo.int/en/our-mandate/how-we-do-it/technical-commissions/joint-wmo-ioc-commission-oceanography-and-marine-meteorology-jcomm>

Working Group on Service Delivery and Partnership – Task Team Disaster Risk reduction and Cooperation²⁷, Expert Team on Meeting User Needs in Reducing the Impacts of Hydrometeorological Hazards²⁸, itd.); EIG EUMETNET²⁹ (Policy and Finance Advisory Committee, Science and Technology Advisory Committee, E-SURFMAR, itd.); EUMETSAT³⁰ (Scientific Technical Group, ESSL convection working group, itd.); EMEP³¹ – The European Monitoring and Evaluation Programme. Naši znanstvenici pozivani su i sudjeluju u nadzornim odborima niza međunarodnih projekata i programa (npr. MEDEX, HyMeX, PannEx, GEWEX, EUMETRAIN, RC LACE, ALADIN itd.), a redovito su i članovi znanstvenih odbora međunarodnih konferencija (npr. ICAM, HARMO, MedMet, EMS, GEWEX itd.). Znanstvena prepoznatljivost očituje se i u čestim pozivima pojedinim znanstvenicima DHMZ-a da recenziraju znanstvene radove u međunarodnim priznatim znanstvenim časopisima.

Sav ovaj znanstveno-istraživački rad nalazi primjenu i poboljšava operativne aktivnosti DHMZ-a. Veći dio rezultata rada na projektima objavljen je i u znanstvenim i stručnim časopisima. Znatna sredstva ulaze se i u prezentaciju rezultata našega rada na međunarodnim znanstvenim i stručnim skupovima i konferencijama, a priznanje toga rada vidljivo je i po iskazanom povjerenju za organiziranjem takvih skupova i u Hrvatskoj.

²⁷ <https://public.wmo.int/en/programmes/disaster-risk-reduction-programme>

²⁸ http://www.wmo.int/pages/prog/amp/pwsp/pws-dpm_en.html

²⁹ <http://eumetnet.eu/>

³⁰ <https://www.eumetsat.int/website/home/index.html>

³¹ <http://www.emep.int/>



Literatura:

- Auer, I. et al, 2005: A High Resolution Temperature Climatology for the Greater Alpine Region (GAR). ICAM/MAP 2005, *Croatian Meteorological Journal*, **40**, 593–596.
- Auer, I. et al, 2007: HISTALP – Historical Instrumental Climatological Surface Time Series of the Greater Alpine Region. *Int. J. Climatol.*, **27**, 17–46.
- Bajić, A., S. Ivatek-Šahdan i Z. Žibrat, 2008: ANEMO-ALARM iskustva operativne primjene prognoze smjera i brzine vjetra. *Zbornik radova Trećeg savjetovanja o održavanju cesta, Održavanje cesta 2008*, Juriša, J. (ur.), GIU Hrvatski cestar, Zagreb, 109–114.
- Bajić, A. i D. Klarić, 2015: 20 godina sudjelovanja Hrvatske u ALADIN I RC LACE projektima. *Hrvatski meteorološki časopis*, **50**, 17–45.
- Bölöni, G. and K. Horvath, 2010: Diagnosis and tuning of background error statistics in a variational data assimilation system. *Időjárás*, **114**, 1–19.
- Bougeault, P. et al, 2001: The MAP Special Observing Period. *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, **82**, 433–462.
- Catry, B. et al, 2007: Flux-conservative thermodynamic equations in a mass-weighted framework. *Tellus. Series A*, **59**, 1, 71–79.
- Cesarec, K. i S. Jurela, 2007: Suradnja sa susjednim zemljama na vodotocima od zajedničkog interesa. *Zbornik radova 4. Hrvatske Konferencije o vodama s međunarodnim sudjelovanjem Hrvatske vode i Europska unija-izazovi i mogućnosti*, Opatija, 17.-19.5.2007.
- DHMZ, 1998: 50 godina rada Državnog hidrometeorološkog zavoda 1947.–1997., Pandžić, K. (gl. ur.), DHMZ, Zagreb, 300 str.
- Drobinski, P. et al, 2014: HyMeX, a 10-year multidisciplinary program on the Mediterranean water cycle. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **95**, 7, 1063–1082.
- GARP publication series, No. 27, 1986: Scientific results of the Alpine Experiment (ALPEX). WMO/TD No. **108**, Volume I and II, 404 pp. and 300 pp.

- Glasnović, D., 1990: Isentropic high resolution time cross-section based on polynomial hydrostatic adjustment technique. *Rasprave*, **25**, 69–76.
- Glasnović, D., I. Čačić and N. Strelec, 1994: Methodology and Application of High Resolution Isentropic Diagnostic Model (HRID). *Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik*, Heft **10**, 109–136.
- Grubišić, V., 2004: Bora driven potential vorticity banners over the Adriatic. *Quart. J. Roy. Meteorol. Soc.*, **130**, 2571–2603.
- Hengl, T., A. AghaKouchak and M. Perčec Tadić, 2010: Methods and data sources for spatial prediction of rainfall. *Rainfall: State of the Science*, Geophysical Monograph Series, Testik, F.Y., M. Gebremichael (Eds.), American Geophysical Union, Washington, D. C., 189–214.
- Hengl, T., G. Heuvelink, M. Perčec Tadić and E. Pebesma, 2012: Spatio-temporal prediction of daily temperatures using time-series of MODIS LST images. *Theoretical and applied climatology*, **107**, 1–2, 265–277.
- Hiebl, J. et al, 2009. A high-resolution 1961–1990 monthly temperature climatology for the greater Alpine region. *Meteorol. Zeitschrift*, **18**, 507–530.
- Horvath, K., L. Fita, R. Romero and B. Ivančan-Picek, 2006: A numerical study of the first phase of a deep Mediterranean cyclone: cyclogenesis in the lee of the Atlas Mountains. *Meteorol. Zeitschrift*, **15**, 133–146.
- Horvath, K., Y.-L. Lin and B. Ivančan-Picek, 2008: Classification of cyclone tracks over the Apennines and the Adriatic Sea. *Mon. Weather Rev.*, **136**, 2210–2227.
- Horvath, K. et al, 2015: Overview of meteorological research on the project "Weather intelligence for wind energy" – WILL4WIND. *Hrvatski meteorološki časopis*, **50**, 91–104.
- Ivančan-Picek, B., 1996: Mezoskalni alpski program MAP. *Hrvatski meteorološki časopis*, **31**, 131–134.
- Ivančan-Picek, B., D. Glasnović and V. Jurčec, 2003: Analysis and ALADIN prediction of a heavy precipitation event on the Eastern side of the Alps during MAP IOP 5. *Meteorologische Zeitschrift*, **12**, 2, 103–112.
- Ivančan-Picek, B., S. Ivatek-Šahdan and V. Grubišić, 2005: Vertical structure of the Dinaric Alps flow during MAP IOP 15. *Hrvatski meteorološki časopis*, **40**, 176–179.



- Ivančan-Picek, B. et al, 2016: Overview of the first HyMeX special observing period over Croatia. *Natural hazards and earth system sciences*, **16**, 2657–2682.
- Jansa, A. et al, 2014: MEDEX: a general overview. *Natural hazards and earth system sciences*, **14**, 8, 1965–1984.
- Kilibarda, M. et al, 2013: Spatio-temporal interpolation of daily temperatures for global land areas at 1 km resolution. *Journal of geophysical research*, **119**, 5, 2294–2313.
- Mikuš, P. and N. Strelec Mahović, 2012: Satellite-based overshooting top detection methods and an analysis of correlated weather conditions. *Atmospheric research*, **123**, 268–280.
- Stanešić, A., 2011: Assimilation system at DHMZ: Development and first verification results. *Hrvatski meteorološki časopis*, **44/45**, 3–17.
- Termonia, P. et al, 2018: The ALADIN System and its canonical model configurations AROME CY41T1 and ALARO CY40T1. *Geoscientific Model Development*, **11**, 257–281.
- Tudor, M. et al, 2013: Forecasting Weather in Croatia Using ALADIN Numerical Weather Prediction Model. *Climate Change and Regional/Local Responses*, Yuanzhi, Z. and P. Ray (Eds.), InTech, Rijeka, 59–88.
- Volkert, H., 2005: The Mesoscale Alpine Programme (MAP) – A multi-facetted success story. *Hrvatski meteorološki časopis*, **40**, 226–230.
- Volkert, H., 2009: The International Conferences on Alpine Meteorology: Characteristics and trends from a 57-year-series of scientific communication. *Meteorol. Atmos. Phys.*, **103**, 5–12.
- Vučetić, V., 1988: Bora on the northern Adriatic, 12-18 April 1982. *Rasprave*, **23**, 27–44.
- Wang, Y. et al, 2011: The Central European limited-area ensemble forecasting system: ALADIN-LAEF, 1190. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **137**, 483–502.
- WMO, 1998: International Symposium on Cyclones and Hazardous Weather in the Mediterranean. Palma de Mallorca, Spain, 14.4.1997, 841 pp.



Budućnost meteorologa

Vrijeme врача („medicine-man“) s njegovim čarolijama je prošlost.

Budućnost ne pripada mađioničaru koji se pokušava pačati u zakone prirode, već znanstveniku koji može, s izvjesnom sigurnošću, reći kako, u određenim uvjetima, ti zakoni funkcioniraju.

Od svih onih koji doprinose ljudskom napretku.....nitko možda ne sudjeluje više u tako važnim stvarima kao oni koji strpljivo i uporno iz dana u dan, iz sezone u sezonu, mjere i uspoređuju, uspoređuju i mjere, oborinu u svojim malenim područjima.

Možemo oprostiti meteorologu na njegovim nezanimljivim statistikama ako razmislimo da u njihovoј pouzdanosti i njihovoј ispravnoj interpretaciji možda leži budućnost izdašne dostupnosti hrane ili čak još nerazvijene grane gospodarstva.

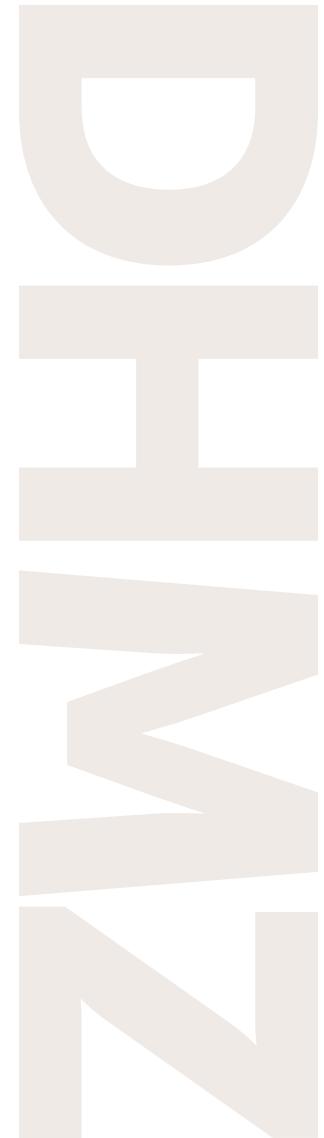
(Herbertson, A.J., 1902, The Distribution of Rainfall. Harper's Magazine. – slobodan prijevod dr. sc. Čedomir Branković



Generalni tajnik Svjetske meteorološke organizacije Godwin Olu Patrick Obasi posjetio je Hrvatsku nekoliko puta, lijevo: za vrijeme 18. međunarodne konferencije o alpskoj meteorologiji, Opatija, rujan 1984.; desno: u sobi ravnatelja listopad 1998. (slijeva na desno: dr. sc. Vesna Jurčec, G.O.P. Obasi, Mladen Matvijev, v.d. ravnatelja DHMZ-a) (iz arhive DHMZ-a).



Državni hidrometeorološki zavod svake godine obilježava Svjetski meteorološki dan prigodnim motom koji odredi WMO. Plakat za obilježavanje Svjetskog meteorološkog dana 2017. godine.



05

Planovi za budućnost

Branka Ivančan-Picek

Osnovna zadaća DHMZ-a u društvu jest *"Podržati održivi i gospodarski razvoj države i štititi živote i dobra te okoliš kroz poboljšanu kvalitetu informacija dobivenih na temelju vrsnih podataka motrenja te kroz analize i prognoze stanja atmosfere, voda i tla"* (iz Strategije DHMZ-a). Da bismo ispunili tako zahtjevnu zadaću, pred nama su sve veći izazovi u savladavanju suvremenih alata, metoda i modela. Izazovi su tim veći u vremenu kada klimatske promjene i sve češće pojave ekstremnih vremenskih događaja prijete svim gospodarskim granama.

Sve djelatnosti istraživačkoga i razvojnoga rada usmjerene su na ispunjavanje osnovne uloge DHMZ-a koja se prvenstveno odnosi na upozorenja na opasne vremenske pojave i informiranje javnosti, te primjenu rezultata istraživanja kako bi se zadovoljile potrebe različitih društvenih i gospodarskih subjekata (energetika, poljoprivreda, turizam, promet, prostorno planiranje, industrija, zaštita okoliša, zdravstvo itd.) za meteorološkom podrškom.

Kao znanstveno-istraživačka pravna osoba u znanstvenom području prirodnih znanosti DHMZ nastojao je u posljednjih 50 godina biti hrvatsko središte izvrsnosti i znanja u području meteorologije i hidrologije. To je strateško opredjeljenje i u narednom razdoblju. Neprekidno praćenje novih spoznaja i razvoj proizašao iz vlastitih istraživanja na području meteorologije, znatan je doprinos održivom razvoju društva u cijelini. Krajnji je cilj visoka kvaliteta usluga i proizvoda namijenjenih korisnicima unutar DHMZ-a kao i izvan njega. Za ispunjenje toga cilja nužno je i ubuduće poticati i usmjeravati razvoj i znanstvena istraživanja sukladno potrebama gospodarstva i društvenoga razvoja te na taj način pomoći smanjenju rizika od vremenskih nepogoda i iskorištavanju prednosti koje vremenske, klimatske i hidrološke prilike pružaju. Do toga se cilja može doći samo uskladenim i odgovornim promišljanjem i planiranjem, te djelovanjem raspoloživih ljudskih potencijala kroz domaću i međunarodnu suradnju sa znanstvenim ustanovama i nacionalnim meteorološkim službama.

Očekivani rezultat jest sposobnost meteorološke i hidrološke službe da reagira i ponudi stručnu podršku u rješavanju potreba od općega i posebnoga društvenog interesa.

Za ispunjenje zahtjeva društva nužno je naše planove usmjeriti na razvoj i poboljšanje atmosferskoga i hidrološkoga motriteljskoga sustava i posebno prognostičkoga sustava atmosfera-tlo-more na svim vremenskim skalama od kratkoročnih do dugoročnih klimatskih projekcija. Osnovni je preduvjet kvalitetan i međunarodno konkurentan znanstveno-istraživački rad uz prenošenje i uključivanje njegovih rezultata u primjenu u svim gospodarskim granama. U tom smislu potrebne su brze i učinkovite mjere u smislu kadrovskih promjena, od čega je omogućavanje zapošljavanja mladih znanstvenika ključno u postizanju postavljenih ciljeva.

Razvoj vremenske prognoze nužan je na dva osnovna područja:

- vrlo kratkoročne prognoze vremena, kao nužan preduvjet pouzdanoga sustava upozorenja na opasne vremenske prilike,
- vjerojatnosne prognoze, kao suvremenim razvojem prognostičkih produkata namjenski razvijenih prema specifičnim zahtjevima korisnika.

Potrebe Hrvatske kao pomorske zemlje s razvijenim pomorskim prometom i nautičkim turizmom nameću kao jedan od prioriteta razvoj združenoga modela atmosfera–more. Za to je nužna suradnja s oceanografskim znanstvenim ustanovama s ciljem uspostave i kontinuiranoga održavanja prognostičkoga modelskoga sustava kojim bi se unaprijedila sigurnost pomorske plovidbe, zaštita od onečišćenja Jadrana, akcije traganja i spašavanja na moru te potencijalno i druge aktivnosti na Jadranu.

Potrebno je dodatno osnažiti i područje primijenjenoga modeliranja kao neophodnoga uvjeta za provođenje operativne oceanografske i hidrološke prognoze, te prognoze vremena kao podrške energetskom razvoju Hrvatske i zaštiti od katastrofa uzrokovanih prirodnim nepogodama.

Uočene i očekivane klimatske promjene te nužan razvoj sustava prilagodbe postavljaju razvoj regionalnih klimatskih modela horizontalne razlučivosti ispod 12 km kao nužan smjer znanstveno-istraživačke djelatnosti u budućnosti. Svrha je osiguranje pouzdanih informacija o očekivanim promjenama klime donosiocima strateških odluka u prilagodbi na klimatske promjene svih gospodarskih djelatnosti i društva u cijelini.

Prostorno i vremenski gušći podaci meteoroloških opažanja i mjerena pri tom su nezaobilazan faktor u praćenju klime i klimatskih promjena te povećanju kvalitete izlaznih produkata prognostičkih modela. S tim ciljem DHMZ započeo je 2017. s provedbom dva velika strateška projekta: *Modernizacija meteorološke motriteljske mreže u RH – METMONIC* te *Proširenje i modernizacija državne mreže za trajno praćenje kvalitete zraka – AIRQ*. U pripremi je i projekt modernizacije hidrološke mreže postaja kojim se planira unaprijediti negrađevinske mjere upravljanja rizicima od poplava u RH. Skraćenica projekta je *VEPAR* (*Vodno i Ekološko Praćenje, Analize i Rješenja*), a planira se provoditi u partnerstvu s Hrvatskim vodama. S njihovom realizacijom zamjetno će se poboljšati kvaliteta mjerena i osigurati češći, prostorno gušći i pouzdaniji podaci mjerena. S uvođenjem novih tehnologija, uvjeta rada i opreme s kojom radimo ti projekti znatno će osuvremeniti rad te poboljšati kvalitetu naših proizvoda i usluga. Na koncu je posljedica toga – veća sigurnost i ugodnost života naših građana te doprinos zaštiti prirode i održivom gospodarskom razvitku zemlje.

Uspješna provedba tih projekata ugrožena je *postojećom zgradom koja predstavlja sigurnosni rizik* za ljudе koji u njoj rade te za opstojnost službe i kapital sadržan u arhivi i bazama podataka koje, između ostalog, sadrže nizove izmjerениh podataka dulje od 150 godina kao dio narodnoga blaga Republike Hrvatske i svjetske meteorološke baštine.

Konstrukcijska, prostorna i instalacijska ograničenja ozbiljno prijeće redovan rad službe, povrh onemogućavanja prijeko potrebnih proširenja računalnih kapaciteta, bez čega, u narednim godinama, DHMZ više neće moći primjereno pratiti stručne i znanstvene metode i uvoditi nove numeričke modelle neophodne za pouzdanu i svrshishodnu podršku gospodarstvu i državi. Nikakva modernizacija službe DHMZ-a nije više moguća bez rješavanja temeljnoga problema – adekvatnoga smještaja i ujedinjavanja djelatnosti u suvremenoj, opremljenoj zgradi koja će odgovarati sadašnjim potrebama DHMZ-a te omogućavati daljnji razvoj djelatnosti. Realizacija projekta izgradnje nove zgrade DHMZ-a na Sveučilišnom kampusu Borongaj svakako je prioritet u narednom razdoblju.

Osim vlastitih znanstvenih resursa, *međunarodna znanstvena suradnja ključni je element razvoja*, a članstvo u stručnim i znanstvenim međunarodnim institucijama i organizacijama kao što su Europski centar za srednjoročne prognoze vremena (ECMWF) i Europska organizacija za korištenje meteoroloških satelita (EUMETSAT) omogućavaju pristup najvećim bazama meteoroloških podataka na svijetu, te međunarodnoj razmjeni i prijenosu znanja.

Središnji cilj svih aktivnosti DHMZ-a jest pružanje pravovremenih, pouzdanih i svima dostupnih podataka o vremenu, klimi, stanju voda i kvaliteti zraka, koji su utemeljeni na znanosti, istraživanju i međunarodnim normama i namijenjeni širokom krugu korisnika. Tomu će svakako doprinijeti povećavanje kapaciteta istraživačko-razvojnoga sektora za provođenje vrhunskih i visoko usredotočenih istraživanja te jačanje suradnje na hrvatskoj i međunarodnoj razini.

Sve aktivnosti razvoja i istraživanja usklađene su sa strategijama razvoja na državnoj razini. Tako je *Strategija pametne specijalizacije RH 2016.–2020.* definirala pet prioritetnih područja i međusektorske teme kao što su *Zdravlje i kvaliteta života; Energija i održivi okoliš, Promet i mobilnost, Sigurnost, Hrana i bioekonomija*, čija je provedba nezamisliva bez sudjelovanja DHMZ-a.

Uloga DHMZ-a jest osiguravanje okruženja koje omogućuje i potiče interakcijske i transferne mehanizme suradnje istraživačke zajednice s inovativnim gospodarstvom i društvenim djelatnostima. Taj cilj definiran je i u skladu je s *Planom razvoja istraživačke infrastrukture u RH* Ministarstva znanosti i obrazovanja iz 2016. Neke od mjera u sklopu toga cilja jesu jačanje suradnje javnih poduzeća, komunalnih društava i državnih institucija sa sveučilištima i znanstvenim institutima na istraživanju i razvoju vezanom uz društvene izazove; poticanje međunarodne suradnje i sudjelovanje hrvatskih partnera u međunarodnim istraživačkim projektima te zajednički nastup sveučilišta, znanstvenih instituta i gospodarstva na međunarodnim i domaćim natječajima te jačanje mehanizama transfera znanja, tehnologije, inovacija i intelektualnoga vlasništva u gospodarstvo te komercijalizacije rezultata istraživanja.



Strategija pomorskoga razvitiča i integralne pomorske politike Republike Hrvatske za razdoblje od 2014. do 2020. godine predviđa daljnje jačanje monitoringa Jadrana, u sklopu čega se predviđa i nužno povećanje količine i raznovrsnosti meteoroloških podataka i informacija s područja Jadrana što je za Hrvatsku, kao pomorsku zemlju, od velike važnosti. Stoga DHMZ velika poboljšanja u tom segmentu očekuje od razvoja vrlo kratkoročne prognoze, na engleskomu *nowcasting*, koji bi se trebao temeljiti na znatno većoj prostornoj i vremenskoj gustoći meteoroloških podataka čija je uspostava planirana provedbom strukturnog projekta METMONIC – Modernizacija meteorološke mreže motrenja u razdoblju 2017.–2022. Sve te aktivnosti u skladu su sa *Strategijom prometnog razvoja RH 2014.–2030.* u mjeri *Informacijska platforma i baze podataka*.

Uspostava hrvatskoga sustava za modeliranje kvalitete zraka planirana je provedbom strukturnoga projekta AirQ – *Proširenje i modernizacije državne mreže za trajno praćenje kvalitete zraka*. Razvoj takva sustava od strateškoga je značenja za Republiku Hrvatsku, koji će omogućiti izradu ocjene razina onečišćenja po zonama i aglomeracijama, kao i procjene mogućih prekoračenja graničnih vrijednosti, izloženosti ljudi i okoliša atmosferskom onečišćenju i mogućoj degradaciji okoliša. Takav sustav omogućit će dostavu rezultata modeliranja sukladno zahtjevu Direktive 2004/107/EZ i 2008/50/EZ Europskoga parlamenta i Vijeća u pogledu uzajamne razmjene informacija i izvješćivanja o kvaliteti zraka.

Očekuje se da aktivnosti koje slijede poboljšaju uvjete za istraživanje i razvoj koji će pak otvoriti nove i bolje mogućnosti za razvoj novih i unaprjeđenje postojećih proizvoda i usluga koje DHMZ pruža, kako građanstvu, državnim institucijama, tako i gospodarskom sektoru, koji u velikoj mjeri ovise o vremenskim i hidrološkim prilikama. Pri tom je nužna daljnja suradnja s korisnicima naših proizvoda i usluga kako bi primjena rezultata našega istraživanja i razvoja u što većoj mjeri doprinijela njihovim specifičnim potrebama i zahtjevima i time pridonijela u prvom redu smanjenju posljedica sve češćih pojava ekstremnih vremenskih i hidroloških pojava, te uspješnijoj prilagodbi na postajeće i očekivane klimatske promjene.

Stručna, pouzdana i pravovremena meteorološka i hidrološka informacija o trenutnom i budućem stanju nužan je preduvjet očuvanju sigurnosti ljudi i dobara i održivom razvitku društva u cijelini što čini razvojne i istraživačke napore DHMZ-a to važnijim.



Radni sastanak suradnih institucija na području oceanografije, Zagreb,
14. svibnja 2015.
(iz arhive DHMZ-a).



Postojeća zgrada DHMZ-a na lokaciji Grič 3, u Zagrebu (foto: I. Lukac).



Prvonagrađeno rješenje nove upravne zgrade DHMZ-a

Autor: Radionica arhitekture

Projektni tim: Fani Frković, Tena Knežević, Klara Nikšić,
Jelena Prokop, Ana Ranogajec, Goran Rako, Josip Sabolić

Konzultanti: Atelier Ten, London

D6

Prilozi

Vesna Đuričić

Prilog 1

POPIS ZAPOSLENIKA DHMZ-A KOJI SU DIO RADNOG VIJEKA BILI U CENTRU ZA METEOROLOŠKA ISTRAŽIVANJA / SEKTORU ZA METEOROLOŠKA ISTRAŽIVANJA I RAZVOJ

(stanje 31.12.2017.)

| Rbr. | Prezime i ime | Stručna spremna / akad. stupanj | Datum početka rada u DHMZ-u | Datum prestanka rada u DHMZ-u | Razlog |
|------|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1. | AUTH VERONIKA | SSS | 1.3.1962. | 8.2.1979. | mirovina |
| 2. | BAJIĆ ALICA | dr. sc. | 22.12.1980. | | |
| 3. | BAŠIĆ ŽELJKO | VSS | 19.1.1981. | 31.10.1985. | sporazumno raskid |
| 4. | BELEC ĐURĐA | SSS | 1.2.1980. | 11.6.2008. | mirovina |
| 5. | BINGULA IGNACIJE-AVELIN | SSS | 1.10.1976. | 31.3.1988. | umro |
| 6. | BRANKOVIĆ ČEDOMIR | dr. sc. | 1.12.1976. | 31.12.2014. | mirovina |
| 7. | BRKIĆ IVAN | SSS | 1.4.1968. | 30.6.1975. | sporazumno raskid |
| 8. | BRZOVIĆ NEDJELJKA | dr. sc. | 1.7.1994. | 13.4.2000. | sporazumno raskid |
| 9. | CEROVEČKI VLADIMIR | SSS | 25.8.1980. | | |
| 10. | CINDRIĆ KALIN KSENIJA | mr. sc. | 6.12.2004. | | |
| 11. | CIVIDINI BRANKO | VSS | 1.3.1982. | 5.5.2017. | umro |
| 12. | CVITAN LIDIJA | mr. sc. | 15.4.1984. | | |
| 13. | CVJETIĆANIN ŽELJKO | VSS | 1.9.1982. | | |

| Rbr. | Prezime i ime | Stručna sprema / akad. stupanj | Datum početka rada u DHMZ-u | Datum prestanka rada u DHMZ-u | Razlog |
|------|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 14. | ČAUŠIĆ KARMELA | SSS | 11.7.1989. | | |
| 15. | ČAVLINA TOMAŠEVIĆ IVANA | VSS | 1.12.2014. | | |
| 16. | ČAVRAG IVAN | SSS | 1.1.1948. | 30.6.1981. | mirovina |
| 17. | ČOKIĆ RADISLAV | SSS | 9.1.1954. | 28.2.1994. | mirovina |
| 18. | DESPOTOVIĆ SLAVOLJUB | SSS | 1.4.1950. | 31.8.1985. | mirovina |
| 19. | ĐURIČIĆ VESNA | VSS | 1.2.1982. | | |
| 20. | FERENČAK BISERKA | NKV | 8.1.1979. | | |
| 21. | FERINA JELENA | VSS | 1.12.2014. | | |
| 22. | GAĆEŠA-ZANINOVIC KSENIJA | dr. sc. | 1.7.1979. | | |
| 23. | GAJIĆ-ČAPKA MARJANA | dr. sc. | 1.5.1974. | 31.12.2014. | mirovina |
| 24. | GLASNOVIĆ DRAŽEN | mr. sc. | 13.7.1976. | 19.10.2003. | umro |
| 25. | GLIHA KRUNOSLAV | VSS | 1.5.1978. | 31.12.2013. | mirovina |
| 26. | GRČIĆ MARINA | mr. sc. | 20.4.1982. | 31.8.1986. | sporazumno raskid |
| 27. | GUGEC VESNA | SSS | 25.10.1995. | | |
| 28. | GÜTTLER IVAN | dr. sc. | 1.3.2009. | | |
| 29. | HOJSAK (PAVIČIĆ) MARIJA | SSS | 16.9.1968. | 30.11.1994. | mirovina |
| 30. | HORBEC ANTUN | SSS | 22.3.1977. | 4.10.1980. | sporazumno raskid |
| 31. | HORVATH KRISTIAN | dr. sc. | 1.9.2004. | | |

| Rbr. | Prezime i ime | Stručna sprema / akad. stupanj | Datum početka rada u DHMZ-u | Datum prestanka rada u DHMZ-u | Razlog |
|------|------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 32. | HRABAK-TUMPA GORDANA | VSS | 1.7.1969. | 30.6.2009. | mirovina |
| 33. | HRASTINSKI MARIO | VSS | 22.5.2014. | | |
| 34. | IVANČAN-PICEK BRANKA | dr. sc. | 10.12.1979. | | |
| 35. | IVANKOVIĆ EMIL | SSS | 5.1.1998. | | |
| 36. | IVATEK -ŠAHĐAN STJEPAN | mr. sc. | 20.7.1998. | | |
| 37. | IVUŠIĆ SARAH | VSS | 16.1.2017. | | |
| 38. | JALŽABETIĆ IVAN | SSS | 1.1.1948. | 31.8.1985. | mirovina |
| 39. | JERIČEVIĆ AMELA | dr. sc. | 17.9.2001. | 13.10.2013. | sporazumno raskid |
| 40. | JOŠIĆ DUBRAVKO | VSS | 1.7.1979. | 25.4.1980. | sporazumno raskid |
| 41. | JURČEC VESNA | dr. sc. | 1.9.1952. | 2.6.1992. | mirovina |
| 42. | KATUŠIN ZVONIMIR | VSS | 16.3.1970. | 31.12.2010. | mirovina |
| 43. | KAUČIĆ DRAŽEN | mr. sc. | 1.4.1980. | 31.12.2017. | mirovina |
| 44. | KORAČIN DARKO | dr. sc. | 17.3.1980. | 31.5.1987. | specijalizacija |
| 45. | KOVAČIĆ TOMISLAV | VSS | 1.5.1988. | | |
| 46. | KOZINA MLAĐEN | SSS | 5.1.1998. | | |
| 47. | KRALJEVIĆ LUKŠA | VSS | 1.12.2003. | | |
| 48. | LONČAR EDITA | mr. sc. | 10.9.1955. | 30.12.1994. | mirovina |
| 49. | LONČAR ŽELJKO | VSS | 28.12.1990. | | |

| Rbr. | Prezime i ime | Stručna sprema / akad. stupanj | Datum početka rada u DHMZ-u | Datum prestanka rada u DHMZ-u | Razlog |
|------|----------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------|
| 50. | LOVRENČIĆ VATROSLAV | SSS | 7.1.1969. | 30.12.2010. | mirovina |
| 51. | MARINOVIC IVANA | VSS | 1.12.2017. | | |
| 52. | MARUŠIĆ IVO | SSS | 1.10.1982. | | |
| 53. | MARUŠIĆ JADRANKA | VSS | 27.2.1980. | 13.9.1992. | sporazumnoi raskid |
| 54. | MIĆEVIĆ NEBOJŠA | SSS | 15.9.1977. | 31.12.2017. | mirovina |
| 55. | MIHAJLOVIĆ DOMAGOJ | VSS | 1.2.2005. | | |
| 56. | MIHOČEVIĆ VESNA | SSS | 1.8.1980. | | |
| 57. | MIKIĆ BRANKA | VSS | 15.4.1984. | 21.5.1998. | mirovina |
| 58. | MIKUŠ JURKOVIĆ PETRA | VSS | 1.2.2012. | | |
| 59. | NIMACIRENA | VSS | 1.3.2017. | | |
| 60. | ODAK PLENKOVIĆ IRIS | VSS | 22.5.2014. | | |
| 61. | OSTROGOVIĆ MIHAJLO | SSS | 8.1.1981. | | sporazumnoi raskid |
| 62. | PANDŽIĆ KREŠO | dr. sc. | 1.7.1983. | | |
| 63. | PANEŽIĆ SUZANA | VSS | 1.1.2017. | | |
| 64. | PANJKRET SNJEŽANA | VSS | 1.10.1994. | | |
| 65. | PAPIŠTA DANKO | VSS | 15.10.1975. | 18.4.1976. | sporazumnoi raskid |
| 66. | PASECKY MLAĐEN | SSS | 1.2.1980. | 30.12.2015. | mirovina |
| 67. | PATARČIĆ MIRTA | mr. sc. | 9.4.2001. | 30.4.2015. | sporazumnoi raskid |

| Rbr. | Prezime i ime | Stručna spremna / akad. stupanj | Datum početka rada u DHMZ-u | Datum prestanka rada u DHMZ-u | Razlog |
|------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------|
| 68. | PERČEC TADIĆ MELITA | mr. sc. | 15.3.2003. | | |
| 69. | PEZELJ DAMIR | SSS | 1.11.1980. | | |
| 70. | PLEŠKO NADA | dr. sc. | 1.9.1956. | 30.12.1994. | mirovina |
| 71. | POČAKAL DAMIR | dr. sc. | 24.4.1984. | 31.12.2017. | mirovina |
| 72. | POJE DRAŽEN | dr. sc. | 1.7.1952. | 30.6.1989. | mirovina |
| 73. | POŠTIĆ MILAN | SSS | 3.10.1962. | 27.5.1991. | mirovina |
| 74. | PREMЕC KRUNOSLAV | VSS | 1.3.1999. | 16.11.2016. | sporazumnoi raskid |
| 75. | PRPA NIKOLA | SSS | 1.6.1969. | 31.5.1980. | sporazumnoi raskid |
| 76. | RUKAVINA MARIJAN | SSS | 16.2.1977. | 31.12.2015. | mirovina |
| 77. | SOKOL JURKOVIĆ RENATA | VSS | 22.3.2010. | | |
| 78. | SRNEC LIDIJA | mr. sc. | 11.3.1997. | | |
| 79. | STANEŠIĆ ANTONIO | VSS | 2.1.2007. | | |
| 80. | STIPERSKI IVANA | dr. sc. | 6.9.2004. | 17.7.2012. | sporazumnoi raskid |
| 81. | STOJANOVIĆ VELJKO | SSS | 12.3.1953. | 31.8.1985. | mirovina |
| 82. | STOJSAVLJEVIĆ MARA | SSS | 1.7.1977. | 31.5.1980. | sporazumnoi raskid |
| 83. | STOPNIŠEK DARINKA | SSS | 1.10.1960. | 31.12.1999. | mirovina |
| 84. | ŠINIK NADEŽDA | dr. sc. | 1.10.1956. | 15.4.1986. | sporazumnoi raskid |
| 85. | ŠMALCELJ KATARINA | VSS | 26.6.2007. | 11.9.2011. | sporazumnoi raskid |

| Rbr. | Prezime i ime | Stručna sprema / akad. stupanj | Datum početka rada u DHMZ-u | Datum prestanka rada u DHMZ-u | Razlog |
|------|------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 86. | ŠPOLER ČANIĆ KORNELIJA | mr. sc. | 1.11.2013. | | |
| 87. | ŠTEFIČEK VESNA | SSS | 15.12.1982. | 4.11.2010. | invalid. mirovina |
| 88. | TUDOR MARTINA | mr. sc. | 29.2.2000. | | |
| 89. | VIDIČ SONJA | VSS | 21.4.1980. | | |
| 90. | VIHER MLADEN | VSS | 1.10.1994. | 31.8.1996. | sporazumno raskid |
| 91. | VINŠER TOMISLAV | VSS | 1.9.1982. | 4.11.1988. | sporazumno raskid |
| 92. | VLAHOVIĆ MIROSLAV | VSS | 10.5.1984. | 17.6.1985. | sporazumno raskid |
| 93. | VRAŽIĆ BORIS | SSS | 14.3.1967. | 30.12.2007. | mirovina |
| 94. | VUČETIĆ MARKO | VSS | 20.4.1984. | | |
| 95. | VUČETIĆ VIŠNJICA | dr. sc. | 20.4.1982. | | |
| 96. | VUKOVIĆ IVO | VSS | 21.10.1968. | 30.12.2006. | mirovina |
| 97. | ZAGORAC ZDENKO | SSS | 1.8.1970. | 28.2.1997. | mirovina |
| 98. | ZDELAREC VIŠNJICA | SSS | 1.3.1980. | | |
| 99. | ŽIBRAT ZVONKO | VSS | 1.8.1981. | 29.2.2016. | mirovina |

Izvor: Registar zaposlenika DHMZ-a

Prilog 2.

**POPIS ZAPOSLENIKA CENTRA ZA METEOROLOŠKA ISTRAŽIVANJA / SEKTORA ZA METEOROLOŠKA
ISTRAŽIVANJA I RAZVOJ KOJI SU SE BAVILI ZNANSTVENO-ISTRAŽIVAČKIM RADOM**

(stanje 31.12.2017.)

| Rbr. | Prezime i ime | Matični broj | Stručna spreme / akad. stupanj | Datum početka rada u DHMZ-u | Datum prestanka rada u DHMZ-u | Razlog |
|------|--------------------------|--------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1. | BAJIĆ ALICA | 95224 | dr. sc. | 22.12.1980. | | |
| 2. | BAŠIĆ ŽELJKO | | VSS | 19.1.1981. | 31.10.1985. | sporazumno raskid |
| 3. | BRANKOVIĆ ČEDOMIR | 76686 | dr. sc. | 1.12.1976. | 31.12.2014. | mirovina |
| 4. | BRZOVIĆ NEDJELJKA | 900740 | dr. sc. | 1.7.1994. | 13.4.2000. | sporazumno raskid |
| 5. | CINDRIĆ KALIN KSENIJA | 324814 | mr. sc. | 6.12.2004. | | |
| 6. | CIVIDINI BRANKO | 112085 | VSS | 1.3.1982. | 5.5.2017. | umro |
| 7. | CVITAN LIDIJA | 11480 | mr. sc. | 15.4.1984. | | |
| 8. | ČAVLINA TOMAŠEVIĆ IVANA | | VSS | 1.12.2014. | | |
| 9. | ĐURIČIĆ VESNA | 84345 | VSS | 1.2.1982. | | |
| 10. | FERINA JELENA | | VSS | 1.12.2014. | | |
| 11. | GAĆESA-ZANINOVIC KSENIJA | 79375 | dr. sc. | 1.7.1979. | | |
| 12. | GAJIĆ-ČAPKA MARJANA | 7766 | dr. sc. | 1.5.1974. | 31.12.2014. | mirovina |
| 13. | GLASNOVIĆ DRAŽEN | 13502 | mr. sc. | 13.7.1976. | 19.10.2003. | umro |

| Rbr. | Prezime i ime | Matični broj | Stručna sprema / akad. stupanj | Datum početka rada u DHMZ-u | Datum prestanka rada u DHMZ-u | Razlog |
|------|-----------------------|--------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 14. | GRČIĆ MARINA | 195940 | mr. sc. | 20.4.1982. | 31.8.1986. | sporazumno raskid |
| 15. | GÜTTLER IVAN | 312596 | dr. sc. | 1.3.2009. | | |
| 16. | HORVATH KRISTIAN | 273211 | doc. dr. sc. | 1.9.2004. | | |
| 17. | HRABAK-TUMPA GORDANA | 16474 | VSS | 1.7.1969. | 30.6.2009. | mirovina |
| 18. | HRASTINSKI MARIO | | VSS | 22.5.2014. | | |
| 19. | IVANČAN-PICEK BRANKA | 17012 | dr. sc. | 10.12.1979. | | |
| 20. | IVATEK-ŠAHĐAN STJEPAN | 300815 | mr. sc. | 20.7.1998. | | |
| 21. | IVUŠIĆ SARAH | | VSS | 16.1.2017. | | |
| 22. | JERIĆEVIĆ AMELA | 273176 | dr. sc. | 17.9.2001. | 13.10.2013. | sporazumno raskid |
| 23. | JURČEC VESNA | 19220 | dr. sc. | 1.9.1952. | 2.6.1992. | mirovina |
| 24. | KATUŠIN ZVONIMIR | | VSS | 16.3.1970. | 31.12.2010. | mirovina |
| 25. | KAUČIĆ DRAŽEN | 119583 | mr. sc. | 1.4.1980. | 31.12.2017. | mirovina |
| 26. | KORAČIN DARKO | 79364 | dr. sc. | 17.3.1980. | 31.5.1987. | specijalizacija |
| 27. | KOVAČIĆ TOMISLAV | 108840 | VSS | 1.5.1988. | | |
| 28. | KRALJEVIĆ LUKŠA | | VSS | 1.12.2003. | | sporazumno raskid |
| 29. | LONČAR EDITA | 26304 | mr. sc. | 10.9.1955. | 30.12.1994. | mirovina |
| 30. | LONČAR ŽELJKO | | VSS | 28.12.1990. | | |
| 31. | MARINOVIC IVANA | | VSS | 1.12.2017. | | |

| Rbr. | Prezime i ime | Matični broj | Stručna sprema / akad. stupanj | Datum početka rada u DHMZ-u | Datum prestanka rada u DHMZ-u | Razlog |
|------|-----------------------|--------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 32. | MARUŠIĆ JADRANKA | 17082 | VSS | 27.2.1980. | 13.9.1992. | sporazumno raskid |
| 33. | MIHAJLOVIĆ DOMAGOJ | | VSS | 1.2.2005. | | |
| 34. | MIKIĆ BRANKA | 13980 | VSS | 15.4.1984. | 21.5.1998. | mirovina |
| 35. | NIMAC IRENA | | VSS | 1.3.2017. | | |
| 36. | ODAK PLENKOVIĆ IRIS | | VSS | 22.5.2014. | | |
| 37. | PANDŽIĆ KREŠO | 95235 | doc. dr. sc. | 1.7.1983. | | |
| 38. | PANEŽIĆ SUZANA | | VSS | 1.1.2017. | | |
| 39. | PAPIŠTA DANKO | | VSS | 15.10.1975. | 18.4.1976. | sporazumno raskid |
| 40. | PATARČIĆ MIRTA | 324803 | mr. sc. | 9.4.2001. | 30.4.2015. | sporazumno raskid |
| 41. | PERČEC TADIĆ MELITA | 324825 | mr. sc. | 15.3.2003. | | |
| 42. | PLEŠKO NADA | 37635 | dr. sc. | 1.9.1956. | 30.12.1994. | mirovina |
| 43. | POČAKAL DAMIR | 311402 | dr. sc. | 24.4.1984. | | |
| 44. | POJE DRAŽEN | 37784 | dr. sc. | 1.7.1952. | 30.6.1989. | mirovina |
| 45. | PREMEC KRUNOSLAV | | VSS | 1.3.1999. | 16.11.2016. | sporazumno raskid |
| 46. | SOKOL JURKOVIĆ RENATA | | VSS | 22.3.2010. | | |
| 47. | SRNEC LIDIJA | 321706 | mr. sc. | 11.3.1997. | | |
| 48. | STANEŠIĆ ANTONIO | | VSS | 2.1.2007. | | |
| 49. | STIPERSKI IVANA | 273191 | dr. sc. | 6.9.2004. | 17.7.2012. | sporazumno raskid |

| Rbr. | Prezime i ime | Matični broj | Stručna spremam / akad. stupanj | Datum početka rada u DHMZ-u | Datum prestanka rada u DHMZ-u | Razlog |
|------|------------------------|--------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 50. | ŠINIK NADEŽDA | 47015 | dr. sc. | 1.10.1956. | 15.4.1986. | sporazumno raskid |
| 51. | ŠMALCELJ KATARINA | | VSS | 26.6.2007. | 11.9.2011. | sporazumno raskid |
| 52. | ŠPOLER ČANIĆ KORNELIJA | 273180 | mr. sc. | 1.11.2013. | | |
| 53. | TUDOR MARTINA | 300826 | mr. sc. | 29.2.2000. | | |
| 54. | VIDIĆ SONJA | 17396 | VSS | 21.4.1980. | | |
| 55. | VIHER MLADEN | 254423 | dr. sc. | 1.10.1994. | 31.8.1996. | sporazumno raskid |
| 56. | VUČETIĆ MARKO | 191063 | VSS | 20.4.1984. | | |
| 57. | VUČETIĆ VIŠNJICA | 111321 | dr. sc. | 20.4.1982. | | |
| 58. | VUKOVIĆ IVO | | VSS | 21.10.1968. | 30.12.2006. | mirovina |
| 59. | ŽIBRAT ZVONKO | 80850 | VSS | 1.8.1981. | 29.2.2016. | mirovina |

Izvor: Upisnik znanstvenika Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta; Bibliografija zaposlenika DHMZ-a u razdoblju 1947.–2006., gledalo se razdoblje 1976.–2006.

Kriterij: Dodijeljen matični broj (do 1995. godine i s visokom spremom, a od 1995. godine samo magistri i doktori znanosti te do 2017. znanstveni novaci (doktorandi)); izrađen magistarski ili doktorski rad; rad publiciran u stručnim i znanstvenim časopisima i/ili prikazan na domaćim i međunarodnim skupovima (autor ili koautor).

Prilog 3.

**POPIS ZAPOSLENIKA DHMZ-A KOJI SU SE BAVILI ZNANSTVENO-ISTRAŽIVAČKIM RADOM U DRUGIM
ORGANIZACIJSKIM JEDINICAMA DHMZ-A**

(stanje 31.12.2017.)

| Rbr. | Prezime i ime | Matični broj | Akadem. stupanj | Organizacijska jedinica | Datum početka rada u DHMZ-u | Datum prestanka rada u DHMZ-u | Razlog |
|------|-------------------|--------------|-----------------|---|-----------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 1. | ABDULAJ ROBERTA | 222780 | mr. sc. | Sektor za hidrologiju | 7.5.2004. | | |
| 2. | BERBIĆ JADRAN | | dr. sc. | Sektor za hidrologiju | 1.2.2017. | | |
| 3. | BLAŠKOVIĆ VESNA | 4004 | mr. sc. | Sektor za hidrologiju | 1.6.1976. | 31.12.2007. | mirovina |
| 4. | BOLANČA ZDENKA | 4392 | mr. sc. | Sektor za hidrologiju | 1.6.1970. | 30.9.1980. | sporazumno raskid |
| 5. | BOROVEČKI DUNJA | | VSS | Kemijski laboratorij (sada Sektor za kvalitetu zraka) | 1.5.1972. | 28.2.2013. | mirovina |
| 6. | BOŠNJAK TOMISLAVA | | VSS | Sektor za hidrologiju | 6.7.1992. | | |
| 7. | BRATANIĆ ANDRIJA | | VSS | Sektor za motrenje vremena i klime | 1.12.1973. | 30.12.1998. | mirovina |
| 8. | BRITVIĆ SANDA | 201920 | VSS | Sektor za motrenje vremena i klime | 9.7.1990. | | |
| 9. | BUŠURELO ŽELJKA | 97941 | VSS | Samostalna služba za informatiku | 1.2.1981. | 3.5.1993. | sporazumno raskid |
| 10. | CAPAR MILJENKO | 59621 | VSS | Agrometeorološki sektor | 1.5.1975. | 31.3.1989. | sporazumno raskid |
| 11. | CINDRIĆ ŽELJKO | | VSS | Agrometeorološki sektor | 1.1.1961. | 31.8.1990. | mirovina |

| Rbr. | Prezime i ime | Matični broj | Akadem. stupanj | Organizacijska jedinica | Datum početka rada u DHMZ-u | Datum prestanka rada u DHMZ-u | Razlog |
|------|-----------------------|--------------|-----------------|--|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 12. | ČAČIĆ IVAN | 91931 | mr. sc. | Obrana od tuče / Sektor za vremenske analize i prognoze / ravnatelj | 24.9.1979. | 13.4.2017. | mirovina |
| 13. | ČAPKA BORIVOJ | 7755 | mr. sc. | Sektor za vremenske analize i prognoze | 3.1.1974. | 31.12.2012. | mirovina |
| 14. | DIMITROV TOMISLAV | | VSS | Agrometeorološki sektor | 1.8.1981. | 31.12.1994. | mirovina |
| 15. | DRAGOJLOVIĆ DRAGOSLAV | | mr. sc. | Sektor za vremenske analize i prognoze | 1.8.1997. | | |
| 16. | DVORNIK ANTE | | VSS | Meteorološki laboratorij (sada Samostalna služba za umjerni laboratorij) | 18.7.1977. | 16.7.2002. | umro |
| 17. | GALEKOVIĆ GORDANA | 203626 | VSS | Sektor za motrenje vremena i klime | 1.10.1994. | 14.3.1997. | sporazumno raskid |
| 18. | GELO BRANKO | 73290 | dr. sc. | Obrana od tuče / Sektor za vremenske analize i prognoze / ravnatelj | 1.4.1968. 1.1.1990. | 31.12.1978. 15.2.2008. | sporazumno raskid mirovina |
| 19. | GLIHA ZLATICA | | VSS | Kemijski laboratorij (sada Sektor za kvalitetu zraka) | 5.5.1986. | 30.4.2018. | mirovina |
| 20. | GRGAS TADIJA | 58653 | VSS | Sektor za hidrologiju | 5.4.1972. | 31.12.2010. | mirovina |
| 21. | HODŽIĆ MILAN | 73501 | dr. sc. | Pomorski meteorološki centar | 1.2.1977. | 31.12.2013. | mirovina |
| 22. | JUNG VIDA | 19130 | mr. sc. | Kemijski laboratorij (sada Sektor za kvalitetu zraka) | 1.12.1969. | 5.7.1996. | mirovina |

| Rbr. | Prezime i ime | Matični broj | Akadem. stupanj | Organizacijska jedinica | Datum početka rada u DHMZ-u | Datum prestanka rada u DHMZ-u | Razlog |
|------|-------------------|--------------|-----------------|--|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 23. | JURAS JOSIP | 92026 | dr. sc. | Sektor za vremenske analize i prognoze | 1.9.1962. | 30.9.1973. | sporazumno raskid |
| 24. | JURAS VJERA | 63491 | VSS | Sektor za motrenje vremena i klime | 26.12.1960. | 30.12.1993. | mirovina |
| 25. | KALIN LOVRO | | VSS | Sektor za vremenske analize i prognoze | 10.4.2001. | | |
| 26. | KIRIGIN JERKO | | VSS | Sektor za motrenje vremena i klime | 16.11.1971. | 19.7.2008. | umro |
| 27. | KISEGI MIHOVIL | 20985 | mr. sc. | Sektor za vremenske analize i prognoze | 1.6.1963. | 14.8.1999. | mirovina |
| 28. | KOSANOVIĆ CLEO | 180432 | dr. sc. | Sektor za kvalitetu zraka | 19.4.2011. | | |
| 29. | LAKOŠ STIPE | 86235 | dr. sc. | Pomorski meteorološki centar | 1.1.1989. | 30.4.1996. | mirovina |
| 30. | LEPRI PETRA | | VSS | Samostalna služba za umjerni laboratorij | 1.2.2010. | | |
| 31. | LIKSO TANJA | 282154 | dr. sc. | Sektor za vremenske analize i prognoze | 16.6.1997. | | |
| 32. | LIPOVŠČAK BOJAN | 76631 | dr. sc. | Obrana od tuče / kabinet ravnatelja | 1.9.1974. 23.6.2005. | 31.10.1988. 31.12.2014. | sporazumno raskid mirovina |
| 33. | LUKŠIĆ IVAN | | VSS | Sektor za motrenje vremena i klime | 1.7.1968. | 19.5.2000. | mirovina |
| 34. | MATJAČIĆ BLAŽENKA | 309900 | mr. sc. | Samostalna služba za informatiku | 17.12.1997. | | |

| Rbr. | Prezime i ime | Matični broj | Akadem. stupanj | Organizacijska jedinica | Datum početka rada u DHMZ-u | Datum prestanka rada u DHMZ-u | Razlog |
|------|----------------------|--------------|-----------------|---|-----------------------------|-------------------------------|---------------------|
| 35. | MIHOVILIĆ IVANČICA | 183200 | mr. sc. | Kemijski laboratorij / biblioteka | 11.2.1987. | | |
| 36. | MIKUŠ JURKOVIĆ PETRA | 336461 | dr. sc. | Sektor za vremenske analize i prognoze | 1.2.2012. | | |
| 37. | MILETA MARINA | | VSS | Sektor za motrenje vremena i klime | 15.10.1977. | 30.12.2009. | mirovina |
| 38. | MILKOVIĆ JANJA | 31636 | mr. sc. | Sektor za motrenje vremena i klime | 2.6.1975. | 31.12.2014. | mirovina |
| 39. | MINČIR ŽELIMIR | 31805 | VSS | Sektor za hidrologiju | 1.7.1969. | 15.3.1991. | invalidska mirovina |
| 40. | MOKORIĆ MARIJA | 147211 | VSS | Sektor za vremenske analize i prognoze | 6.5.1986. | | |
| 41. | OSKORUŠ DIJANA | 355743 | dr. sc. | Sektor za hidrologiju | 1.3.1980. | | |
| 42. | PERČINIĆ OLEG | 80973 | mr. sc. | Samostalna služba za informatiku | 16.11.1992. | 31.12.2016. | mirovina |
| 43. | PLAČKO-VRŠNAK DUNJA | | VSS | Sektor za vremenske analize i prognoze | 1.3.2003. | | |
| 44. | RAČKI RANKA | 39494 | dr. sc. | Kemijski laboratorij (sada Sektor za kvalitetu zraka) | 22.11.1971. | 30.11.1989. | sporazumno raskid |
| 45. | RASOL DUBRAVKA | | VSS | Sektor za motrenje vremena i klime | 31.1.2002. | | |
| 46. | REBAC ZORAN | 191052 | VSS | Sektor za vremenske analize i prognoze | 5.4.1982. | 1.4.1994. | sporazumno raskid |
| 47. | RENKO TANJA | | VSS | Sektor za vremenske analize i prognoze | 1.1.2005. | | |

| Rbr. | Prezime i ime | Matični broj | Akadem. stupanj | Organizacijska jedinica | Datum početka rada u DHMZ-u | Datum prestanka rada u DHMZ-u | Razlog |
|------|-------------------------------|--------------|-----------------|---|-----------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 48. | SAMOŠĆANEC DAVOR | 201931 | VSS | Sektor za vremenske analize i prognoze | 1.9.1987. | | |
| 49. | SAVIĆ-VUKOVIĆ MILICA | 53925 | mr. sc. | Kemijski laboratorij (sada Sektor za kvalitetu zraka) | 1.3.1973. | 31.12.2005. | mirovina |
| 50. | SIJERKOVIĆ MILAN | 43092 | mr. sc. | Sektor za vremenske analize i prognoze | 1.9.1963. | 15.10.2000. | mirovina |
| 51. | SKORIN-KAPOV DARKO | 81480 | mr. sc. | Sektor za hidrologiju | 1.1.1981. | 14.8.1984. | sporazumno raskid |
| 52. | SREBRENOVIĆ (CESAREC) KSENIJA | 64306 | mr. sc. | Sektor za hidrologiju | 1.4.1970. | 31.12.2010. | mirovina |
| 53. | STRELEC MAHOVIĆ NATAŠA | 204866 | dr. sc. | Sektor za vremenske analize i prognoze / ravnateljica | 30.3.1995. | | |
| 54. | ŠOJAT VIŠNJA | 70972 | mr. sc. | Kemijski laboratorij (sada Sektor za kvalitetu zraka) | 3.1.1974. | 31.12.2010. | mirovina |
| 55. | TADIN MARIJAN | 269220 | dr. sc. | Pomorski meteorološki centar | 29.12.1997. | | |
| 56. | TEREK BORIVOJ | 181714 | VSS | Sektor za hidrologiju | 1.9.2003. | | |
| 57. | TRNINIĆ DUŠAN | 65763 | dr. sc. | Sektor za hidrologiju | 16.8.1973. | 31.12.2011. | mirovina |
| 58. | TROŠIĆ LESAR TANJA | 292844 | dr. sc. | Sektor za motrenje vremena i klime | 26.6.2007. | | |
| 59. | TROŠIĆ ŽIVKO | 148155 | mr. sc. | Pomorski meteorološki centar | 9.9.1991. | 31.12.2002. | sporazumno raskid |
| 60. | TUTIŠ VLASTA | 91433 | dr. sc. | Sektor za vremenske analize i prognoze | 15.2.1982. | | |

| Rbr. | Prezime i ime | Matični broj | Akadem. stupanj | Organizacijska jedinica | Datum početka rada u DHMZ-u | Datum prestanka rada u DHMZ-u | Razlog |
|------|------------------|--------------|-----------------|---|-----------------------------|-------------------------------|----------|
| 61. | VISKOVIĆ SMILJAN | 212106 | mr. sc. | Pomorski meteorološki centar | 21.9.1987. | 31.12.2011. | mirovina |
| 62. | VRHOVAC ANTE | | VSS | Kemijski laboratorij (sada Sektor za kvalitetu zraka) | 1.2.1980. | 28.2.1994. | mirovina |
| 63. | VUJNOVIĆ TATJANA | 282880 | dr. sc. | Sektor za hidrologiju | 10.2.2014. | | |
| 64. | ŽAJA DRAGO | 209625 | mr. sc. | Pomorski meteorološki centar | 21.8.1991. | | |

Izvor: Upisnik znanstvenika Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta; Bibliografija zaposlenika DHMZ-a u razdoblju 1947.–2006., gledalo se razdoblje 1976.–2006.

Kriterij: Dodijeljen matični broj (do 1995. godine i s visokom spremom, a od 1995. godine samo magistri i doktori znanosti te do 2017. znanstveni novaci (doktorandi)); izrađen magistarski ili doktorski rad; rad publiciran u stručnim i znanstvenim časopisima i/ili prikazan na domaćim i međunarodnim skupovima (autor ili koautor).

Prilog 4.

POPIS MAGISTARSKIH RADOVA I DOKTORSKIH DIZERTACIJA IZRAĐENIH TIJEKOM RADA ZNANSTVENIKA U DHMZ-U

1960.

Jurčec, Vesna. **Surface pressure prediction by means of statistics and vorticity principle:** M. Sc. Thesis. Massachusetts, 1960. 51 pp
(Massachusetts Institute of Technology, Department of Technology)

1963.

Labović, Nadežda. **Upotreba harmoničke analize u prognozi vremena:** magistarski rad. Zagreb, 1963. 104 str.
(Prirodoslovno-matematički fakultet)

Lončar, Edita. **Utjecaj mlazne struje na vremenske prilike u SR Hrvatskoj:** magistarski rad. Zagreb, 1963. 97 str.
(Prirodoslovno-matematički fakultet)

1964.

Jurčec, Vesna. **Nongeostrophic vertical motion and energy transformation:** PhD. Thesis. Los Angeles, 1964. 120 pp
(University of California, Department of Meteorology)

1965.

Poje, Dražen. **Glavni tipovi vremena u Jugoslaviji i njihova ovisnost o visinskim strujanjima:** doktorska disertacija. Zagreb, 1965. 215 str.
(Prirodoslovno-matematički fakultet)

1975.

Juras, Josip. **Predviđanje vremena na kratak rok primjenom uvjetnih vjerojatnosti:** magistarski rad. Zagreb, 1975. 71 str.
(Prirodoslovno-matematički fakultet)

1976.

Gelo, Branko. **Razvoj i gibanje konvektivnih oblaka u sjevernoj Hrvatskoj u razdoblju radarskih mjerena:** magistarski rad. Zagreb, 1976. 77 str.
(Prirodoslovno-matematički fakultet)

Kisegi, Mihovil. **Primjena metoda objektivne analize stanja atmosfere iznad južnih dijelova Evrope:** magistarski rad. Zagreb, 1976. 102 str.
(Prirodoslovno-matematički fakultet)

Pleško, Nada. **Razdioba maksimalnih godišnjih temperatura na području Hrvatske:** magistarski rad. Zagreb, 1976. 107 str.
(Prirodoslovno-matematički fakultet)

1977.

Bolanča, Zdenka. **Istraživanje sastava oborina na području Zagreba od 1973. do 1976. godine**: magistarski rad. Zagreb, 1977. 97 str.
(Prirodoslovno-matematički fakultet)

Sijerković, Milan. **Istraživanje lokalnih vjetrova u Hrvatskoj metodom mezoanalize**: magistarski rad. Zagreb, 1977. 93 str.
(Prirodoslovno-matematički fakultet)

1978.

Branković, Čedomir. **Utjecaj različitog vertikalnog razlaganja u modelu atmosfere na prognozu prizemnog tlaka i geopotencijala 500 mb plohe**: magistarski rad. Zagreb, 1978. 64 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Glasnović, Dražen. **Objektivna analiza vertikalnih presjeka**: magistarski rad. Zagreb, 1978. 48 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Lipovšćak, Bojan. **Usporedba nekoliko metoda za izračunavanje sile gradijenta tlaka u sigma koordinatnom sustavu**: magistarski rad. Zagreb, 1978. 49 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Smirčić, Ante. **Prilog poznavanju površinskih valova u Jadranskom moru**: magistarski rad. Zagreb, 1978. 106 str.
(Prirodoslovno-matematički fakultet)

1979.

Savić, Milica. **Dinamika onečišćenja i samoonečišćenja rijeke Save na dionici Jesenice/D. Ščitarjevo**: magistarski rad. Zagreb, 1979. 158 str.
(Prirodoslovno-matematički fakultet)

Srebrenović, Ksenija. **Režim Dunava i njegove reperkusije na probleme odvodnje područja Vuke**: magistarski rad. Zagreb, 1979. 57 str.
(Geodetski fakultet)

Šinik, Nadežda. **Varijacije zagrebačke klime**: doktorska disertacija. Zagreb, 1979. 104 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

1980.

Čapka, Borivoj. **Izentropska analiza ciklogeneze u zavjetrini Alpa**: magistarski rad. Zagreb, 1980. 85 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Hodžić, Milan. **Dinamičke karakteristike atmosfere iznad Sredozemlja i Jadrana za vrijeme pojave kratkoperiodičnih oscilacija mora u zaljevu Vele Luke**: magistarski rad. Zagreb, 1980. 118 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Šojat, Višnja. **Ispitivanje cementne prašine u zraku i prijedlozi za njeno smanjenje**: magistarski rad. Zagreb, 1980. 150 str.
(Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije)

1981.

Jung, Vida. **Utjecaj deponija krutog otpada na kvalitetu voda na primjeru Jakuševca:** magistarski rad. Zagreb, 1981. 52 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

1982.

Gajić-Čapka, Marjana. **Prilog poznavanju uzroka ljetnog oborinskog maksimuma u Hrvatskoj:** magistarski rad. Zagreb, 1982. 109 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Milković, Janja. **Statističke metode proučavanja meteoroloških polja u svrhu racionalizacije mreže stanica:** magistarski rad. Zagreb, 1982. 85 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Pandžić, Krešo. **Linearni parametarski modeli stohastičkih procesa i mogućnost njihove primjene u meteorologiji:** magistarski rad. Zagreb, 1982. 126 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

1983.

Koračin, Darko. **Višeminutne oscilacije brzine bure u Kvarneru:** magistarski rad. Zagreb, 1983. 76 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Skorin-Kapov, Darko. **Računska grafika kao sredstvo u modeliranju procesa otjecanja riječnih slivova:** magistarski rad. Zagreb, 1983. 130 str. (Postdiplomski studij informacijskih znanosti)

Trošić, Živko. **Statistička obilježja juga na Jadranu:** magistarski rad. Zagreb, 1983. 112 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

1984.

Bajić, Alica. **Zimski prodori hladnog zraka preko Zagreba:** magistarski rad. Zagreb, 1982. 125 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Čačić, Ivan. **Termodynamički uvjeti gibanja i razvoja Cumulonimbus oblaka nad područjem Medvednice:** magistarski rad. Zagreb, 1984. 116 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

1985.

Žaja, Drago. **Vjetrovni valovi u području otoka Palagruža:** magistarski rad. Zagreb, 1985. 122 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

1986.

Hodžić, Milan. **Dugi težinski valovi uzrokovani ciklonama i slobodne zaljevske oscilacije na Jadranu:** doktorska disertacija. Beograd, 1986. 128 str. (Prirodno-matematički fakultet)

Lipovšćak, Bojan. **Identifikacija oblačnih sustava na temelju numeričkih satelitskih podataka**: doktorska disertacija. Zagreb, 1986. 148 str.
(Prirodoslovno-matematički fakultet)

Pleško, Nada. **Fizikalne karakteristike atmosfere kontinentalnog dijela Hrvatske značajne za humanu biometeorologiju**:
doktorska disertacija. Zagreb, 1986. 169 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Tutiš, Vlasta. **Valovi u zavjetrini planine**: magisterski rad. Zagreb, 1986. 117 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

1987.

Gelo, Branko. **Mezometeorološki model za prognozu oborina u razvijenoj orografskoj pri pojedinim smjerovima vjetrova**:
doktorska disertacija. Ljubljana, 1987. 82 str. (Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, Fizika)

Ivančan-Picek, Branka. **Numerička simulacija planinskih valova dvodimenzionalnim nelinearnim modelom**: magisterski rad. Zagreb, 1987.
85 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

1989.

Branković, Čedomir. **Sistematske greške u determinističkim dugoročnim prognozama vremena**: doktorska disertacija. Zagreb, 1989. 111 str.
(Prirodoslovno-matematički fakultet)

Pandžić, Krešo. **Faktorska analiza lokalnih klimatskih polja unutar globalnog strujanja**: doktorska disertacija. Zagreb, 1989. 156 str.
(Prirodoslovno-matematički fakultet)

1990.

Grčić, Marina. **Dvoslojni skalarni model disperzije polutanata u urbanim uvjetima**: magisterski rad. Zagreb, 1990. 112 str.
(Prirodoslovno-matematički fakultet)

Mihovilić, Ivančica. **Komuniciranje u kriznoj situaciji na primjeru nesreće u Černobilu**: magisterski rad. Varaždin, 1990. 121 str.
(Fakultet organizacije i informatike)

1991.

Vučetić, Višnjica. **Bura na Jadranu i hidrauličko strujanje preko planine**: magisterski rad. Zagreb, 1991. 130 str.
(Prirodoslovno-matematički fakultet)

1992.

Kaučić, Dražen. **Temperatura tla u Hrvatskoj na golim površinama i pod vegetacijom**: magisterski rad. Zagreb, 1992. 72 str.
(Prirodoslovno-matematički fakultet)

Visković, Smiljan. **Olujna bura u Splitu**: magistarski rad. Zagreb, 1992. 94 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

1994.

Trninić, Dušan. **Metode proračuna malih voda u otvorenim vodotocima**: doktorska disertacija. Zagreb, 1994. 183 str. (Građevinski fakultet)

Zaninović, Ksenija. **Fizikalna osnova za bioklimatsku klasifikaciju Hrvatske**: magistarski rad. Zagreb, 1994. 80 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

1995.

Tutiš, Vlasta. **Razvoj olujnih procesa iznad nehomogene podloge**: doktorska disertacija. Zagreb, 1995. 117 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

1996.

Strelec, Nataša. **Statistička korelacija između satelitskih podataka i različitih meteoroloških parametara**: magistarski rad. Zagreb, 1996. 103 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

1997.

Brzović, Nedjeljka. **Numerička simulacija olujnih vjetrova u Hrvatskoj**: magistarski rad. Zagreb, 1997. 97 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

1998.

Ivančan-Picek, Branka. **Generiranje atmosferskih vrtloga nad područjem Jadrana**: doktorska disertacija. Zagreb, 1998. 138 str. (Prirodoslovno matematički fakultet)

2000.

Gajić-Čapka, Marjana. **Metode klimatološke analize kratkotrajnih oborina velikog intenziteta**: doktorska disertacija. Zagreb, 2000. 131 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

2002.

Viher, Mladen. **Kombiniranje metode multispektralnog grupiranja i metode tekture pri klasifikaciji oblika snimljenih sa satelita**: magistarski rad. Zagreb. 2002. 191 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

2003.

Cvitanić, Lidija. **Lokalni jednodimenzionalni modeli brzine vjetra i njihova primjena na područje Molva**: magistarski rad. Zagreb, 2003. 134 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

2005.

Jeričević, Amela. **Atmosferski granični sloj urbanog područja**: magistarski rad. Zagreb, 2005. 63 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

2006.

Likso, Tanja. **Procjena temperature zraka na 5 cm iznad tla na opservatoriju Zagreb-Maksimir**: magistarski rad. Zagreb, 2005. 67 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

2007.

Ivatek-Šahdan, Stjepan. **Dinamička adaptacija mezoskalnim meteorološkim numeričkim modelom ALADIN**: magistarski rad. Zagreb, 2007. 51 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Trošić, Tanja. **Raspoloživa potencijalna energija dnevne obalne cirkulacije u Zadru**: magistarski rad. Zagreb. 2007, 53 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Tudor, Martina. **Numeričke nestabilnosti fizikalnih parametrizacija u prognostičkom modelu ALADIN**: magistarski rad. Zagreb, 57 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

2008.

Horvath, Kristian. **Dinamički procesi u gornjoj troposferi i zavjetrinska ciklogeneza u zapadnom Sredozemlju**: doktorska disertacija. Zagreb, 2008, 101 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Matjačić, Blaženka. **Modificirana metoda grupiranja ansambla prognoza Europskog centra za srednjoročne prognoze vremena (ECMWF)**: magistarski rad. Zagreb, 2008. 57 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Počakal, Damir. **Analiza pojave tuče u kontinentalnom dijelu Hrvatske**: magistarski rad. Zagreb, 2008, 54 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Špoler Čanić, Kornelija. **Kakvoća oborine u Hrvatskoj (1981.–2006.)**: magistarski rad. Zagreb, 2008, 45 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

2009.

Jeričević, Amela. **Parametrizacija vertikalne difuzije u atmosferskom kemijskom modelu**: doktorska disertacija. Zagreb, 2009, 143 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

2010.

Cindrić, Ksenija. **Prostorno-vremenska analiza sušnih razdoblja u Hrvatskoj**: magistarski rad. Zagreb, 2010. 98 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Patarčić, Mirta. **Dinamička prilagodba eksperimentalnih sezonskih prognoza ECMWF-a regionalnim klimatskim modelom:** magistarski rad. Zagreb, 2010, 63 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Perčec Tadić, Melita. **Objektivna analiza temperaturnih polja s prikazom u geografskom informacijskom sustavu:** magistarski rad. Zagreb, 2010, 81 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Srnec, Lidija. **Usporedba sezonskih klimatskih varijacija u Hrvatskoj i temperaturnih anomalija u tropskom Pacifiku:** magistarski rad. Zagreb, 2010, 89 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Stiperski, Ivana. **Valna rezonancija i prizemno strujanje u zavjetrini kompleksne orografije:** doktorska disertacija. Zagreb, 2010, 134 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

2011.

Bajić, Alica. **Prostorna raspodjela očekivanih maksimalnih brzina vjetra na složenom terenu Hrvatske kao podloga za ocjenu opterećenja vjetrom:** doktorska disertacija. Zagreb, 2011. 109 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Strelec Mahović, Nataša. **Prepoznavanje konvektivnih oblaka, magle i niskih oblaka te lociranje šumskih požara multispektralnom analizom satelitskih slika:** doktorska disertacija. Zagreb, 2011, 113 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Vučetić, Višnjica. **Modeliranje utjecaja klimatskih promjena na prinose kukuruza u Hrvatskoj:** doktorska disertacija. Zagreb, 2011, 107 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Zaninović, Ksenija. **Utjecaj ekstremnih termičkih prilika na smrtnost u Hrvatskoj (Impact of extreme thermal conditions on mortality in Croatia):** doktorska disertacija. Zagreb, 2011, 139 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

2012.

Likso, Tanja. **Procjena brzine vjetra u suburbanom prizemnom sloju atmosfere:** doktorska disertacija. Zagreb, 2012, 98 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Počakal, Damir. **Energija zrna tuče u kontinentalnom dijelu Hrvatske:** doktorska disertacija. Zagreb, 2012, 106 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

Trošić, Tanja. **Geografski aspekt dnevne obalne cirkulacije zraka na izabranim postajama u Dalmaciji:** doktorska disertacija. 2012, 92 str. (Prirodoslovno-matematički fakultet)

2014.

Güttler, Ivan. **Sustavne pogreške u regionalnim klimatskim modelima u nižoj atmosferi**: doktorska disertacija. Zagreb, 2014, 109 str.
(Prirodoslovno-matematički fakultet)

2015.

Oskoruš, Dijana. **Doprinos analizi dinamike suspendiranog nanosa srednjeg toka rijeke Save**: doktorska disertacija. Zagreb, 2015, 158 str.
(Gradjevinski fakultet)

2017.

Mikuš Jurković, Petra. **Satelitske karakteristike i grmljavinska aktivnost intenzivnih konvektivnih oluja**: doktorska disertacija. Zagreb, 2017,
112 str. (Prirodoslovno matematički fakultet)

Berbić, Jadran. **Model upravljanja hidrotehničkim sustavima pomoću predviđanja nadziranim učenjem**: doktorska disertacija. Zagreb,
2017, 226 str. (Gradjevinski fakultet)

Prilog 5

POPIS SKUPOVA, RADIONICA I KONFERENCIJA ZA KOJE JE DHMZ BIO ORGANIZATOR ILI SUORGANIZATOR

DHMZ – organizator

The 18th International Conference on Alpine Meteorology (ICAM). Opatija, 25.–29.9.1984. (Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske).

Treće jugoslavensko savjetovanje o elementarnim atmosferskim nepogodama "Opasne pojave na moru". Split, 16.–18.12.1987. (Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske).

3rd RC LACE Council. Opatija, 23.4.1996.

RC LACE Scientific committee meeting. Opatija, 16.10.1996.

Radni skup/sastanak: **Provodenje konvencije o daljinskom prekograničnom prijenosu onečišćenja i EMEP programa u Hrvatskoj.** Zagreb, 12.–14.11.1997., u suradnji s Državnom upravom za zaštitu prirode i okoliša.

Znanstveni skup "Andrija Mohorovičić – 140 obljetnica rođenja". Zagreb, 10.–12.3.1998., u suradnji s Geofizičkim odsjekom Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, Hrvatskim meteorološkim društvom, Hrvatskim seismološkim društvom "Andrija Mohorovičić", Hrvatskim povjerenstvom za geodeziju i geofiziku i Hrvatskim društvom za potresno građevinarstvo.

Znanstveno-stručni kulturološki skup Kaštela. Kaštel Stari, 30.9.–3.10.1998., u suradnji s Institutom za oceanografiju i ribarstvo iz Splita, Državnim hidrografskim institutom iz Splita, Geofizičkim odsjekom Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, Hrvatskim meteorološkim društvom iz Zagreba i Splita i Maticom Hrvatske Kaštela.

Second EMEP/WMO Workshop on data analysis and interpretation. Dubrovnik, 4.–8.10.1999.
<http://www.eurasap.org/34/future2.html>

10th RC LACE Council. Zagreb, 25.9.2000.

150 godina meteoroloških motrenja u Hrvatskoj. Cavtat, 17.–20.4.2002., u suradnji s Hrvatskim meteorološkim društvom.

12th ALADIN Workshop. Medulin, 3.–6.6.2002.

Workshop EUMETSAT 2002: Workshop on the Use of satellite Data for Climate Applications. Zagreb, 27.–29.11.2002., u suradnji s EUMETSAT-om.

1st RC LACE Steering Committee meeting. Zagreb, 14.2.2003.

13. međunarodni festival vremenskih prognoza. Zagreb, 29.3.–2.4.2003., u suradnji s Hrvatskim meteorološkim društvom.

Sixth Meeting of the EMEP Task Force on Measurements and Modelling (TFMM). Zagreb, 4.–7.4.2005.

<http://www.nilu.no/projects/ccc/tfmm/index.html>, <http://fairmode.ew.eea.europa.eu/>

13th RC LACE Council. Dubrovnik, 17.4.2003.

CEI Nowcasting Workshop. Zagreb, 9.–11.2.2004., u suradnji s EUMETSAT-om.

MEDEX meeting (Cyclones that produce high impact weather in the Mediterranean). Dubrovnik, 11.–12.10.2004.

18th RC LACE Council. Split, 21.10.2004.

9th Assembly of ALADIN partners. Split, 21.–23.10.2004.

The 28th International Conference on Alpine Meteorology (ICAM) and The Annual Scientific Meeting of the Mesoscale Alpine programme (MAP). Zadar, 23.–27.5.2005. u suradnji s Geofizičkim zavodom Andrija Mohorovičić Prirodoslovno-matematičkog fakulteta iz Zagreba i Hrvatskim meteorološkim društvom te suorganizatorima: Mezoskalnim alpskim programom, Europskim meteorološkim društvom i Američkim meteorološkim društvom.

<http://www.map.meteoswiss.ch/map-doc/icam2005/>

2005 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference. Dubrovnik, 19.–23.9.2005., u suradnji sa EUMETSAT-om.

7th RC LACE Steering Committee meeting. Zagreb, 28.–29.9.2006.

European Weather Radar Network (OPERA) Workshop. Dubrovnik, 18.–20.10.2006., u suradnji sa Svjetskom meteorološkom organizacijom.

SRNWP Mini Workshop on Numerical Techniques. Zagreb, 5.–6.12.2006.

Workshop EUMETSAT 2006: Workshop on the Use of satellite Data for Climate Applications. Zagreb, 11.–15.12.2006., u suradnji sa EUMETSAT-om.

WMO Regional Workshop on Social and Economic Benefits of Meteorological and Related Services to Society. Zagreb, 5.–6.2.2007.

CSSI Meeting. Dubrovnik, 7.10.2007.

29th EWGLAM and 14th SRNWP Meetings. Dubrovnik, 8.–12.10.2007.

3rd ALADIN Local Team Managers meeting. Dubrovnik, 11.10.2007.

9th RC LACE Steering Committee meeting. Dubrovnik, 12.10.2007.

3rd Plenary Meeting EMEP4HR. Dubrovnik, 17.–19.10.2007.

WMO/UN-ISDR/WB/NMHS Sub-regional Meeting on the Feasibility Study in the South-Eastern Europe and the Sava River Project. Zagreb, 24.–25.10.2007., u suradnji sa Svjetskom meteorološkom organizacijom.

13. sastanak Savjeta pridruženih članica ECMWF-a. Zagreb, 26.10.2007., u suradnji s Europskim centrom za srednjoročne vremenske prognoze.

Workshop EUMETSAT 2007: Workshop on the Use of Satellite Data for Climate Applications. Zagreb, 5.–9.11.2007., u suradnji sa EUMETSAT-om.

ECOMET 25th General Assembly. Dubrovnik, 14.11.2007.

Preparatory Meeting for the SE Europe Regional Climate Outlook Forum (SEECOF-1). Zagreb, 13.5.2008., u suradnji sa Svjetskom meteorološkom organizacijom.

WMO First Session of Southeastern European Climate Outlook Forum (SEECOF-1). Zagreb, 11.–12.6.2008., u suradnji sa Svjetskom meteorološkom organizacijom.
<http://meteo.hr/SEECOF08/>

The 12th conference on “Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes (HARMO 12)”. Cavtat, 6.–9.10.2008.
<http://meteo.hr/harmo12/>, <http://www.harmo.org/conferences/Cavtat/12harmo.asp>

FAIRMODE Kick-off meeting on air quality modelling in Europe. Cavtat, 10.10.2008.
<http://www.harmo.org/conferences/Cavtat/12harmo.asp>

Workshop EUMETSAT 2008: 3rd Workshop on the Use of Satellite Data for Climate Applications. Zagreb, 3.–7.11.2008.;
u suradnji sa EUMETSAT-om i Njemačkom meteorološkom službom.

Technical Conference: WMO Integrated Global Observing Systems (TECO - WIGOS). Dubrovnik, 23.–24.3.2009.

14th Session of the WMO Commission for Basic Systems. Dubrovnik, 25.3.–2.4.2009., u suradnji sa Svjetskom meteorološkom organizacijom.

5th Plenary Meeting EMEP4HR (and PhD defence). Zagreb, 21.–24.9.2009.

Training Workshop on Multi-Hazard Early Warning Systems with Focus on Institutional Coordination and Cooperation.

Pula, 1.–3.10.2009., u suradnji sa Svjetskom meteorološkom organizacijom, Programom Ujedinjenih naroda za razvoj u Hrvatskoj i Europskom unijom.

http://www.wmo.int/pages/prog/drr/events/Pula/index_en.html

BRainstorming on Advanced Concepts on High Resolution modelling workshop (BRAC HR WS). Brač, 17.–20.5.2010.

National Policy Dialogue on Disaster Risk Reduction – Regional Programme on Disaster Risk Reduction in South Eastern Europe.

Zagreb, 7.–8.6.2010.

Disaster Management Workshop. Zagreb, 31.8.–2.9.2010.

6th HyMeX workshop. Primošten, 7.–10.5.2012.

<http://www.hymex.org/?page=workshops>

Workshop on Establishing WIS-DCPC / WIGOS Marine Meteorological Centre as a RA VI Sub-regional Facility for Adriatic Sea Area.

Zagreb, 17.–18.5.2012., u suradnji sa Svjetskom meteorološkom organizacijom.

<http://meteo.hr/DCPC/>

Hrvatsko-američka radionica o mezometeorologiji (Croatian – USA Workshop on Mesometeorology). Pisarovina, 18.–20.6.2012., u suradnji sa Školom za meteorologiju pri Sveučilištu Oklahoma i Geofizičkim odsjekom prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu.

http://meteo.hr/WS_2012/

1st meeting of IPA project “Building Disaster Resilience in Western Balkans and Turkey”. Zagreb, 30.–31.8.2012., u suradnji sa Svjetskom meteorološkom organizacijom i Uredom Ujedinjenih naroda za smanjenje rizika od katastrofa.

14th Meeting of the EMEP Task Force on Measurements and Modelling (TFMM). Zagreb, 6.–8.5.2013..

<http://www.nilu.no/projects/ccc/tfmm/index.html>

IPA projekt “Inovativna meteorološka podrška upravljanju energijom vjetra”. Zagreb, 18.6.2013.

Regional Training on NMHS's Quality Management System (QMS) in providing services in support of DRR. Pisarovina, 8.–10.7.2013., u suradnji sa Svjetskom meteorološkom organizacijom i Uredom Ujedinjenih naroda za smanjenje rizika od katastrofa.

Prva radionica projekta WILL4WIND. Zagreb, 9.7. 2013., u suradnji s Fakultetom za elektrotehniku i računarstvo iz Zagreba, Hrvatskim operatorom prijenosnog sustava, Energetskim institutom "Hrvoje Požar" i RP Global Projekti d.o.o.
www.will4wind.hr

The OPERA Expert team meeting. Zagreb, 4.–6.9.2013.

EU FP7 ÉCLAIRE 3rd General assembly and scientific conference. Zagreb, 21.–24.10.2013.,
<http://www.eclaire-fp7.eu/zagreb-home>

UNECE/CLRTAP: EMEP Task Force on Integrated Assessment Modelling: "Workshop on the valuation of damage to ecosystem services". Zagreb, 24.–25.10.2013.
http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/air/policy/past_meetings.html

Savjetodavni odbor za politike (PAC) Vijeća Europske organizacije za eksploataciju meteoroloških satelita (EUMETSAT). Zagreb, 3.4.2014., u suradnji s EUMETSAT-om.

Improvements of maritime safety services at Adriatic Sea. Split, 18.5.2014., u suradnji s Ministarstvom pomorstva, prometa i infrastrukture.

23rd RC LACE Steering Committee meeting. Zagreb, 22.–23.9.2014.

RC LACE Data Assimilation working days. Zagreb, 24.–26.9.2014.

Druga radionica projekta WILL4WIND. Primošten, 9.10.2014., u suradnji s Fakultetom za elektrotehniku i računarstvo iz Zagreba, Hrvatskim operatorom prijenosnog sustava, Energetskim institutom "Hrvoje Požar" i RP Global Projekti d.o.o.
www.will4wind.hr

Agrometeorološka radionica za poljoprivrednike "Vrijeme i klima" (WMO Roving seminar Weather, Climate and Farmers). Osijek, 5.12.2014., u suradnji s Hrvatskim agrometeorološkim društvom, Poljoprivrednim fakultetom u Osijeku, Savjetodavnim službom, Hrvatskim društvom za proučavanje obrade tla i Neformalnom savjetodavnom službom.
<http://www.hagmd.hr/seminarhr/index.html>, <http://www.en.hagmd.hr/seminaren/index.html>

UNECE/CLRTAP: 25th CCE Workshop and 31st Task Force Meeting of The International Cooperative Programme on Modelling and Mapping of Critical Levels and Loads and Air Pollution Effects, Risks and Trends (ICP M&M). Zagreb, 20.–23.4.2015.
http://icpmapping.org/Activities/Past_meetings/Croatia_2015

Završni interdisciplinarni skup IPA projekta WILL4WIND. Šibenik, 10.–11.6.2015., u suradnji s Fakultetom za elektrotehniku i računarstvo iz Zagreba, Hrvatskim operatorom prijenosnog sustava, Energetskim institutom "Hrvoje Požar" i RP Global Projekti d.o.o.
www.will4wind.hr

Training Workshop for National Meteorological and Hydrological Services (NMHSs) on Designing Socio-economic Benefits Studies of Meteorological/Hydrological Services and Products for Members in Regional association VI (Europe). Zagreb, 29.6.–3.7.2015., u suradnji sa Svjetskom meteorološkom organizacijom, Globalnim fondom za smanjenje katastrofa i oporavak i Američkom agencijom za međunarodni razvoj.

Skup **Hidrološko prognoziranje poplava.** Zagreb, 11.9.2015., u suradnji s Hrvatskim vodama.

42nd Session of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Dubrovnik, 5.–8.10.2015., u suradnji sa Svjetskom meteorološkom organizacijom i Programom za okoliš Ujedinjenih naroda.

GEWEX radionica o klimatskim sustavima Panonskog bazena – PannEx. Osijek, 9.–11.11.2015., u suradnji s GEWEX komisijom pri Svjetskoj meteorološkoj organizaciji, Poljoprivrednim fakultetom Sveučilišta u Osijeku i Geofizičkim odsjekom Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

http://meteo.hr/PANNEX_2015/

Follow Up Operations Workshop South East Europe Flash Flood Guidance System. Zagreb, 9.–13.5.2016., pod pokroviteljstvom Svjetske meteorološke organizacije.

FAIRMODE Technical Meeting on air quality modelling in Europe. Zagreb, 27.–29.6.2016.
http://meteo.hr/FAIRMODE_2016/, <http://fairmode.eea.europa.eu/>

Symposium "Causes and solutions for air pollution in the Danube Region". Zagreb, 30.6.2016.
http://meteo.hr/DANUBE_2016/

WIGOS Workshop for Regional Association VI with focus on Marine Meteorological and Oceanographic Observing Requirements. Split, 5.–7.9.2016., u suradnji sa Svjetskom meteorološkom organizacijom i Institutom za oceanografiju i ribarstvo iz Splita.
<https://sites.google.com/a/wmo.int/wigos-ra6-ocean/>

Regional Conference on South-East European Multi-Hazard Early Warning Systems. Zagreb, 5.–7.10.2016., u suradnji sa Svjetskom meteorološkom organizacijom i Američkom agencijom za međunarodni razvoj.

Operational Marine Surface Analysis using EUMETSAT's Copernicus Marine Data Stream – Croatia. Supetar, 10.–14.10.2016., u suradnji s JCOMM WIS/WIGOS Marine Meteorological Center for Adriatic Sea Area.

HIRLAM/ALADIN/LACE/SURFEX data assimilation workshop. Zagreb, 24.–26.10.2016.



Sudionici radionice "Training Workshop for National Meteorological and Hydrological Services (NMHSS) on Designing Socio-economic Benefits Studies of Meteorological/Hydrological Services and Products for Members in Regional association VI (Europe)", Zagreb, 29.6.2015. (iz arhive DHMZ-a).

Prvo nacionalno predstavljanje međunarodnog EU projekta DriDanube – Rizici od suše u Dunavskoj regiji i radionica za korisnike.
Zagreb, 2.6.2017.

11. EUMETNET-ova konferencija o meteorološkim podacima. Zagreb, 18.–2.10.2017., u suradnji s Hrvatskim državnim arhivom.

SEECOF-18/MedCOF-9/PRESANORD-11 Climate Outlook Forum. Zagreb, 20.–23.11.2017., u suradnji sa Svjetskom meteorološkom organizacijom.

DHMZ – suorganizator

Prvi hrvatski znanstveno-stručni skup "Zaštita zraka '97". Crikvenica, 16.–18.10.1997., organizatori: Hrvatsko udruženje za zaštitu zraka, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, DHMZ i Ekonerg.

Drugi hrvatski znanstveno-stručni skup "Zaštita zraka '99". Šibenik, 22.–25.9.1999., organizatori: Hrvatsko udruženje za zaštitu zraka, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, DHMZ, Ekonerg i Hrvatska udruga za promicanje skrbi o prostoru.

Treći hrvatski znanstveno-stručni skup "Zaštita zraka '01". Šibenik, 26.–29.9.2001., organizatori: Hrvatsko udruženje za zaštitu zraka, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, DHMZ i Ekonerg.

14. međunarodna konferencija Zaštita zraka procjena i politika na lokalnoj, regionalnoj i globalnoj skali. Dubrovnik, 6.–10.10.2003., organizatori: Hrvatsko društvo za zaštitu zraka i Međunarodno društvo za sprečavanje onečišćenja zraka udruga za zaštitu okoliša; suorganizatori: Europski savez društava za čistu zrak i zaštitu okoliša, Institut za medicinska istraživanja, DHMZ i Ekonerg.

Četvrti hrvatski znanstveno-stručni skup "Zaštita zraka '05". Zadar, 12.–16.9.2005., organizatori: Hrvatsko udruženje za zaštitu zraka, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, DHMZ i Ekonerg Holding.

Peti hrvatski znanstveno-stručni skup "Zaštita zraka '07". Zadar, 9.–13.10.2007., organizatori: Hrvatsko udruženje za zaštitu zraka, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, DHMZ i Ekonerg.

Šesti hrvatski znanstveno-stručni skup "Zaštita zraka '09". Zadar, 14.–19.9.2009., organizatori: Hrvatsko udruženje za zaštitu zraka, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, DHMZ i Ekonerg.

Meteorološki izazovi današnjice. 9.–10.10.2010., organizator: Hrvatsko meteorološko društvo; suorganizatori: DHMZ, Tehnički muzej u Zagrebu i Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta.

Sedmi hrvatski znanstveno-stručni skup "Zaštita zraka '11". Šibenik, 13.–17.9.2011., organizatori: Hrvatsko udruženje za zaštitu zraka, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada i DHMZ.

Meteorološki izazovi 2: Meteorologija u fokusu javnosti. Zagreb, 6.–7.3.2012., organizator: Hrvatsko meteorološko društvo; suorganizatori: DHMZ, Tehnički muzej u Zagrebu i Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta.

Osmi hrvatski znanstveno-stručni skup "Zaštita zraka '13". Šibenik, 9.–14.9.2013., organizatori: Hrvatsko udruženje za zaštitu zraka, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, DHMZ i Europski savez za čisti zrak (EFCA).

Prva agrometeorološka radionica "Klimatske promjene i poljoprivreda". Zagreb, 14.11.2013., organizatori: Hrvatsko agrometeorološko društvo, Poljoprivredna savjetodavna služba, Hrvatska gospodarska komora-Komora Zagreb, DHMZ i Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta.

<http://www.hagmd.hr/ezbornik1/index.html>

Meteorološki izazovi 3: Ekstremne vremenske prilike i utjecaj na društvo. Zagreb, 21.–22.11.2013., organizator: Hrvatsko meteorološko društvo; suorganizatori: DHMZ, Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta.

Druga agrometeorološka radionica "Zaštita okoliša i poljoprivreda". Dubrovnik, 22.3.2014., organizator: Hrvatsko agrometeorološko društvo; suorganizatori: Grad Dubrovnik, Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, DHMZ, Javna ustanova za upravljanje zaštićenim prirodnim vrijednostima na području Dubrovačko-neretvanske županije, Sveučilište u Dubrovniku, Turistička zajednica Grada Dubrovnika, Savjetodavna služba, Udruga maslinara Dubrovnika, Općina Orebic, Općina Dubrovačko Primorje i Općina Ston.

<http://www.hagmd.hr/ezbornik2/index.html>

Treća agrometeorološka radionica "Zaštita okoliša i šumski požari". Dubrovnik, 23.3.2014., organizator: Hrvatsko agrometeorološko društvo; suorganizatori: Grad Dubrovnik, Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, DHMZ, Dubrovačko-neretvanska županija, Sveučilište u Dubrovniku, Javna ustanova za upravljanje zaštićenim prirodnim vrijednostima na području Dubrovačko-neretvanske županije, Javna ustanova Nacionalni park Mljet, Javna ustanova rezervat Lokrum, Vatrogasna zajednica Dubrovačko-neretvanske županije, Vatrogasna zajednica Grada Dubrovnika, Javna vatrogasna postrojba "Dubrovački vatrogasci", Hrvatske šume d.o.o. i Uprrava šuma Podružnica Split.

<http://www.hagmd.hr/ezbornik3/index.html>

Konferencija **Zaštita kulturne baštine od katastrofa.** Zagreb/Šibenik, 8.–10.5.2014., organizator: Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu, Odjel zaštite i pohrane; suorganizatori: DHMZ, Institut za arheologiju, Filozofski fakultet i Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

<http://chp.nsk.hr/>

DailyMeteo.org/2014 Conference. Beograd, Srbija, 23.–27.6.2014., organizatori: Građevinski fakultet Sveučilišta u Beogradu, DHMZ, Republički hidrometeorološki zavod Srbije.

Stručni skup **Primjena atmosferskih modela u zaštiti okoliša i ljudi.** Zagreb, 27.11.2014., organizator: Hrvatsko meteorološko društvo; suorganizator: DHMZ.

Četvrta agrometeorološka radionica "Zaštita prirode, požari raslinja i poljoprivreda". Opuzen, 6.3.2015., organizatori: Hrvatsko agrometeorološko društvo i Dubrovačko-neretvanska županija; suorganizatori: DHMZ, Javna ustanova za upravljanje zaštićenim prirodnim vrijednostima na području Dubrovačko-neretvanske županije, Hrvatska vatrogasna zajednica, Vatrogasna zajednica Dubrovačko-neretvanske županije, Lovački savez Dubrovačko-neretvanske županije, Hrvatske šume d.o.o. Uprava šuma Podružnica Split, Savjetodavna služba, Srednja poljoprivredna i tehnička škola Opuzen, Neretvanska udruga voćara mandarina Opuzen, Lokalna akcijska grupa Neretva, Grad Opuzen, Turistička zajednica Metković i Ornitološko društvo "Brkata sjenica", Metković.
<http://www.hagmd.hr/zbornik4/index.html>

Deveti hrvatski znanstveno-stručni skup "Zaštita zraka 2015". Poreč, 8.–12.9.2015., organizatori: Hrvatsko udruženje za zaštitu zraka, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, DHMZ, Ekonerg i Europski savez za čisti zrak (EFCA).

Meteorološki izazovi 4: Klimatske promjene – odgovornosti današnje generacije. Zagreb, 23.–25.11.2015., organizator: Hrvatsko meteorološko društvo; suorganizatori: DHMZ, Geofizički zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatska kontrola zračne plovidbe.

Meteorološki izazovi 5: Društveno odgovorna meteorološka, oceanografska i hidrološka istraživanja, združena sa 6th International Conference on Meteorology and Climatology of the Mediterranean. Zagreb, 20.–22.2.2017., organizatori: Katalonsko meteorološko društvo i Hrvatsko meteorološko društvo; suorganizatori: DHMZ, Geofizički odsjek PMF-a i Hrvatska kontrola zračne plovidbe.

European Conference on Severe Storms – ECSS2017. Pula, 18.–22.9.2017., organizator: Europski laboratorij za opasne oluje (ESSL), suorganizator: DHMZ.

Deseti hrvatski znanstveno-stručni skup "Zaštita zraka 2017". Primošten, 3.–7.10.2017., organizator: Hrvatsko udruženje za zaštitu zraka; suorganizatori: Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada, DHMZ, Europski savez za čisti zrak i zaštitu okoliša (EFCA) i Međunarodni savez za sprečavanje onečišćenja zraka i zaštitu okoliša (IUAPPA).



Hrvatska udruga profesionalaca kongresnog turizma
Croatian Meeting Professionals Association

dodjeljuje
godišnju nagradu za 2015.

AMBASADOR HRVATSKOG KONGRESNOG TURIZMA

Državnom hidrometeorološkom
zavodu

u kategoriji

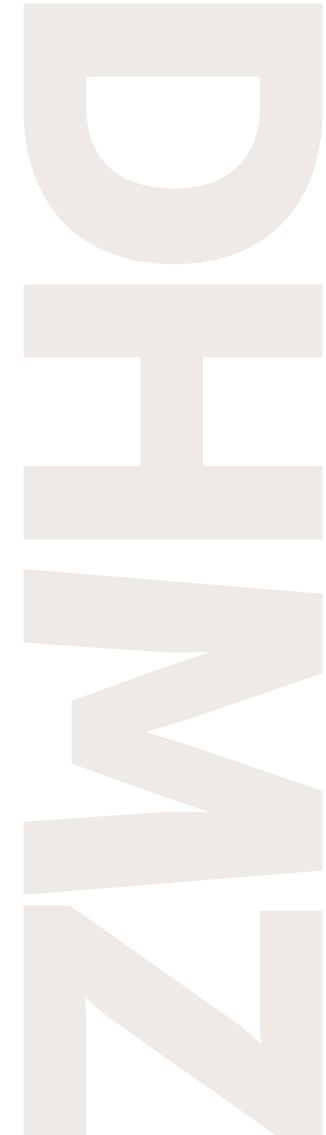
Pojedinci/institucije iz javnog sektora zaslužni za međunarodnu
promociju Hrvatske kao kongresno-insentiv destinacije u 2015.

U Zagrebu, 1. prosinca 2015.

Pavle Marković, dipl.oecc.
Predsjednik



Godišnja nagrada
*Ambasador hrvatskog
kongresnog turizma za
2015. godinu* koju je DHMZ-u
dodijelila Hrvatska udruga
profesionalaca kongresnog
turizma (iz arhive DHMZ-a).



Prilog 6

POPIS STUDIJA I ELABORATA IZRAĐENIH U SMIR-U / CMI-U

| Legenda | PUG → Prostorno planiranje, urbanizam i graditeljstvo EN → Energetika PR → Promet ZO → Zaštita okoliša ZT → Zdravlje, rekreacija i turizam PŠ → Poljoprivreda i šumarstvo SZ → Sigurnost i zaštita ljudi i dobara VG → Vodno gospodarstvo | Naručitelj | D → Država GŽ → Gradovi i županije P → Privredni subjekt HEP → Hrvatska elektroprivreda HC → Hrvatske ceste HAC → Hrvatske autoceste HV → Hrvatske vode HŠ → Hrvatske šume INA → INA |
|---------|--|------------|--|
|---------|--|------------|--|

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 1. | Prilog Izvješću o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj, 2013.–2016. | 2017. | ZO | | D |
| 2. | Meteorološki parametri za potrebe grijanja i hlađenja u Zagrebu (siječanj – listopad 2017.) | 2017. | EN | | GŽ |
| 3. | ITP krivulje za Krapinu | 2017. | VG | PUG | P |
| 4. | ITP krivulje za Split Marjan | 2017. | VG | PUG | P |
| 5. | Ocjena meteoroloških prilika za ljeto 2017. godine na području Vukovarsko-srijemske i Brodsko-posavske županije | 2017. | SZ | PŠ | P |
| 6. | Analiza vjetra i trajanja sijanja Sunca na lokaciji Gradište kod Županje | 2017. | EN | | P |
| 7. | ITP krivulje za Zadar | 2017. | VG | PUG | P |
| 8. | Analiza vremenskih prilika na području HE Vinodol u 2016. godini | 2017. | EN | VG | HEP |
| 9. | Analiza vremenskih prilika na području HE Senj tijekom 2016. godine | 2017. | EN | VG | HEP |
| 10. | Analiza vremenskih prilika na slivovima Cetine, Zrmanje i Krke tijekom 2016. godine | 2017. | EN | VG | HEP |
| 11. | ITP krivulje za Dubrovnik | 2017. | VG | PUG | P |
| 12. | Intenziteti oborine za Ličko Lešće | 2017. | PUG | VG | P |
| 13. | Intenziteti oborine za Daruvar prema razdoblju 1961.–2015. | 2017. | PUG | VG | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 14. | ITP krivulje za Križevce | 2017. | VG | PUG | P |
| 15. | Studija o utjecaju vjetra na zatvaranje državne ceste D8 od Novog Vinodolskog do Karlobaga u dužini cca 85 km; 3. Analiza vjetra | 2017. | PR | PUG | P |
| 16. | Stupanj-dan grijanja i srednja dnevna temperatura zraka na odabranim područjima (listopad 2016. – travanj 2017.) | 2017. | EN | | HEP |
| 17. | Meteorološki parametri za ocjenu lokacije za IFMIF/DONES | 2017. | PUG | ZO | D |
| 18. | Analiza rezultata praćenja kvalitete zraka na VV "Eugen Kvaternik" u Slunju u 2016. godini | 2017. | ZO | SZ | D |
| 19. | Meteorološka podloga za Regionalni sportsko-rekreacijski i turistički centar Platak | 2017. | ZT | PUG | P |
| 20. | Meteorološki parametri za potrebe grijanja i hlađenja u Zagrebu | 2017. | EN | | GŽ |
| 21. | Ocjena požarne sezone u Hrvatskoj u 2016. godini | 2017. | PŠ | SZ | D |
| 22. | Stupanj-dan grijanja i srednja dnevna temperatura zraka na odabranim područjima (listopad – prosinac 2016.) | 2017. | EN | | HEP |
| 23. | ITP krivulje za Daruvar | 2017. | VG | PUG | P |
| 24. | Kvaliteta oborine na području RH u razdoblju 2012.–2016. | 2017. | ZO | | D |
| 25. | Objektivna ocjena i analiza kvalitete zraka na području RH/u zonama i aglomeracijama/po osnovi rezultata mjerjenja i modeliranja za 2016. godinu | 2017. | ZO | | D |
| 26. | Ocjena kvalitete zraka na teritoriju Republike Hrvatske za razdoblje 2011.–2015. godine | 2017. | ZO | | D |
| 27. | Objektivna ocjena i analiza kvalitete zraka na području RH/u zonama i aglomeracijama/po osnovi rezultata mjerjenja i modeliranja (EMEP model) za 2015. godinu | 2016. | ZO | | D |
| 28. | Utjecaj emisija rafinerijskih izvora u Brodu na pogoršanje kvalitete življena u Slavonskom Brodu (H_2S) | 2016. | ZO | | D |
| 29. | ITP krivulje za Varaždin | 2016. | VG | PUG | P |
| 30. | Opažene i očekivane promjene količine oborine, temperature zraka i indeksa ekstrema za grad Pulu | 2016. | PUG | | GŽ |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 31. | Opažene i očekivane promjene količine oborine, temperature zraka i indeksa ekstrema za grad Poreč | 2016. | PUG | | GŽ |
| 32. | Opažene i očekivane promjene količine oborine, temperature zraka i indeksa ekstrema za grad Labin | 2016. | PUG | | GŽ |
| 33. | Opažene i očekivane promjene količine oborine, temperature zraka i indeksa ekstrema za grad Rovinj | 2016. | PUG | | GŽ |
| 34. | Opažene i očekivane promjene količine oborine, temperature zraka i indeksa ekstrema za grad Pazin | 2016. | PUG | | GŽ |
| 35. | Opažene i očekivane promjene količine oborine, temperature zraka i indeksa ekstrema za grad Buzet | 2016. | PUG | | GŽ |
| 36. | ITP krivulje za Puntijarku | 2016. | VG | PUG | P |
| 37. | Analiza vremenskih prilika na području HE Vinodol u 2015. godini | 2016. | EN | VG | HEP |
| 38. | Analiza vremenskih prilika na području HE Senj tijekom 2015. godine | 2016. | EN | VG | HEP |
| 39. | Analiza vremenskih prilika na slivovima Cetine, Zrmanje i Krke tijekom 2015. godine | 2016. | EN | VG | HEP |
| 40. | Intenziteti oborine za Bilogoru | 2016. | PUG | VG | P |
| 41. | Maksimalna kratkotrajna količina oborine za Abrame | 2016. | PUG | VG | P |
| 42. | Klimatski parametri za projektiranje DV 110 kV uvod u TS Korlat sa 110 kV Obrovac–Zadar | 2016. | PUG | EN | P |
| 43. | Maksimalna dugotrajna količina oborine za Abrame | 2016. | PUG | VG | P |
| 44. | Statistička obrada meteoroloških podataka klimatološke postaje Plitvice u razdoblju 1997.–2011. i procjena potencijalne opasnosti od požara raslinja (ocjena žestine) na području NP Plitvička jezera | 2016. | PŠ | | P |
| 45. | Klimatološka podloga za izradu elaborata Hidrološka istraživanja voda rijeke Krke – trendovi i utjecaj i klimatskih promjena | 2016. | VG | | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 46. | Stupanj-dan grijanja i srednja dnevna temperatura zraka na odabranim područjima (listopad 2015. – travanj 2016.) | 2016. | EN | | HEP |
| 47. | Izvješće o vremenskim uvjetima prilikom urušavanja staklenika u snježnom nevremenu 2. - 5. veljače 2012. godine u mjestu Klobuk, općina Ljubuški u Bosni i Hercegovini | 2016. | SZ | | P |
| 48. | Ocjena požarne sezone u Hrvatskoj u 2015. godini | 2016. | PŠ | SZ | D |
| 49. | Advekcijska hladnog zraka i radijacijsko ohlađivanje prizemnog sloja zraka 26. travnja 2016. | 2016. | PŠ | SZ | D |
| 50. | Intenziteti oborine za Krapinu | 2016. | PUG | VG | P |
| 51. | Analiza rezultata praćenja kvalitete zraka na VV "Eugen Kvaternik" u Slunju u 2015. godini | 2016. | ZO | SZ | D |
| 52. | Oborinska obilježja na području željezničke pruge Dugo Selo – Novska | 2016. | PR | PUG | P |
| 53. | Maksimalne kratkotrajne količine oborine za Hvar | 2016. | PUG | VG | P |
| 54. | Procjena proizvodnje energije iz vjetra na području proširenja vjetroelektrane ZD6 | 2016. | EN | | P |
| 55. | Stupanj-dan grijanja i srednja dnevna temperatura zraka na odabranim područjima (listopad – prosinac 2015.) | 2016. | EN | | HEP |
| 56. | Meteorološki parametri za potrebe grijanja i hlađenja u Zagrebu 2. Dio | 2016. | EN | | GŽ |
| 57. | Maksimalne dugotrajne količine oborine za Dubrovnik | 2016. | PUG | VG | P |
| 58. | ITP krivulje za Dubrovnik | 2016. | VG | PUG | P |
| 59. | Objektivna ocjena kvalitete zraka u zonama Republike Hrvatske za 2014. godinu na osnovi rezultata EMEP modela | 2015. | | ZO | D |
| 60. | Analiza vremenskih prilika na području HE Vinodol u 2014. godini | 2015. | EN | VG | HEP |
| 61. | Analiza vremenskih prilika na području HE Senj tijekom 2014. godine | 2015. | EN | VG | HEP |
| 62. | Analiza vremenskih prilika na slivovima Cetine, Zrmanje i Krke tijekom 2014. godine | 2015. | EN | VG | HEP |
| 63. | Meteorološki parametri za potrebe grijanja i hlađenja u Zagrebu | 2015. | EN | | GŽ |
| 64. | Meteorološki parametri za potrebe grijanja i hlađenja u Zagrebu, srpanj – rujan 2015. | 2015. | EN | | HEP |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 65. | Stupanj-dan grijanja i srednja dnevna temperatura zraka na odabranim područjima (listopad 2014. – travanj 2015.) | 2015. | EN | | HEP |
| 66. | Procjena proizvodnje energije iz vjetra na području proširenja vjetroelektrane ZD3 | 2015. | EN | | P |
| 67. | Procjena proizvodnje energije iz vjetra na području proširenja vjetroelektrane ZD2 | 2015. | EN | | P |
| 68. | Wind regime at the Rijeka meteorological station | 2015. | EN | | P |
| 69. | Ocjena požarne sezone u Hrvatskoj u 2014. godini | 2015. | PŠ | SZ | D |
| 70. | Meteorološka podloga za izradu SUO most kopno – poluotok Pelješac | 2015. | PUG | PR | HC |
| 71. | Intenziteti oborine za Dubrovnik | 2015. | PUG | VG | GŽ |
| 72. | Kratkoročne količine oborine za Orahovicu | 2015. | PUG | VG | HV |
| 73. | Intenziteti oborine za Zadar prema razdoblju 1960.–2014. | 2015. | PUG | VG | P |
| 74. | PTP krivulja za Donji Miholjac | 2015. | PUG | VG | P |
| 75. | Intenziteti oborine za Samobor | 2015. | PUG | VG | P |
| 76. | Vertikalni profil brzine i smjera vjetra na lokaciji dimnjaka TE Plomin | 2015. | PUG | ZO | P |
| 77. | Analiza vremenskih prilika na ruti Zagreb–Tuzla na dan 8. prosinca 2014. godine | 2015. | SZ | PR | D |
| 78. | Analiza rezultata praćenja kvalitete zraka na VV "Eugen Kvaternik" u Slunju u 2014. godini | 2015. | ZO | SZ | D |
| 79. | Meteorološki parametri za potrebe Energetskog informacijskog sustava Grada Zagreba i projekta Euronet 50/50 max | 2014. | EN | SZ | GŽ |
| 80. | Analiza vremenskih prilika na području HE Vinodol u 2013. godini | 2014. | EN | VG | HEP |
| 81. | Analiza vremenskih prilika na području HE Senj tijekom 2013. godine | 2014. | EN | VG | HEP |
| 82. | Analiza vremenskih prilika na slivovima Cetine, Zrmanje i Krke tijekom 2013. godine | 2014. | EN | VG | HEP |
| 83. | Procjena proizvodnje energije iz vjetra na području proširenja vjetroelektrane ZD2 | 2014. | EN | | P |
| 84. | Ocjena požarne sezone u Hrvatskoj u 2013. godini | 2014. | PŠ | SZ | D |
| 85. | Klimatski parametri za planiranje rekonstrukcije DV 110 kV Delnice–Moravice i DV 110 kV Moravice–Vrbovsko | 2014. | PUG | EN | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 86. | Meteorološka podloga za potrebe izrade SUO vjetroelektrane Brda-Umovi | 2014. | PUG | EN | P |
| 87. | Klimatski parametri za projektiranje priključnog DV/KB 210 kV TS Plat – TS Konavle | 2014. | PUG | EN | P |
| 88. | Maksimalne dnevne i kratkotrajne količine oborine za Rab | 2014. | PUG | VG | GŽ |
| 89. | Intenziteti oborine za Mali Lošinj | 2014. | PUG | VG | P |
| 90. | Intenziteti oborine za Varaždin i opažene promjene maksimalnih kratkotrajnih količina oborine na području Splita i Varaždina | 2014. | PUG | VG | P |
| 91. | Intenziteti oborine za Split | 2014. | PUG | VG | P |
| 92. | Analiza brzine vjetra na području Makarska–Biokovo | 2014. | PUG | ZT | GŽ |
| 93. | Analiza klimatskih prilika na području Baške Vode | 2014. | PUG | | D |
| 94. | Analiza smjera i brzine vjetra na glavnoj meteorološkoj postaji Makarska | 2014. | PUG | | GŽ |
| 95. | Učestalost i trajanje brzine vjetra >15.0 m/s u Zagrebu | 2014. | PUG | | P |
| 96. | Izvješće o vremenskim prilikama prilikom nesreće vojnog zrakoplova MIG-21bisD, registracijske oznake 121 na dan 5. kolovoza 2014. godine na području Velike Gorice | 2014. | SZ | PR | D |
| 97. | Izvješće o vremenskim prilikama na području Medvednice 10. – 11. studenoga 2013. | 2014. | SZ | ZT | GŽ |
| 98. | Klimatske podloge za dva pilot područja u Hrvatskoj u okviru EU projekta DRINK-ADRIA | 2014. | VG | | D |
| 99. | Analiza rezultata praćenja kvalitete zraka na VV "Eugen Kvaternik" u Slunju u 2013. godini | 2014. | ZO | SZ | D |
| 100. | Izrada nacionalnog inventara emisije fine rezolucije i modelarskog sustava za zone i aglomeracije u Republici Hrvatskoj, 2014–2016 – prijedlog projekta | 2014. | ZO | SZ | D |
| 101. | Modernizacija i razvoj upravljačkih kapaciteta i resursa za praćenje i ocjenjivanje kvalitete zraka 2014.–2023. – prijedlog projekta | 2014. | ZO | SZ | D |
| 102. | Kvaliteta oborine na području Hrvatske u 2012. godini – prilog izvješću o stanju okoliša za razdoblje 2009. – 2012. godine | 2014. | ZO | SZ | D |
| 103. | Praćenje i ocjena kvalitete zraka na području grada Slavonskog Broda u razdoblju 2010. – 2013. godine - studija | 2014. | ZO | SZ | D |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 104. | Analiza vremenskih prilika na području HE Vinodol u 2012. godini | 2013. | EN | VG | HEP |
| 105. | Analiza vremenskih prilika na području HE Senj tijekom 2012. godine | 2013. | EN | VG | HEP |
| 106. | Analiza vremenskih prilika na slivovima Cetine, Zrmanje i Krke tijekom 2012. godine | 2013. | EN | VG | HEP |
| 107. | Priprema baze klimatskih podataka potrebnih za proračun energetskih svojstava zgrade | 2013. | EN | | D |
| 108. | Odabir godine s klimatski reprezentativnom razdiobom smjera i brzine vjetra na području Kosova | 2013. | EN | | P |
| 109. | Analiza učestalosti dnevnih visina novog snježnog pokrivača na karakterističnim odabranim područjima | 2013. | PR | SZ | HC |
| 110. | Ocjena požarne sezone u Hrvatskoj u 2012. godini | 2013. | PŠ | SZ | D |
| 111. | Meteorološke podloge za određivanje područja s prirodnim ograničenjima u poljoprivredi u Republici Hrvatskoj | 2013. | PŠ | SZ | D |
| 112. | Meteorološka podloga za potrebe izrade SUO Vjetroelektrane Rujnica | 2013. | PUG | EN | P |
| 113. | Meteorološka podloga za potrebe izrade studije utjecaja na okoliš vjetroelektrane Rust | 2013. | PUG | EN | P |
| 114. | Meteorološka podloga za potrebe izrade studije utjecaja na okoliš vjetroelektrane Debelo Brdo – Vrdovo | 2013. | PUG | EN | P |
| 115. | Meteorološka podloga za studiju utjecaja na okoliš planirane termoelektrane Bravar | 2013. | PUG | EN | P |
| 116. | Klimatski parametri za projektiranje priključnog DV 2x110 kV Bilice–Trogir | 2013. | PUG | EN | P |
| 117. | Meteorološka podloga za studiju utjecaja na okoliš planirane termoelektrane Osijek | 2013. | PUG | EN | P |
| 118. | Referentna temperatura zraka na postaji Zagreb Pleso-aerodrom | 2013. | PUG | PR | P |
| 119. | Intenziteti oborine za Varaždin | 2013. | PUG | VG | P |
| 120. | Intenziteti oborine za Bjelovar | 2013. | PUG | VG | P |
| 121. | Intenziteti oborine za Karlovac i Ogulin | 2013. | PUG | VG | P |
| 122. | Intenziteti oborine za Zagreb i Karlovac | 2013. | PUG | VG | P |
| 123. | Meteorološka podloga za Plan prilagodbe klimatskim promjenama Grada Zagreba | 2013. | SZ | PUG | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 124. | Šesto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC) | 2013. | SZ | | D |
| 125. | Meteorološka podloga za Izvješće o stanju okoliša Republike Hrvatske, Pokazatelji tematskog područja "Klima" i "Poljoprivreda" | 2013. | ZO | SZ | D |
| 126. | Ocjena stanja i prijedlog programa mjerena na postajama Državne mreže za trajno praćenje kvalitete zraka i oborine - elaborat | 2013. | ZO | SZ | D |
| 127. | Godišnje izvješće o kakvoći zraka na području Republike Hrvatske za 2012. godinu | 2013. | ZO | SZ | D |
| 128. | Godišnje izvješće o kakvoći zraka u Slavonskom Brodu za 2012. godinu | 2013. | ZO | SZ | D |
| 129. | Analiza rezultata praćenja kvalitete zraka na VV "Eugen Kvaternik" u Slunju u 2012. godini | 2013. | ZO | SZ | D |
| 130. | Kvaliteta oborine na području Hrvatske u 2011. godini, prilog Izvješću o stanju okoliša, AZO, dijelovi poglavlja "Zrak" | 2013. | ZO | SZ | P |
| 131. | Klima i bioklima Malog Lošinja | 2013. | ZT | | GŽ |
| 132. | Analiza vremenskih prilika na području HE Vinodol u 2011. godini | 2012. | EN | VG | HEP |
| 133. | Analiza vremenskih prilika na području HE Senj tijekom 2011. godine | 2012. | EN | VG | HEP |
| 134. | Analiza vremenskih prilika na slivovima Cetine, Zrmanje i Krke tijekom 2011. godine | 2012. | EN | VG | HEP |
| 135. | Procjena proizvodnje energije iz energije vjetra na lokaciji vjetroelektrane ZD4 na osnovi podataka mjerena tijekom 2011. godine | 2012. | EN | | P |
| 136. | Ocjena požarne sezone u Hrvatskoj u 2011. godini | 2012. | PŠ | SZ | D |
| 137. | Meteorološka podloga za studiju utjecaja na okoliš i idejni projekt plinske elektrane u Slavonskom Brodu | 2012. | PUG | EN | P |
| 138. | Maksimalne brzine vjetra na širem području DV 2x110 kV Vinodol–Melina u razdoblju listopad 2010. – veljača 2012. godine | 2012. | PUG | EN | P |
| 139. | Klimatski parametri za projektiranje trase priključnog DV 2x110 kV za TS Konjsko – TS Ogorje | 2012. | PUG | EN | P |
| 140. | Analiza podataka mjerena smjera i brzine vjetra na lokaciji planirane vjetroelektrane Jelinek | 2012. | PUG | EN | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 141. | Analiza vremenskih prilika na planiranoj lokaciji aerodroma Stankovci | 2012. | PUG | PR | P |
| 142. | Brzina i smjer vjetra na meteorološkoj postaji Rijeka-Kozala | 2012. | PUG | PR | P |
| 143. | Meteorološka podloga za izradu nove zagrebačke obilaznice Južna dionica Horvati – Ivanić Grad | 2012. | PUG | PR | P |
| 144. | Olujni vjetar na području Kvarnera u razdoblju 2.–15. veljače 2012. | 2012. | PUG | SZ | P |
| 145. | Intenziteti oborine za Krapinu | 2012. | PUG | VG | P |
| 146. | Intenziteti oborine za Donji Miholjac | 2012. | PUG | VG | P |
| 147. | Intenziteti oborine za Karlovac | 2012. | PUG | VG | P |
| 148. | Intenziteti oborine za Varaždin | 2012. | PUG | VG | P |
| 149. | Meteorološka podloga za potrebe izrade projekta oborinske kanalizacije Zračne luke Dubrovnik | 2012. | PUG | VG | P |
| 150. | Vjetar na lokaciji INA rafinerije nafte Urinj | 2012. | PUG | ZO | P |
| 151. | Izvješće o vremenskim uvjetima prilikom ozbiljne nezgode ovjesne jedrilice u blizini Buzeta 10. srpnja 2012. | 2012. | SZ | PR | D |
| 152. | Izvješće o vremenskim uvjetima prilikom ozbiljne nezgode ovjesne jedrilice na poletištu Raspadalica 9. srpnja 2012. | 2012. | SZ | PR | D |
| 153. | Izvješće o vremenskim uvjetima prilikom nesreće parajedrilice na letjelištu Tribalj, općina Vinodol, 18. ožujka 2012. | 2012. | SZ | PR | D |
| 154. | Izvješće o vremenskim uvjetima prilikom vanterenskog slijetanja zrakoplova u blizini Zračne luke Rijeka na otoku Krku 22. travnja 2012. | 2012. | SZ | PR | D |
| 155. | Izvješće o vremenskim uvjetima prilikom ozbiljne nezgode jedrilice registrske oznake 9A-GTI na području Livna u Bosni i Hercegovini 17. kolovoza 2011. | 2012. | SZ | PR | D |
| 156. | Izvješće o vremenskim uvjetima prilikom ozbiljne nezgode zrakoplova Cirrus SR22 (reg. ozn. N639PM) u zračnoj luci Split 23. listopada 2011. | 2012. | SZ | PR | D |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 157. | Prijedlog mreže za praćenje kvalitete zraka u Republici Hrvatskoj prema zahtjevima Direktive 2008/50/EC | 2012. | ZO | SZ | D |
| 158. | Procjena mjernih postaja u svrhu uključivanja u Mrežu za ocjenu sukladnosti primjenom metričkih metoda; Prilog studiji Analiza mikrolokacija i mjerne opreme mjernih postaja za mjerjenje kvalitete zraka | 2012. | ZO | SZ | D |
| 159. | Analiza mikrolokacija i mjerne opreme mjernih postaja za mjerjenje kvalitete zraka | 2012. | ZO | SZ | D |
| 160. | Podaci i informacije za izradu Izvješća o stanju kvalitete zraka, smanjenju emisija stakleničkih plinova i potrošnji tvari koje oštećuju ozonski sloj za područje Republike Hrvatske za razdoblje od 2008. do 2011. | 2012. | ZO | SZ | D |
| 161. | Godišnje izvješće o kvaliteti zraka u Slavonskom Brodu za 2011. godinu | 2012. | ZO | SZ | D |
| 162. | Godišnje izvješće o praćenju kakvoće zraka na postajama državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka za 2011. godinu | 2012. | ZO | SZ | D |
| 163. | Plan djelovanja za smanjenje onečišćenja zraka prizemnim ozonom u područjima i naseljenim područjima Republike Hrvatske u kojima dolazi do prekoračenja ciljnih vrijednosti | 2012. | ZO | SZ | D |
| 164. | Analiza rezultata praćenja kvalitete zraka na VV "Eugen Kvaternik" u Slunju u 2011. godini | 2012. | ZO | SZ | D |
| 165. | Analiza vremenskih prilika na području HE Vinodol u 2010. godini | 2011. | EN | VG | HEP |
| 166. | Analiza vremenskih prilika na području HE Senj tijekom 2010. godine | 2011. | EN | VG | HEP |
| 167. | Analiza vremenskih prilika na slivovima Cetine, Zrmanje i Krke tijekom 2010. godine | 2011. | EN | VG | HEP |
| 168. | Procjena proizvodnje energije iz energije vjetra na lokaciji vjetroelektrane ZD4 | 2011. | EN | | P |
| 169. | Modeliranje energetskog potencijala vjetra u Splitsko-dalmatinskoj županiji korištenjem ALADIN modela | 2011. | EN | | P |
| 170. | Modeliranje energetskog potencijala vjetra korištenjem ALADIN modela | 2011. | EN | | P |
| 171. | Ocjena požarnih sezona u Hrvatskoj tijekom razdoblja 2005.–2010. | 2011. | PŠ | SZ | D |
| 172. | Meteorološka podloga za Studiju o utjecaju na okoliš vjetroelektrane Oto | 2011. | PUG | EN | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 173. | Meteorološka podloga za potrebe izrade studije utjecaja na okoliš vjetroelektrane Mravinjac | 2011. | PUG | EN | P |
| 174. | Meteorološke podloge za pripremu arhitektonskog natječaja za natkrivanje ljetne pozornice u Opatiji | 2011. | PUG | EN | P |
| 175. | Meteorološka podloga za potrebe izrade SUO VE Konavoska brda | 2011. | PUG | EN | P |
| 176. | Meteorološka podloga za potrebe izrade studije utjecaja na okoliš vjetroelektrane Bila Ploča | 2011. | PUG | EN | P |
| 177. | Maximum expected wind speed at the Kunovac location according to the ENV 1991-2-4-wind actions – Croatian national annex | 2011. | PUG | EN | P |
| 178. | Meteorološka podloga za izradu nove zagrebačke obilaznice Zapadna dionica Pojatno–Horvati | 2011. | PUG | PR | P |
| 179. | Meteorološka podloga za Studiju o utjecaju na okoliš Novog putničkog terminala Zračne luke Zagreb | 2011. | PUG | PR | P |
| 180. | Meteorološka podloga za nacionalne dodatke u hrvatskim normama niza HRN ENV 1991 – opterećenje snijegom | 2011. | PUG | SZ | D |
| 181. | Meteorološka podloga za nacionalne dodatke u hrvatskim normama niza HRN ENV 1991 – djelovanje vjetra | 2011. | PUG | SZ | D |
| 182. | Meteorološka podloga za nacionalne dodatke u hrvatskim normama niza HRN EN 1991 – djelovanje temperature | 2011. | PUG | SZ | D |
| 183. | Meteorološka podloga za Studiju utjecaja na okoliš uređaja za pročišćavanje otpadnih voda Đakova s pripadnim sustavom | 2011. | PUG | VG | P |
| 184. | Intenziteti oborine za Zagreb-Grič prema razdoblju 1960.–2009. | 2011. | PUG | VG | P |
| 185. | Procjena maksimalnih intenziteta oborine za Zagreb-Maksimir prema razdoblju 1946.–2009. | 2011. | PUG | VG | P |
| 186. | Meteorološka podloga za Studiju utjecaja na okoliš akumulacije Kotao u Kulsko-korlatskom polju | 2011. | PUG | VG | P |
| 187. | Meteorološki parametri za izradu projektne dokumentacije za modernizaciju i rekonstrukciju objekata u AD Rafineriji nafte "Brod" | 2011. | PUG | ZO | P |
| 188. | Meteorološka podloga za izradu nove zagrebačke obilaznice Istočna dionica Ivanić Grad – Zelina | 2011. | PUG | PR | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 189. | Izvješće o vremenskim uvjetima prilikom nesreće paraglajdera na lokaciji Makarska, 13. srpnja 2011. godine | 2011. | SZ | PR | D |
| 190. | Izvješće o vremenskim uvjetima prilikom ozbiljne nezgode helikoptera u mjestu Vodice, 18. kolovoza 2011. godine | 2011. | SZ | PR | D |
| 191. | Izvješće o vremenskim uvjetima prilikom nesreće paraglajdera na brdu Vele Mukle, općina Kaštelir-Labinci, 12. kolovoza 2011. godine | 2011. | SZ | PR | D |
| 192. | Izvješće o vremenskim uvjetima prilikom ozbiljne nezgode parajedrilice kod mjesta Podgora Krapinska, 3. kolovoza 2011. godine | 2011. | SZ | PR | D |
| 193. | Izvješće o vremenskim uvjetima prilikom nesreće parajedrilice na području Bitelića, općina Hrvace, 17. lipnja 2011. godine | 2011. | SZ | PR | D |
| 194. | Izvješće o vremenskim uvjetima prilikom zrakoplovne nesreće na letjelištu Zvekovac kraj Vrbovečke Dubrave, 16. lipnja 2011. godine | 2011. | SZ | PR | D |
| 195. | Izvješće o vremenskim uvjetima prilikom ozbiljne nezgode parajedrilice kod mjesta Ivanec, 2. travnja 2011. godine | 2011. | SZ | PR | D |
| 196. | Izvješće o vremenskim prilikama prilikom ozbiljne nezgode ultralake letjelice u mjestu Privlaka, 5. lipnja 2011. | 2011. | SZ | PR | D |
| 197. | Izvješće o vremenskim prilikama prilikom ozbiljne nezgode parajedrilice kod mjesta Ivanec, 5. travnja 2009. | 2011. | SZ | PR | D |
| 198. | Izvješće o vremenskim prilikama prilikom ozbiljne nezgode padobranca na zračnom pristaništu Lučko, 1. svibnja 2011. | 2011. | SZ | PR | D |
| 199. | Izvješće o vremenskim prilikama prilikom nesreće paraglajderista na lokaciji Raspadalica, 5. lipnja 2011. | 2011. | SZ | PR | D |
| 200. | Izvješće o vremenskim prilikama prilikom nesreće protupožarnog vojnog zrakoplova 25. lipnja 2011. godine na području otoka Brača | 2011. | SZ | PR | D |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 201. | Izvješće o vremenskim prilikama prilikom nesreće zrakoplova KP-5, registracije SP-SKYL kod mjesta Budačka Rijeka 25. rujna 2010. | 2011. | SZ | PR | D |
| 202. | Izvješće o vremenskim prilikama na području Udbine 21. travnja 2011. godine | 2011. | SZ | PR | D |
| 203. | Izmjene i dopune studije Meteorološka podloga za potrebe procjene ugroženosti Republike Hrvatske od prirodnih i tehničko-tehnoloških katastrofa i velikih nesreća | 2011. | SZ | ZO | D |
| 204. | Ocjena kvalitete zraka na području Republike Hrvatske u razdoblju 2006.–2010. godine prema EU Direktivi 20/50/EC. | 2011. | ZO | SZ | D |
| 205. | Preliminarna ocjena kakvoće zraka u Slavonskom Brodu u 2011. – razdoblje siječanj–stудени | 2011. | ZO | SZ | D |
| 206. | Preliminarna ocjena kakvoće zraka u Slavonskom Brodu u 2011. – razdoblje siječanj–ožujak | 2011. | ZO | SZ | D |
| 207. | Godišnje izvješće o praćenju kakvoće zraka na postajama državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka za 2010. godinu | 2011. | ZO | SZ | D |
| 208. | Analiza rezultata praćenja kvalitete zraka na VV "Eugen Kvaternik" u Slunju u 2010. godini | 2011. | ZO | SZ | D |
| 209. | Klimatske varijacije i promjene značajne za poslovanje Hrvatske elektroprivrede | 2010. | EN | SZ | HEP |
| 210. | Analiza vremenskih prilika na području HE Vinodol u 2009. godini | 2010. | EN | VG | HEP |
| 211. | Analiza vremenskih prilika na području HE Senj tijekom 2009. godine | 2010. | EN | VG | HEP |
| 212. | Analiza vremenskih prilika na slivovima Cetine, Zrmanje i Krke tijekom 2009. godine | 2010. | EN | VG | HEP |
| 213. | Odabir godine s klimatski reprezentativnom razdiobom brzine i smjera vjetra na području Crne Gore | 2010. | EN | | P |
| 214. | Odabir godine s klimatski reprezentativnom razdiobom brzine i smjera vjetra | 2010. | EN | | P |
| 215. | Analiza vjetrovitosti razdoblja listopad 2008. – prosinac 2009. godine na meteorološkoj postaji Varaždin | 2010. | EN | | P |
| 216. | Klimatske prilike područja uz rijeku Savu kod Zagreba | 2010. | PUG | EN | HEP |
| 217. | Meteorološka podloga za potrebe izrade studije utjecaja na okoliš vjetroelektrane Orljak | 2010. | PUG | EN | P |
| 218. | Meteorološka podloga za potrebe izrade studije utjecaja na okoliš vjetroelektrane Ogorje | 2010. | PUG | EN | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 219. | Klimatski parametri za projektiranje dalekovoda DV 110 kV Obrovac–Zelengrad | 2010. | PUG | EN | P |
| 220. | Analiza smjera i brzine vjetra za potrebe izgradnje kogeneracijskog postrojenja na šumsku biomasu | 2010. | PUG | EN | P |
| 221. | Studija vjetrovne klime za hidrauličku studiju agitacije valovima ispred luke Split | 2010. | PUG | PR | P |
| 222. | Studija vjetrovne klime u svrhu projektiranja nove marine Mandalina-Šibenik | 2010. | PUG | PR | P |
| 223. | Studija vjetrovne klime u svrhu projektiranja nove trajektne luke Drvenik | 2010. | PUG | PR | P |
| 224. | Studija vjetrovne klime za Bakarac, za luku Kraljevica uključujući uvalu Carevo, te za dio Bakarskog zaljeva uz Bakar | 2010. | PUG | PR | P |
| 225. | Studija vjetrovne klime za hidrauličku studiju agitacije valovima luke u Novom Vinodolskom | 2010. | PUG | PR | P |
| 226. | Intenziteti oborine za Samobor | 2010. | PUG | VG | P |
| 227. | Intenziteti oborine za Čakovec | 2010. | PUG | VG | P |
| 228. | Procjene maksimalnih kratkotrajnih oborina za Ogulin prema razdoblju 1962.–2005. | 2010. | PUG | VG | P |
| 229. | Procjena maksimalnih intenziteta oborine za Sisak prema razdoblju 1951.–2001. | 2010. | PUG | VG | P |
| 230. | Meteorološka podloga za studiju utjecaja na okoliš akumulacije Martinac Trojstveni | 2010. | PUG | VG | P |
| 231. | Intenziteti oborine za Osijek | 2010. | PUG | VG | P |
| 232. | Analiza maksimalnih kratkotrajnih količina oborine za Poreč | 2010. | PUG | VG | P |
| 233. | Meteorološka podloga za potrebe izrade SUO betonare i hale za proizvodnju armiranobetonskih prefabriciranih elemenata na prostoru luke Ploče | 2010. | PUG | | P |
| 234. | Izvješće o vremenskim prilikama prilikom ozbiljne nezgode zrakoplova kod mjesta Čačinci 5. studenog 2010. | 2010. | SZ | PR | D |
| 235. | Izvješće o vremenskim prilikama prilikom ozbiljne nezgode parajedrilice na Ličkoj Plješevici 13. studenog 2010. | 2010. | SZ | PR | D |
| 236. | Izvješće o vremenskim prilikama prilikom nesreće dva vojna zrakoplova MiG-21bisD 23. rujna 2010. | 2010. | SZ | PR | D |
| 237. | Izvješće o vremenskim prilikama prilikom nezgode padobranca na Zračnom pristaništu Sinj 23. kolovoza 2010. godine | 2010. | SZ | PR | D |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 238. | Izvješće o vremenskim prilikama prilikom nesreće padobranom na području Pisarovine 14. svibnja 2010. godine | 2010. | SZ | PR | D |
| 239. | Izvješće o vremenskim prilikama prilikom nesreće parajedrilice na području Ravne Gore 19. svibnja 2010. godine | 2010. | SZ | PR | D |
| 240. | Izvješće o vremenskim prilikama prilikom nesreće parajedrilice na području Buzeta 17. srpnja 2010. godine | 2010. | SZ | PR | D |
| 241. | Izvješće o vremenskim prilikama prilikom nesreće paraglajdera na području Vrbovca 10. lipnja 2010. godine | 2010. | SZ | PR | D |
| 242. | Contribution to CC-WaterS project: a study of climate and climate change for three test beds in Croatia | 2010. | VG | SZ | D |
| 243. | Preliminarna procjena kakvoće zraka na teritoriju Hrvatske | 2010. | ZO | SZ | D |
| 244. | Klimatske varijacije i promjene značajne za poslovanje Hrvatske elektroprivrede | 2009. | EN | SZ | HEP |
| 245. | Analiza vremenskih prilika na području HE Vinodol u 2008. godini | 2009. | EN | VG | HEP |
| 246. | Analiza vremenskih prilika na području HE Senj tijekom 2008. godine | 2009. | EN | VG | HEP |
| 247. | Analiza vremenskih prilika na slivovima Cetine, Zrmanje i Krke tijekom 2008. godine | 2009. | EN | VG | HEP |
| 248. | Meteorološka podloga za procjenu energetskog potencijala vjetra u Hrvatskoj | 2009. | EN | | HEP |
| 249. | Analiza vjetrovitosti razdoblja ožujak 2006. – ožujak 2009. godine na meteorološkim postajama Šibenik i Knin | 2009. | EN | | P |
| 250. | Ocjena vjetrovitosti razdoblja s mjeranjima smjera i brzine vjetra na lokaciji mjernog stupa Bobani i parametara potrebnih za procjenu pogodne klase vjetroturbine | 2009. | EN | | P |
| 251. | Procjena proizvodnje energije iz energije vjetra na lokaciji vjetroelektrane ZD3 | 2009. | EN | | P |
| 252. | Procjena proizvodnje energije iz energije vjetra na lokaciji vjetroelektrane ZD2 | 2009. | EN | | P |
| 253. | Analiza vjetrovitosti razdoblja studeni 2007. – listopad 2008. godine na meteorološkoj postaji Osijek Čepin | 2009. | EN | | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 254. | Klimatske osobine na odabranim područjima u Republici Hrvatskoj značajne za održavanje cesta | 2009. | PR | SZ | HC |
| 255. | Procjena očekivanog režima strujanja zraka numeričkim modelom atmosfere na prometnicama | 2009. | PR | | HAC |
| 256. | Meteorološka podloga za potrebe izrade studije utjecaja na okoliš vjetroelektrane Katuni | 2009. | PUG | EN | P |
| 257. | Meteorološka podloga za potrebe izrade studije utjecaja na okoliš vjetroelektrane Lukovac | 2009. | PUG | EN | P |
| 258. | Meteorološka podloga za izradu studije "Vjetroelektrane uz rijeku Dravu od Ormoža do Donje Dubrave – prethodna studija izvodljivosti" | 2009. | PUG | EN | P |
| 259. | Analiza smjera i brzine vjetra na autocesti A1 Zagreb–Split–Dubrovnik: dionica čvor Metković – čvor Pelješac – granica Republike BiH, područje budućeg mosta preko Neretve | 2009. | PUG | PR | HAC |
| 260. | Maksimalne očekivane brzine vjetra na lokaciji izgradnje tunela za zaštitu od buke na obilaznici Rijeke | 2009. | PUG | PR | P |
| 261. | Prikaz klimatskih karakteristika vjetra za meteorološku postaju Rijeka | 2009. | PUG | PR | P |
| 262. | Meteorološka podloga za potrebe izgradnje zračne luke Pokrovnik | 2009. | PUG | PR | P |
| 263. | Intenziteti oborine za Slavonski Brod | 2009. | PUG | VG | P |
| 264. | Analiza 5 minutnih količina oborine i opterećenje snijegom za postaju Gospic | 2009. | PUG | VG | P |
| 265. | Meteorološka podloga za Studiju o utjecaju na okoliš uređaja za pročišćavanje otpadnih voda općine Pitomača | 2009. | PUG | VG | P |
| 266. | Oborinske prilike za Borovo i Antin | 2009. | PUG | VG | P |
| 267. | Intenziteti oborine za Gradište | 2009. | PUG | VG | P |
| 268. | Meteorološka podloga za izradu idejnog projekta akumulacije "Presečno" | 2009. | PUG | VG | P |
| 269. | Intenziteti oborine za Bjelovar | 2009. | PUG | VG | P |
| 270. | Izvješće o vremenskim prilikama prilikom nesreće paraglajdera na području Ivanšćice 15. travnja 2009. u razdoblju od 8 do 18 sati | 2009. | SZ | PR | D |
| 271. | Izvješće o vremenskim prilikama prilikom nesreće paraglajdera u mjestu Krbavčići pokraj Buzeta 5. travnja 2009. | 2009. | SZ | PR | D |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 272. | Izvješće o vremenskim prilikama prilikom nesreće paraglajdera na području Buzeta 22. veljače 2009. | 2009. | SZ | PR | D |
| 273. | Izvješće o vremenskim prilikama prilikom nesreće paraglajdera na planini Svilaja 4. svibnja 2008. | 2009. | SZ | PR | D |
| 274. | Izvješće o vremenskim prilikama prilikom nesreće zrakoplova Cesna 303 registarskih oznaka 9A-DLN 5.2.2009. na Velebitu | 2009. | SZ | PR | D |
| 275. | Peto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC) | 2009. | SZ | ZO | D |
| 276. | Izokeraunička karta Republike Hrvatske za razdoblje 1971.–2000. | 2009. | SZ | | P |
| 277. | Izvješće o stanju okoliša dijelovi poglavlja "Zrak" 2005.–2009. | 2009. | ZO | SZ | D |
| 278. | Izvješće o stanju okoliša – Poglavlja: Klimatske promjene i oštećenje ozonskog sloja, okoliš i zdravlje, zrak | 2009. | ZO | SZ | D |
| 279. | Meteorološka podloga za izradu programa praćenja stanja okoliša i mjera smanjenja emisije štetnih tvari u okoliš u postupku prerade troske na lokaciji bivše tvornice elektroda i ferolegura u Šibeniku | 2009. | ZO | SZ | P |
| 280. | Analiza podataka meteoroloških mjerena tijekom 2008. godine na lokaciji tvornice kamene vune Rockwool Adriatic d.o.o. Pićan–Potpićan | 2009. | ZO | | P |
| 281. | Analiza vremenskih prilika na području HE Vinodol u 2007. godini | 2008. | EN | VG | HEP |
| 282. | Analiza vremenskih prilika na području HE Senj tijekom 2007. godine | 2008. | EN | VG | HEP |
| 283. | Analiza vremenskih prilika na slivovima Cetine, Zrmanje i Krke tijekom 2007. godine | 2008. | EN | VG | HEP |
| 284. | Meteorološka podloga za procjenu potencijala energije vjetra u Republici Hrvatskoj, I dio: Analiza podataka mjerena smjera i brzine vjetra | 2008. | EN | | HEP |
| 285. | Meteorološka podloga za ocjenu isplativosti korištenja obnovljivih izvora energije | 2008. | EN | | P |
| 286. | Analiza vjetrovitosti razdoblja lipanj 2007. – svibanj 2008. godine na meteorološkoj postaji Split-Marjan | 2008. | EN | | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 287. | Ocjena energetskog potencijala vjetra na lokacijama Sinj i Dugobabe | 2008. | EN | | P |
| 288. | Procjena energetskog potencijala vjetra na lokacijama planiranih vjetroelektrana na području Primorsko-goranske županije | 2008. | EN | | P |
| 289. | Procjena energetskog potencijala vjetra na lokacijama planiranih vjetroelektrana na području Ličko-senjske županije | 2008. | EN | | P |
| 290. | Procjena energetskog potencijala vjetra na lokacijama planiranih vjetroelektrana na području Zadarske županije | 2008. | EN | | P |
| 291. | Procjena energetskog potencijala vjetra na lokaciji tvornice PIK Vrbovec Mesna industrija d.d. | 2008. | EN | | P |
| 292. | Analiza vjetrovitosti 2007. godine na lokaciji TS Novalja | 2008. | EN | | P |
| 293. | Analiza maksimalnih brzina vjetra na području Novalje | 2008. | EN | | P |
| 294. | Klimatološki podaci za obnovu DV 110 kV Sinj-Meterize | 2008. | PUG | EN | P |
| 295. | Analiza smjera i brzine vjetra na TS Melina | 2008. | PUG | EN | P |
| 296. | Meteorološka podloga za Studiju o utjecaju na okoliš i idejni projekt za lokacijsku dozvolu za termoelektranu PTE Vukovar 400 MW | 2008. | PUG | EN | P |
| 297. | Maksimalne brzine vjetra na lokaciji mjernog stupa Kunovac vjetroelektrane ZD2 i ZD3 | 2008. | PUG | EN | P |
| 298. | Meteorološka podloga za potrebe izrade Studije o utjecaju na okoliš vjetroelektrana Otrić i Bruvno | 2008. | PUG | EN | P |
| 299. | Meteorološka podloga za potrebe izrade studije utjecaja na okoliš vjetroelektrane Breze | 2008. | PUG | EN | P |
| 300. | Vjetrovna klima za Orašac kod Dubrovnika | 2008. | PUG | PR | D |
| 301. | Autocesta Zagvozd – Baška Voda – Analiza raspoloživih podataka mjerjenja smjera i brzine vjetra | 2008. | PUG | PR | HAC |
| 302. | Analiza smjera i jačine vjetra na meteorološkim postajama Sinj i Šestanovac | 2008. | PUG | PR | P |
| 303. | Analiza maksimalnih brzina vjetra za potrebe dogradnje u luci Vis | 2008. | PUG | PR | P |
| 304. | Meteorološka podloga za Studiju o utjecaju na okoliš na području aerodroma Rijeka-Omišalj | 2008. | PUG | PR | P |
| 305. | Intenziteti oborine za Hvar | 2008. | PUG | VG | P |
| 306. | Intenziteti oborine za Krapinu | 2008. | PUG | VG | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 307. | Analiza maksimalnih kratkotrajnih količina oborine za Osijek | 2008. | PUG | VG | P |
| 308. | Meteorološka podloga za Studiju o utjecaju na okoliš oteretnog kanala na rijeci Muri | 2008. | PUG | VG | P |
| 309. | Analiza 15 minutnih količina oborine za postaju Rijeka | 2008. | PUG | VG | P |
| 310. | Analiza mjesecnih, godišnjih i kratkotrajnih količina oborine na području Bjelovara | 2008. | PUG | VG | P |
| 311. | Meteorološka podloga za izradu projektne dokumentacije vodovoda i odvodnje trgovačkog centra Varaždin | 2008. | PUG | VG | P |
| 312. | Analiza maksimalnih kratkotrajnih količina oborine za Orahovicu i Kutinske Čaire | 2008. | PUG | VG | P |
| 313. | Analiza 15 minutnih količina oborine za postaju Rijeka | 2008. | PUG | VG | P |
| 314. | Studija utjecaja na okoliš zahvata, rekonstrukcije/dogradnje rezervoarskog prostora terminala Omišalj na otoku Krku, poglavlje kakvoća zraka | 2008. | PUG | ZO | P |
| 315. | Meteorološka podloga za Studiju utjecaja na okoliš kamenoloma Gorjak | 2008. | PUG | ZO | P |
| 316. | Meteorološka podloga za Studiju o utjecaju na okoliš industrijskih objekata u Petrinji i Hrvatskoj Kostajnici | 2008. | PUG | ZO | P |
| 317. | Meteorološka podloga za studiju o osiguranju uvjeta za smještaj statue Apoksiomena u Malom Lošinju | 2008. | PUG | ZT | GŽ |
| 318. | Meteorološka podloga za Studiju o utjecaju na okoliš golf igrališta Prašćarija | 2008. | PUG | ZT | P |
| 319. | Meteorološka podloga za potrebe izgradnje terena za golf na Srđu | 2008. | PUG | ZT | P |
| 320. | Neki meteorološki parametri za izradu Urbanističkog plana uređenja Sportskog centra Platak | 2008. | PUG | ZT | P |
| 321. | Klimatske prilike Dubrovačko-neretvanske županije | 2008. | PUG | | GŽ |
| 322. | Klimatološke značajke Šibenika | 2008. | PUG | | P |
| 323. | Meteorološka podloga za potrebe izrade studije utjecaja na okoliš gospodarske zone u općini Hrvace | 2008. | PUG | | P |
| 324. | Opis vremenske situacije na području Krapine 26. siječnja 2008. u razdoblju od 12 do 16 sati | 2008. | SZ | | D |
| 325. | Analiza vremenskih prilika na području HE Vinodol u 2006. godini | 2007. | EN | VG | HEP |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 326. | Analiza vremenskih prilika na području HE Senj tijekom 2006. godine | 2007. | EN | VG | HEP |
| 327. | Analiza vremenskih prilika na slivovima Cetine, Zrmanje i Krke tijekom 2006. godine | 2007. | EN | VG | HEP |
| 328. | Usporedba smjera i brzine vjetra mjerениh na lokacijama mjernih stupova Kunovac i Gračac u razdoblju listopad 2006. – rujan 2007. | 2007. | EN | | P |
| 329. | Analiza vjetrovitosti razdoblja listopad 2006. – rujan 2007. godine na meteorološkim postajama Split-Marjan i Šibenik | 2007. | EN | | P |
| 330. | Procjena proizvodnje energije iz energije vjetra na lokaciji vjetroelektrane ZD6 | 2007. | EN | | P |
| 331. | Procjena proizvodnje energije iz energije vjetra na lokaciji vjetroelektrane ZD3 | 2007. | EN | | P |
| 332. | Analiza smjera i brzine vjetra na području Petrinje i Siska | 2007. | EN | | P |
| 333. | Analiza smjera i brzine vjetra na području Slunja i Ogulina | 2007. | EN | | P |
| 334. | Analiza smjera i brzine vjetra na području Osijeka | 2007. | EN | | P |
| 335. | Analiza vjetrovitosti 2006. godine na lokaciji TS Novalja u odnosu na razdoblje 1996.–2005. godina | 2007. | EN | | P |
| 336. | Procjena proizvodnje energije iz energije vjetra na lokaciji vjetroelektrane ZD2 | 2007. | EN | | P |
| 337. | Mogućnost korištenja podataka mjerjenja smjera i brzine vjetra na meteorološkim postajama Zadar, Šibenik i Obrovac za potrebe procjene energetskog potencijala vjetra na podvelebitskom području Zadarske županije | 2007. | EN | | P |
| 338. | Meteorološka podloga za potrebe izrade studije utjecaja na okoliš proširenja vjetroelektrane Pađene | 2007. | PUG | EN | P |
| 339. | Meteorološka podloga za potrebe izrade studije utjecaja na okoliš proširenja vjetroelektrane ZD6 | 2007. | PUG | EN | P |
| 340. | Meteorološka podloga za potrebe izrade studije utjecaja na okoliš vjetroelektrane Mazin | 2007. | PUG | EN | P |
| 341. | Vjetrovna klima na području Komarna – poluotok Pelješac | 2007. | PUG | PR | HC |
| 342. | Vjetrovna klima za fažanski bazen | 2007. | PUG | PR | P |
| 343. | Klimatske prilike zapadnog priobalja Istre | 2007. | PUG | PR | P |
| 344. | Vjetrovna klima za trajektno pristanište Perna na poluotoku Pelješcu | 2007. | PUG | PR | P |
| 345. | Analiza 5 minutnih količina oborine za Zagreb-Maksimir | 2007. | PUG | PR | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 346. | Meteorološka podloga za izradu projekta Idejno rješenje "Uređenje Benkovačkih bujica i bujica u sлив Krivca" | 2007. | PUG | VG | P |
| 347. | Meteorološka podloga za Studiju utjecaja na okoliš za izgradnju akumulacije Polojac | 2007. | PUG | VG | P |
| 348. | Intenziteti oborine za Metković | 2007. | PUG | VG | P |
| 349. | Analiza maksimalnih kratkotrajnih količina oborine na području Hrvatske | 2007. | PUG | VG | P |
| 350. | Meteorološka podloga za studiju o utjecaju na okoliš podmorskog ispusta kanalizacijskog sustava Primoštena | 2007. | PUG | VG | P |
| 351. | Meteorološka podloga za Studiju o utjecaju na okoliš za izgradnju kanalizacijskog sustava Gradac i Ploče | 2007. | PUG | VG | P |
| 352. | Meteorološka podloga za Studiju o utjecaju na okoliš sustava javne odvodnje Novalje na otoku Pagu | 2007. | PUG | VG | P |
| 353. | Meteorološka podloga za Studiju za ispitivanje karakteristika otpadnih voda Karlovca i Duge Rese | 2007. | PUG | VG | P |
| 354. | Analiza vjetrovitosti u 2006. godini na otoku Pagu | 2007. | PUG | VG | P |
| 355. | Meteorološka podloga za studiju utjecaja na okoliš odlagališta komunalnog otpada "Hrastnika" u Murskom Središću | 2007. | PUG | ZO | P |
| 356. | Meteorološka podloga za provedbu projekta Centar planinskog turizma Sveti Brdo – Vjetar | 2007. | PUG | ZT | P |
| 357. | Meteorološka podloga za provedbu projekta Centar planinskog turizma Sveti Brdo – Temperatura zraka i oborina | 2007. | PUG | ZT | P |
| 358. | Klimatološke prilike Labina i Pazina | 2007. | PUG | | P |
| 359. | Nacionalni program ublažavanja posljedica suša i suzbijanja oštećenja zemljišta (NAP) – tematsko područje Klima | 2007. | SZ | | D |
| 360. | Kvaliteta oborine u Hrvatskoj (1981.–2006.) | 2007. | ZO | SZ | D |
| 361. | Preliminarna procjena kakvoće zraka na području Hrvatske, studija | 2007. | ZO | SZ | D |
| 362. | Preliminarna procjena kakvoće zraka u Slavonsko-brodskoj županiji s prijedlogom monitoringa | 2007. | ZO | SZ | GŽ |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 363. | Analiza podataka meteoroloških mjerena na lokaciji tvornice kamene vune Rockwool Adriatic d.o.o. Pićan–Potpićan | 2007. | ZO | | P |
| 364. | Verifikacija numeričkog atmosferskog modela MM5 na postajama u Hrvatskoj za 2006. godinu | 2007. | ZO | | P |
| 365. | Analiza vremenskih prilika na području HE Vinodol u 2005. godini | 2006. | EN | VG | HEP |
| 366. | Analiza vremenskih prilika na području HE Senj tijekom 2005. godine | 2006. | EN | VG | HEP |
| 367. | Analiza vremenskih prilika na slivovima Cetine, Zrmanje i Krke tijekom 2005. godine | 2006. | EN | VG | HEP |
| 368. | Analiza vjetrovitosti razdoblja kolovoz 2006. – rujan 2006. na meteorološkim postajama Split-Marjan i Šibenik | 2006. | EN | | P |
| 369. | Analiza raspoloživog energetskog potencijala vjetra na odabranim makrolokacijama Šibensko-kninske županije | 2006 | EN | | P |
| 370. | Analiza vjetrovitosti razdoblja listopad 2005. – svibanj 2006. na meteorološkoj postaji Šibenik | 2006. | EN | | P |
| 371. | Meteorološka podloga za izradu pravilnika o određivanju graničnih nivoa negativnog utjecaja brzine i smjera vjetra na sigurnost cestovnog prometa, II dio | 2006. | PR | SZ | HC |
| 372. | Analiza podataka mjerjenja smjera i brzine vjetra na probnoj dionici 3 nakon izgradnje bistrobrana na autocesti A1 Zagreb–Bosiljevo–Split–Dubrovnik, dionica tunel Sv. Rok – Maslenica | 2006. | PR | | HAC |
| 373. | Analiza smjera i brzine vjetra za meteorološke postaje Rijeka, Most Krk i Ogulin | 2006. | PR | | P |
| 374. | Analiza režima strujanja na autocesti Rijeka–Zagreb – dionica: Kikovica – tunel Tuhobić | 2006. | PR | | |
| 375. | Analiza oborinskog režima za potrebe rada hidroelektrana na gornjem slivu Drave | 2006. | PUG | EN | HEP |
| 376. | Meteorološka podloga za izradu studije utjecaja na okoliš vjetroelektrane Kom-Orjak-Greda | 2006. | PUG | EN | P |
| 377. | Meteorološka podloga za studiju o utjecaju na okoliš vjetroparkova Bubrig, Crni Vrh i Velika Glava | 2006. | PUG | EN | P |
| 378. | Meteorološka podloga za potrebe izrade projektno-tehničke dokumentacije za centar za održavanje i kontrolu prometa COKP "Osijek" i COKP "Đakovo" | 2006. | PUG | PR | HAC |
| 379. | Meteorološka podloga za potrebe projektiranja uspinjače na lokaciji PUO "Krka" dionica Skradin–Šibenik | 2006. | PUG | PR | HAC |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 380. | Analiza režima strujanja zraka na području most kopno – poluotok Pelješac | 2006. | PUG | PR | HC |
| 381. | Analiza maksimalne brzine vjetra za područje Ploča | 2006. | PUG | PR | P |
| 382. | Vjetrovna klima luke Split | 2006. | PUG | PR | P |
| 383. | Vjetrovna klima za lučicu Monsena u Rovinju | 2006. | PUG | PR | P |
| 384. | Meteorološka podloga za rekonstrukciju i izgradnju putničkog terminala u zračnoj luci Dubrovnik | 2006. | PUG | PR | P |
| 385. | Analiza strujnog režima i maksimalnih oborina za potrebe projektiranja mosta preko Cetine kod Omiša | 2006. | PUG | PR | P |
| 386. | Meteorološka podloga za studiju o utjecaju na okoliš sustava javne odvodnje grada Rovinja | 2006. | PUG | VG | D |
| 387. | Meteorološka podloga za potrebe projektiranja odvodnje oborinskih voda grada Buzeta | 2006. | PUG | VG | GŽ |
| 388. | Analiza kratkotrajne oborine za sliv Bednje | 2006. | PUG | VG | P |
| 389. | Analiza kratkotrajnih količina oborine na postaji Dubrovnik i maksimalnih dnevnih količina oborine na postajama Ston i Dubrovnik Čilipi-Aerodrom | 2006. | PUG | VG | P |
| 390. | Meteorološka podloga za studiju o utjecaju na okoliš sustava javne odvodnje Požega | 2006. | PUG | VG | P |
| 391. | Klimatske značajke naselja "Otok" i "Glavice" kod Sinja za izradu Studije o utjecaju na okoliš sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda | 2006. | PUG | VG | P |
| 392. | Studija utjecaja na okoliš projekta "Družba Adria" | 2006. | PUG | ZO | P |
| 393. | Meteorološka podloga za studiju o utjecaju na okoliš odlagališta komunalnog otpada Hum na Sutli | 2006. | PUG | ZO | P |
| 394. | Meteorološka podloga za studiju o utjecaju na okoliš odlagališta komunalnog otpada Grada Obrovca "Kljakovača" | 2006. | PUG | ZO | P |
| 395. | Meteorološka podloga za potrebe procjene ugroženosti civilnog stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara na području Dubrovačko-neretvanske županije | 2006. | SZ | | D |
| 396. | Meteorološka podloga za potrebe procjene ugroženosti civilnog stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara na području Bjelovarsko-bilogorske županije | 2006. | SZ | | D |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 397. | Meteorološka podloga za potrebe procjene ugroženosti civilnog stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara na području Šibensko-kninske županije | 2006. | SZ | | D |
| 398. | Meteorološka podloga za potrebe procjene ugroženosti civilnog stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara na području Ličko-senjske županije | 2006. | SZ | | D |
| 399. | Meteorološka podloga za potrebe procjene ugroženosti civilnog stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara na području Zadarske županije | 2006. | SZ | | D |
| 400. | Meteorološka podloga za potrebe procjene ugroženosti civilnog stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara na području Istarske županije | 2006. | SZ | | D |
| 401. | Meteorološka podloga za potrebe procjene ugroženosti civilnog stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara na području Primorsko-goranske županije | 2006. | SZ | | D |
| 402. | Meteorološka podloga za potrebe procjene ugroženosti civilnog stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara na području Karlovačke županije | 2006. | SZ | | D |
| 403. | Meteorološka podloga za potrebe procjene ugroženosti civilnog stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara na području Zagrebačke županije i grada Zagreba | 2006. | SZ | | D |
| 404. | Meteorološka podloga za potrebe procjene ugroženosti civilnog stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara na području Krapinsko-zagorske županije | 2006. | SZ | | D |
| 405. | Meteorološka podloga za potrebe procjene ugroženosti civilnog stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara na području Varaždinske županije | 2006. | SZ | | D |
| 406. | Meteorološka podloga za potrebe procjene ugroženosti civilnog stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara na području Međimurske županije | 2006. | SZ | | D |
| 407. | Meteorološka podloga za potrebe procjene ugroženosti civilnog stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara na području Koprivničko-križevačke županije | 2006. | SZ | | D |
| 408. | Meteorološka podloga za potrebe procjene ugroženosti civilnog stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara na području Sisačko-moslavačke županije | 2006. | SZ | | D |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 409. | Meteorološka podloga za potrebe procjene ugroženosti civilnog stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara na području Virovitičko-podravske županije | 2006. | SZ | | D |
| 410. | Meteorološka podloga za potrebe procjene ugroženosti civilnog stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara na području Požeško-slavonske županije | 2006. | SZ | | D |
| 411. | Meteorološka podloga za potrebe procjene ugroženosti civilnog stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara na području Brodsko-posavske županije | 2006. | SZ | | D |
| 412. | Meteorološka podloga za potrebe procjene ugroženosti civilnog stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara na području Vukovarsko-srijemske županije | 2006. | SZ | | D |
| 413. | Meteorološka podloga za potrebe procjene ugroženosti civilnog stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara na području Osječko-baranjske županije | 2006. | SZ | | D |
| 414. | Meteorološka podloga za potrebe procjene ugroženosti civilnog stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara na području Hrvatske | 2006. | SZ | | D |
| 415. | Izrada tematskih dijelova "Izvješća o stanju okoliša u Hrvatskoj" (2006.): 1. Klimatske promjene, 2. Prekogranično onečišćenje i 3. Okoliš i zdravlje | 2006. | ZO | SZ | D |
| 416. | Tematsko izvješće "Klima i klimatske promjene" za potrebe izrade nacionalnog izvješća RH prema okvirnoj konvenciji o UN o promjeni klime (2006.) | 2006. | ZO | SZ | D |
| 417. | Izrada prijedloga nacionalnih indikatora kakvoće zraka | 2006. | ZO | SZ | D |
| 418. | Analiza vremenskih prilika na području HE Vinodol u 2004. godini | 2005. | EN | VG | HEP |
| 419. | Analiza vremenskih prilika na području HE Senj tijekom 2004. godine | 2005. | EN | VG | HEP |
| 420. | Analiza vremenskih prilika na slivovima Cetine, Zrmanje i Krke tijekom 2004. godine | 2005. | EN | VG | HEP |
| 421. | Analiza vjetrovitosti razdoblja kolovoz 2004. do srpanj 2005. na meteorološkoj postaji Split-Marjan | 2005. | EN | | P |
| 422. | Analiza raspoloživog energetskog potencijala vjetra na odabranim makrolokacijama na otoku Visu | 2005. | EN | | P |
| 423. | Analiza vjetrovitosti razdoblja siječanj – kolovoz 2005. godine na Pagu | 2005. | EN | | P |
| 424. | Analiza raspoloživog energetskog potencijala vjetra na odabranim makrolokacijama | 2005. | EN | | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 425. | Analiza podataka nultog stanja na probnim dionicama burobrana na autocesti A1 Zagreb–Bosiljevo–Split–Dubrovnik, dionica: tunel Sv. Rok (jug) – Maslenica–Posedarje | 2005. | PR | SZ | HAC |
| 426. | Meteorološka podloga za izradu pravilnika o određivanju graničnog nivoa negativnog utjecaja brzine i smjera vjetra na sigurnost cestovnog prometa - I dio | 2005. | PR | SZ | HC |
| 427. | Meteorološka podloga za izradu studije utjecaja na okoliš vjetroelektrane Rudine | 2005. | PUG | EN | P |
| 428. | Meteorološka podloga za izradu studije utjecaja na okoliš vjetroelektrane Ponikve, općina Ston | 2005. | PUG | EN | P |
| 429. | Analiza brzine i smjera vjetra za potrebe dimenzioniranja zaštite od buke na riječkoj zaobilaznici | 2005. | PUG | PR | D |
| 430. | Meteorološka podloga za potrebe projektiranja tunela kroz Medvednicu | 2005. | PUG | PR | D |
| 431. | Vjetrovna klima za marinu Frapa u Rogoznici | 2005. | PUG | PR | D |
| 432. | Meteorološka podloga za potrebe izrade projektno-tehničke dokumentacije za centar za održavanje i kontrolu prometa (COKP) "Krk" | 2005. | PUG | PR | HAC |
| 433. | Vjetrovna klima za Rijeku | 2005. | PUG | PR | HAC |
| 434. | Analiza brzine i smjera vjetra za potrebe marine Vrsar | 2005. | PUG | PR | P |
| 435. | Vjetrovna klima za uvalu Sutomišćica na otoku Ugljanu | 2005. | PUG | PR | P |
| 436. | Meteorološka podloga za studiju o utjecaju na okoliš regionalnog crpilišta Gundinci Babina Greda | 2005. | PUG | VG | D |
| 437. | Meteorološka podloga za Studiju o utjecaju na okoliš kanalizacijskog sustava otoka Vira | 2005. | PUG | VG | D |
| 438. | Meteorološka podloga za projekt odvodnje oborinskih voda na lokaciji Tornice Inker d.d. | 2005. | PUG | VG | P |
| 439. | Prosječni režim kratkotrajnih oborina za potrebe privremene betonare Kanfanar | 2005. | PUG | VG | P |
| 440. | Meteorološka podloga za Studiju utjecaja na okoliš uređaja za pročišćavanje otpadnih voda za Karlovac | 2005. | PUG | VG | P |
| 441. | Analiza 20-minutnih količina oborine za potrebe hidrauličkog proračuna pjeskolova oborinskih voda u Istarskoj tvornici vapna mosta Raša | 2005. | PUG | VG | P |
| 442. | Meteorološka podloga za studiju o utjecaju na okoliš odlagališta komunalnog otpada "Pepeline" | 2005. | PUG | ZO | P |
| 443. | Meteorološka podloga za studiju o utjecaju na okoliš odlagališta Ajdanovac kod Vrgorca | 2005. | PUG | ZO | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 444. | Meteorološka podloga za studiju o utjecaju na okoliš odlagališta komunalnog otpada "Gornje Vratno" | 2005. | PUG | ZO | P |
| 445. | Meteorološka podloga za Studiju o utjecaju na okoliš odlagališta komunalnog otpada "Šćeće" grada Komiže | 2005. | PUG | ZO | P |
| 446. | Meteorološka podloga za Studiju o utjecaju na okoliš odlagališta komunalnog otpada Općine Lovas "Šljivici" | 2005. | PUG | ZO | P |
| 447. | Meteorološka podloga za Studiju o utjecaju na okoliš odlagališta komunalnog otpada "Božini Brdo" – Ilok | 2005. | PUG | ZO | P |
| 448. | Meteorološka podloga za studiju o utjecaju na okoliš zahvata kompostane u Kloštar-Ivaniću | 2005. | PUG | ZO | P |
| 449. | Meteorološka podloga za studiju o utjecaju na okoliš za sanaciju odlagališta Bratiškovački gaj grada Skradina | 2005. | PUG | ZO | P |
| 450. | Meteorološka podloga za studiju o utjecaju na okoliš odlagališta Kozjačić pokraj Imotskog | 2005. | PUG | ZO | P |
| 451. | Meteorološka podloga za studiju o utjecaju na okoliš odlagališta Triluke na otoku Pašmanu | 2005. | PUG | ZO | P |
| 452. | Meteorološki elementi bitni kod planiranja održavanja travnatih sportskih terena u mjestu Ladići, općina Kanfanar | 2005. | PUG | ZT | P |
| 453. | Klimatske prilike Splitsko-dalmatinske županije | 2005. | PUG | | HŠ |
| 454. | Neki meteorološki parametri na području Zagreba za potrebe pripreme sustava za zaštitu i spašavanje za zimsko razdoblje | 2005. | SZ | | D |
| 455. | Ocjena oborinskih i temperturnih prilika u siječnju, veljači, ožujku, srpnju i kolovozu 2005. godine na području Brestovac Belje – Valpovo | 2005. | SZ | | P |
| 456. | Analiza oborinskih i temperturnih prilika u 2005. godini u Zagrebu | 2005. | SZ | | P |
| 457. | Analiza vremenskih prilika na području HE Vinodol u 2003. godini | 2004. | EN | VG | HEP |
| 458. | Analiza vremenskih prilika na području HE Senj tijekom 2003. godine | 2004. | EN | VG | HEP |
| 459. | Analiza vremenskih prilika na slivovima Cetine, Zrmanje i Krke tijekom 2003. godine | 2004. | EN | VG | HEP |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 460. | Meteorološka podloga za Pravilnik o uštedi energije i toplinskoj zaštiti kod zgrada | 2004. | EN | | D |
| 461. | Mahovitost vjetra na području Obrovca | 2004. | EN | | P |
| 462. | Osunčavanje i vjetrovni režim u Stubičkoj Gori | 2004. | EN | | P |
| 463. | Analiza meteoroloških uvjeta pogodnih za pojavu zaledivanja na Masleničkom mostu | 2004. | PR | SZ | P |
| 464. | Meteorološka podloga za potrebe izrade Studije utjecaja na okoliš vjetroparka "Mravinjac" | 2004. | PUG | EN | P |
| 465. | Meteorološka podloga za potrebe izrade Studije utjecaja na okoliš vjetroparka "Velika glava" | 2004. | PUG | EN | P |
| 466. | Vjetrovna klima obalnog pojasa u Zatonu kraj Nina | 2004. | PUG | PR | GŽ |
| 467. | Analiza režima strujanja na trasi autoceste Zagreb–Split–Dubrovnik, Sektor: Split–Zagvozd–Ploče | 2004. | PUG | PR | HAC |
| 468. | Analiza režima strujanja na trasi autoceste Zagreb–Dubrovnik, Sektor: Pirovac–Vrpolje | 2004. | PUG | PR | HAC |
| 469. | Analiza režima strujanja na autocesti A1 Zagreb–Bosiljevo–Split–Dubrovnik, Sektor: Vrpolje–Dugopolje | 2004. | PUG | PR | HAC |
| 470. | Analiza režima strujanja na autocesti A1 Zagreb–Bosiljevo–Split–Dubrovnik, dionica: tunel Sv. Rok – Maslenica–Posedarje – Novi rezultati modeliranja | 2004. | PUG | PR | HAC |
| 471. | Analiza režima strujanja na trasi autoceste Zagreb–Split–Dubrovnik, Sektor: Čvor Posedarje–Pirovac | 2004. | PUG | PR | HAC |
| 472. | Analiza brzine i smjera vjetra za potrebe izgradnje zračne luke na području Mišnjaka, otok Rab | 2004. | PUG | PR | P |
| 473. | Procjene maksimalnih kratkotrajnih oborina za Osijek | 2004. | PUG | PR | P |
| 474. | Analiza maksimalnih brzina vjetra na području Senja | 2004. | PUG | PR | P |
| 475. | Vjetrovna klima za luku Rijeka | 2004. | PUG | PR | P |
| 476. | Analiza maksimalnih brzina vjetra za područje Šibenika | 2004. | PUG | PR | P |
| 477. | Procjena očekivanih maksimalnih brzina vjetra za projektiranje zaštitnih zidova od buke na dionici željezničke pruge Perušić–Gospic–Gračac | 2004. | PUG | PR | P |
| 478. | Analiza meteoroloških prilika na području potencijalne trase mosta kopno – poluotok Pelješac | 2004. | PUG | PR | P |
| 479. | Vjetrovna klima za južnu gradsku luku Rovinja | 2004. | PUG | PR | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 480. | Vjetrovna klima luke Gruž u Dubrovniku | 2004. | PUG | PR | P |
| 481. | Meteorološka podloga za Studiju izvedivosti zaštite Novigradskog i Karinskog mora | 2004. | PUG | PR | P |
| 482. | Analiza maksimalne brzine vjetra za lokaciju ACI marine na otoku Žutu | 2004. | PUG | PR | P |
| 483. | Vjetrovna klima za uvalu Maslinica na otoku Šolti | 2004. | PUG | PR | P |
| 484. | Analiza maksimalne brzine vjetra za izgradnju vezova u gradskoj luci Split | 2004. | PUG | PR | P |
| 485. | Karta referentne brzine vjetra | 2004. | PUG | SZ | P |
| 486. | Maksimalne izmjerene i očekivane brzine vjetra na području Republike Hrvatske | 2004. | PUG | SZ | P |
| 487. | Meteorološka podloga za Studiju utjecaja na okoliš sustava javne odvodnje za područje Nacionalnog parka Mljet | 2004. | PUG | VG | D |
| 488. | Meteorološka podloga za Studiju utjecaja na okoliš sustava javne odvodnje za područje Drniša | 2004. | PUG | VG | D |
| 489. | Meteorološka podloga za Studiju utjecaja na okoliš sustava javne odvodnje za područje Vrlike | 2004. | PUG | VG | D |
| 490. | Meteorološka podloga za Studiju utjecaja na okoliš sustava javne odvodnje za područje Stona | 2004. | PUG | VG | D |
| 491. | Procjene maksimalnih kratkotrajnih oborina za Dubrovnik | 2004. | PUG | VG | P |
| 492. | Meteorološka podloga za studiju o utjecaju na okoliš odlagališta Košer na otoku Braču | 2004. | PUG | ZO | P |
| 493. | Prosječni režim kratkotrajnih oborina i vjetra za potrebe Studije utjecaja na okoliš kamenoloma arhitektonsko-građevinskog kamena "Mironja" | 2004. | PUG | ZO | P |
| 494. | Izrada numeričkog prognostičkog inputa za primjenu modela disperzije za izvore INA Rafinerije nafte u Rijeci, studija | 2004. | ZO | | P |
| 495. | Analiza vremenskih prilika na području HE Senj u 2000., 2001. i 2002. godini | 2003. | EN | VG | HEP |
| 496. | Analiza vremenskih prilika na području HE Vinodol u 2000., 2001. i 2002. godini | 2003. | EN | VG | HEP |
| 497. | Analiza vremenskih prilika na slivovima Cetine, Zrmanje i Krke tijekom 2000., 2001. i 2002. godine | 2003. | EN | VG | HEP |
| 498. | Klimatska analiza šireg područja Drežnice | 2003. | EN | VG | HEP |
| 499. | Meteorološki podaci za studiju "Sunčev zračenje na području RH" | 2003. | EN | | P |
| 500. | Karta srednje godišnje brzine vjetra na 30 m iznad tla na području Slavonije | 2003. | EN | | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 501. | Analiza smjera i brzine vjetra na području Gospića za potrebe korištenja energetskog potencijala vjetra | 2003. | EN | | P |
| 502. | Strujni režim na lokaciji marine Pirovac | 2003. | EN | | P |
| 503. | Analiza jačine bure na području Obrovac–Maslenica u 2003. g. | 2003. | EN | | P |
| 504. | Procjena energetskog potencijala vjetra lokacije Razdolje (općina Obrovac) | 2003. | EN | | P |
| 505. | Procjena energetskog potencijala vjetra lokacije Crna Glava općina Ražanac | 2003. | EN | | P |
| 506. | Analiza vjetra na meteorološkoj postaji Samobor | 2003. | PUG | EN | P |
| 507. | Analiza značajki bure zimi 2002./2003. godine na trasi autoceste Zagreb–Split, dionica tunel Sv. Rok (jug) – Maslenica i usporedba s rezultatima modela | 2003. | PUG | PR | HAC |
| 508. | Vjetrovna klima za Paški zaljev na otoku Pagu | 2003. | PUG | PR | P |
| 509. | Vjetrovna klima za uvalu Mala Lamjana na otoku Ugljanu | 2003. | PUG | PR | P |
| 510. | Nadopuna studiji Vjetrovna klima za sanaciju lukobrana u Puli | 2003. | PUG | PR | P |
| 511. | Vjetrovna klima za Prigradicu na otoku Korčuli | 2003. | PUG | PR | P |
| 512. | Analiza smjera i brzine vjetra na Masleničkom mostu za potrebe projektiranja burobrana | 2003. | PUG | PR | P |
| 513. | Vjetrovna klima za Donje Čelo na otoku Koločepu | 2003. | PUG | PR | P |
| 514. | Vjetrovna klima za Jelsu na otoku Hvaru | 2003. | PUG | PR | P |
| 515. | Vjetrovna klima za uvalu Šepurine na otoku Prvić | 2003. | PUG | PR | P |
| 516. | Vjetrovna klima za kaprijsku valu na otoku Kaprije | 2003. | PUG | PR | P |
| 517. | Vjetrovna klima za sanaciju lukobrana u Puli | 2003. | PUG | PR | P |
| 518. | Meteorološka podloga za potrebe izgradnje zračne luke Šestanovac | 2003. | PUG | PR | P |
| 519. | Analiza maksimalne brzine vjetra za otoke Molat i Ist | 2003. | PUG | PR | P |
| 520. | Meteorološka podloga za Studiju utjecaja na okoliš sustava javne odvodnje grada Beli Manastir | 2003. | PUG | VG | D |
| 521. | Meteorološka podloga za Studiju kanalizacijskog sustava odvodnje oborinskih voda grada Poreča | 2003. | PUG | VG | GŽ |
| 522. | Analiza strujanja na području Riječkog zaljeva, Kvarnera i Kvarnerića | 2003. | PUG | ZO | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 523. | Meteorološka podloga za studiju utjecaja na okoliš kamenoloma Magličanac-Bikarac | 2003. | PUG | ZO | P |
| 524. | Prosječni režim kratkotrajnih oborina i vjetra za potrebe Studije utjecaja na okoliš kamenoloma "Kanfanar-sjever" | 2003. | PUG | ZO | P |
| 525. | Analiza meteoroloških elemenata na području Parka prirode Telašćica | 2003. | PUG | ZT | P |
| 526. | Meteorološka podloga za izvođenje građevinskih radova na obnovi Franjevačkog samostana Sv. Marije na otoku Lopudu | 2003. | PUG | ZT | P |
| 527. | Meteorološka podloga za studiju o mogućnosti prostora Tar–Vabriga–Lanterna u Poreču | 2003. | PUG | | P |
| 528. | Meteorološka podloga za potrebe studije rizika od poplava na području Slavonije | 2003. | SZ | VG | P |
| 529. | Vremenske prilike na području od Rijeke do Peruće u razdoblju od 7. do 15. siječnja 2003. godine | 2003. | SZ | | HEP |
| 530. | Analiza meteoroloških parametara koji utječu na zadržavanje snijega | 2003. | SZ | | P |
| 531. | Meteorološka podloga za prostorni plan posebnih obilježja Parka prirode Medvednica – B. Meteorološki potencijal, stanje onečišćenja i taloženja štetnih spojeva | 2003. | ZT | ZO | GŽ |
| 532. | Meteorološka podloga za prostorni plan posebnih obilježja Parka prirode Medvednica – A. Klimatske i bioklimatske osobitosti | 2003. | ZT | | GŽ |
| 533. | Klima i bioklima Makarske | 2003. | ZT | | GŽ |
| 534. | Meteorološki podaci za potrebe natjecanja FIS svjetskog kupa na Medvednici | 2003. | ZT | | P |
| 535. | Oborovo – od uspostavljanja do ukidanja meteoroloških mjerena | 2002. | EN | VG | HEP |
| 536. | Analiza strujanja na Zagrebačkom području u 2001. godini za korištenje energije vjetra | 2002. | EN | | P |
| 537. | Meteorološka podloga za korištenje energije vjetra na području Novalje | 2002. | EN | | P |
| 538. | Analiza režima strujanja na lokaciji Krtolin | 2002. | EN | | P |
| 539. | Estimation of mean power produced by a wind turbine – Rota | 2002. | EN | | P |
| 540. | Prostorna i vremenska promjenjivost smjera i brzine vjetra na Masleničkom mostu | 2002. | PR | | HAC |
| 541. | Odabrani meteorološki parametri važni za održavanje cesta | 2002. | PR | | HC |
| 542. | Meteorološka podloga za studiju utjecaja na okoliš luke Rabac | 2002. | PUG | PR | D |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 543. | Meteorološka podloga za studiju utjecaja na okoliš sustava javne odvodnje NP "Plitvička jezera" | 2002. | PUG | PR | D |
| 544. | Meteorološka podloga za studiju o utjecaju na okoliš mosta kopno – otok Čiovo | 2002. | PUG | PR | D |
| 545. | Analiza režima strujanja na trasi autoceste Bregana–Zagreb–Dubrovnik, Dionica: Tunel sv. Rok (jug) – Maslenica čvor Posedarje | 2002. | PUG | PR | HAC |
| 546. | Analiza strujnog režima na području Drvenika | 2002. | PUG | PR | P |
| 547. | Meteorološka podloga za sanaciju lukobrana Lučice u mjestu Zavalatica na otoku Korčula | 2002. | PUG | PR | P |
| 548. | Meteorološka podloga za Studiju utjecaja na okoliš sustava odvodnje na području Tribunj, Vodica i Srime | 2002. | PUG | PR | P |
| 549. | Analiza strujnog režima na splitskom području | 2002. | PUG | PR | P |
| 550. | Meteorološka podloga za studiju o utjecaju na okoliš ceste Baška Voda – Zagvozd s tunelom Sv. Ilija | 2002. | PUG | PR | P |
| 551. | Procjena očekivanih brzina vjetra na lokaciji budućeg tunela "Grič" na dionici Otočac – Lički Osik | 2002. | PUG | PR | P |
| 552. | Meteorološka podloga za studiju o utjecaju na okoliš cesta Dubovica – Sv. Nedilja otok Hvar | 2002. | PUG | PR | P |
| 553. | Analiza meteorološko-klimatskih karakteristika prostora Vojnog poligona "Eugen Kvaternik" Slunj | 2002. | PUG | SZ | P |
| 554. | Meteorološka podloga za studiju utjecaja na okoliš sustava javne odvodnje za Metković | 2002. | PUG | VG | D |
| 555. | Meteorološka podloga za studiju utjecaja na okoliš sustava javne odvodnje za Samobor | 2002. | PUG | VG | D |
| 556. | Meteorološka podloga za projektiranje oborinske kanalizacije grada Siska | 2002. | PUG | VG | P |
| 557. | Meteorološka podloga za prostorni plan uređenja grada Bjelovara | 2002. | PUG | | GŽ |
| 558. | Meteorološka podloga za prostorni plan grada Rijeke – Klimatske prilike Rijeke | 2002. | PUG | | GŽ |
| 559. | Analiza maksimalne brzine vjetra i opterećenje snijegom na lokaciji Kaštel Sućurac | 2002. | PUG | | P |
| 560. | Meteorološka podloga za projektiranje hangara u zračnoj luci Zagreb | 2002. | PUG | | P |
| 561. | UV Zračenje na području RH-izgradnja sustava redovitog obavješćivanja građana o UV zračenju | 2002. | SZ | ZO | D |
| 562. | Meteorološke podloge za "Vodnogospodarsku osnovu Hrvatske" | 2002. | VG | | HV |
| 563. | Meteorološki parametri značajni za onečišćenje zraka i oborine u Rijeci | 2002. | ZO | | GŽ |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 564. | Isotopic composition of precipitation in the Mediterranean Basin in relation to air circulation patterns and climate | 2002. | ZO | | P |
| 565. | Studija utjecaja na okoliš s primjenom modela disperzije na postrojenje za termičku obradu otpada Zagreb | 2002. | ZO | | P |
| 566. | Vremenske prilike na širem području Cetingrada tijekom 1999. i 2000. | 2001. | PŠ | | P |
| 567. | Analiza vremenskih prilika na području HE Vinodol u 1999. godini | 2001. | EN | VG | HEP |
| 568. | Analiza vremenskih prilika na području HE Senj tijekom 1999. godine | 2001. | EN | VG | HEP |
| 569. | Analiza vremenskih prilika na slivovima Cetine, Zrmanje i Krke tijekom 1999. godine | 2001. | EN | VG | HEP |
| 570. | Analiza vremenskih prilika na području HE Vinodol tijekom 1997. godine | 2001. | EN | VG | HEP |
| 571. | Analiza vremenskih prilika na području HE Senj tijekom 1998. godine | 2001. | EN | VG | HEP |
| 572. | Analiza vremenskih prilika na slivovima Cetine, Zrmanje i Krke tijekom 1998. godine | 2001. | EN | VG | HEP |
| 573. | Analiza vremenskih prilika na slivovima Cetine, Zrmanje i Krke tijekom 1997. godine | 2001. | EN | VG | HEP |
| 574. | Analiza vremenskih prilika na slivovima Cetine, Zrmanje i Krke tijekom 1995. godine | 2001. | EN | VG | HEP |
| 575. | Analiza meteoroloških prilika na postaji HE Lešće-Gorinci za razdoblje 1987.–1999. | 2001. | EN | VG | HEP |
| 576. | Estimation of mean power produced by a wind turbine – Kozjak | 2001. | EN | | P |
| 577. | Estimation of mean power produced by a wind turbine – Supetar | 2001. | EN | | P |
| 578. | Mjesto i uloga obnovljenih izvora u Županiji splitsko-dalmatinskoj – meteorološka podloga | 2001. | EN | | P |
| 579. | Odabir najpogodnije lokacije mjerena iz odabranog skupa makrolokacija za potrebe analize prirodnog energetskog potencijala vjetra | 2001. | EN | | P |
| 580. | Klimatske prilike na području Požeške kotline | 2001. | PŠ | | P |
| 581. | Strujni režim na području Rapca | 2001. | PUG | PR | P |
| 582. | Meteorološka podloga za projektiranje objekata odvodnje s prometnice na području Zadra i Šibenika | 2001. | PUG | PR | P |
| 583. | Meteorološka podloga za projektiranje objekata odvodnje s prometnice na području Udbine | 2001. | PUG | PR | P |
| 584. | Strujni režim na lokaciji marine Novigrad | 2001. | PUG | PR | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 585. | Analiza maksimalnih brzina vjetra za područje luke Sućuraj | 2001. | PUG | PR | P |
| 586. | Opće klimatske prilike Malog Lošinja | 2001. | PUG | PR | P |
| 587. | Opće klimatske prilike zračne luke Rijeka-Omišalj | 2001. | PUG | PR | P |
| 588. | Opće klimatske prilike zračne luke Pula | 2001. | PUG | PR | P |
| 589. | Opće klimatske prilike zračne luke Zadar-Zemunik | 2001. | PUG | PR | P |
| 590. | Analiza maksimalnih brzina vjetra na području luke Dubrovnik i Orebić | 2001. | PUG | PR | P |
| 591. | Meteorološka podloga za Studiju utjecaja na okoliš sustava odvodnje Župe Dubrovačke | 2001. | PUG | VG | D |
| 592. | Meteorološka podloga za Studiju utjecaja na okoliš uređaja za pročišćavanje otpadnih voda za Kutinu | 2001. | PUG | VG | P |
| 593. | Meteorološka podloga za Studiju utjecaja na okoliš uređaja za pročišćavanje otpadnih voda za Vrbovec | 2001. | PUG | VG | P |
| 594. | Meteorološka podloga za Studiju utjecaja na okoliš uređaja za pročišćavanje otpadnih voda za Dugo Selo | 2001. | PUG | VG | P |
| 595. | Meteorološka podloga za Studiju utjecaja na okoliš uređaja za pročišćavanje otpadnih voda za Sisak | 2001. | PUG | VG | P |
| 596. | Meteorološka podloga za Studiju utjecaja na okoliš uređaja za pročišćavanje otpadnih voda za Karlovac | 2001. | PUG | VG | P |
| 597. | Meteorološka podloga za izgradnju farmi svinja na području Bratine | 2001. | PUG | ZO | P |
| 598. | Meteorološke podloge za procjenu utjecaja na okoliš proizvodnih pogona INA-e u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji | 2001. | PUG | ZO | P |
| 599. | Meteorološke podloge za procjenu utjecaja na okoliš proizvodnih pogona INA-e u Osječko-baranjskoj županiji | 2001. | PUG | ZO | P |
| 600. | Meteorološke podloge za procjenu utjecaja na okoliš proizvodnih pogona INA-e u Koprivničko-križevačkoj županiji | 2001. | PUG | ZO | P |
| 601. | Meteorološka podloga za SUO turističkog naselja Alberi | 2001. | PUG | ZT | P |
| 602. | Meteorološki čimbenici i projektiranje dijela postrojenja tvornice "Kraš" | 2001. | PUG | | P |
| 603. | Vjetrovne i snježne prilike na području Stare Sušice | 2001. | PUG | | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 604. | Analiza vremenske situacije 26.–27.5.1994. na relaciji Zagreb–Beč | 2001. | SZ | PR | D |
| 605. | Razvoj sustava pripravnosti i djelovanja meteorološke službe u slučaju nuklearne nesreće i drugih kriznih situacija - projekt | 2001. | SZ | ZO | D |
| 606. | Prvo nacionalno izvješće Hrvatske o klimatskim promjenama za UNFCCC | 2001. | SZ | ZO | D |
| 607. | Prostorna analiza srednjeg godišnjeg broja dana s padanjem snijega na području Hrvatske | 2001. | SZ | | HC |
| 608. | Uspostava i korištenje cjelovitog i jedinstvenog sustava monitoringa zraka HEP-a | 2001. | ZO | EN | HEP |
| 609. | Taloženje onečišćenja na području grada Zagreba | 2001. | ZO | SZ | GŽ |
| 610. | Atmosferski potencijal onečišćenja na širem području Krapine u razdoblju 1981.–1998. | 2001. | ZO | SZ | GŽ |
| 611. | Analiza maksimalne brzine vjetra, ekstremne temperature zraka i opterećenja snijegom na lokaciji Crni vrh u NP Paklenica | 2001. | ZT | SZ | P |
| 612. | Analiza vremenskih prilika na području HE Vinodol tijekom 1998. godine | 2000. | EN | VG | HEP |
| 613. | Analiza vremenskih prilika na području HE Vinodol tijekom 1996. godine | 2000. | EN | VG | HEP |
| 614. | Analiza vremenskih prilika na području HE Senj tijekom 1997. godine | 2000. | EN | VG | HEP |
| 615. | Analiza vremenskih prilika na području HE Senj tijekom 1996. godine | 2000. | EN | VG | HEP |
| 616. | Analiza vremenskih prilika na slivovima Cetine, Zrmanje i Krke tijekom 1996. godine | 2000. | EN | VG | HEP |
| 617. | Analiza vremenskih prilika na području Cetine, Zrmanje i Krke tijekom 1994. godine | 2000. | EN | VG | HEP |
| 618. | Analiza vremenskih prilika na području HE Senj tijekom 1995. godine | 2000. | EN | VG | HEP |
| 619. | Analiza vremenskih prilika na području HE Vinodol tijekom 1995. godine | 2000. | EN | VG | HEP |
| 620. | Analiza razdiobe smjera i brzine vjetra na području Ogulina | 2000. | EN | | D |
| 621. | Režim strujanja na otoku Pagu u razdoblju XII.1998.–VIII.2000. godine | 2000. | EN | | P |
| 622. | Režim strujanja na meteorološkoj postaji Hum (otok Vis) u 1999. godini | 2000. | EN | | P |
| 623. | Analiza strujanja zraka na području Obrovca | 2000. | PR | SZ | D |
| 624. | Meteorološki čimbenici i projektiranje dijela postrojenja KTE Jertovec | 2000. | PUG | EN | P |
| 625. | Analiza maksimalnih 10-min. brzina vjetra za područje luke Vis | 2000. | PUG | PR | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 626. | Meteorološka podloga za dogradnju južne strane korijena gata Sv. Petar-Split | 2000. | PUG | PR | P |
| 627. | Analiza maksimalnih brzina vjetra za uvalu Lamjana na otoku Ugljanu | 2000. | PUG | PR | P |
| 628. | Razdioba čestina brzine i smjera vjetra na području pokraj tunela Učka | 2000. | PUG | PR | P |
| 629. | Razdioba čestine jačine i smjera vjetra na području Kaštela Sućurca | 2000. | PUG | PR | P |
| 630. | Razdioba čestine jačine i smjera vjetra na području Savskog Marofa | 2000. | PUG | PR | P |
| 631. | Analiza meteoroloških prilika na području Korenice | 2000. | PUG | PŠ | HŠ |
| 632. | Analiza meteoroloških prilika na području Plitvica | 2000. | PUG | PŠ | HŠ |
| 633. | Meteorološka podloga za hrvatske norme opterećenje snijegom, ekstremne temperature zraka i opterećenje vjetrom | 2000. | PUG | SZ | P |
| 634. | Modeliranje i analiza disperzije onečišćujućih tvari (NO_x i SO_2) iz TE Zagreb – studija utjecaja na okoliš | 2000. | PUG | ZO | HEP |
| 635. | Modeliranje i analiza disperzije onečišćujućih tvari (NO_x i SO_2) iz TE Osijek – studija utjecaja na okoliš | 2000. | PUG | ZO | HEP |
| 636. | Klimatske karakteristike temperature, oborine i vjetrenog režima Lipika, Jastrebarskog i Čazme | 2000. | PUG | ZT | P |
| 637. | Analiza vremenskih prilika na području Županije brodsko-posavske | 2000. | PUG | | D |
| 638. | Meteorološka podloga za izgradnju montažne sportske dvorane u Crikvenici | 2000. | PUG | | GŽ |
| 639. | Analiza maksimalnih brzina vjetra na području Aljmaša | 2000. | PUG | | P |
| 640. | Analiza meteoroloških prilika područja Tounja | 2000. | PUG | | P |
| 641. | Meteorološke karakteristike južnog ruba Zagreba | 2000. | PUG | | P |
| 642. | Organizacijske prepostavke i sustav za osiguranje potpore Državnog hidrometeorološkog zavoda za djelovanje u slučajevima ekoloških nesreća ili izvanrednih događaja koji mogu ugroziti okoliš, te izazvati opasnost za život i zdravlje ljudi | 2000. | SZ | | D |
| 643. | Nužni uvjeti za osiguranje meteorološke potpore za djelovanje i zaštitu u slučaju nuklearne nesreće u okviru Tehničkog potpornog centra | 2000. | SZ | | D |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 644. | Analiza vremenske situacije 22. travnja 2000. na virovitičkom području | 2000. | SZ | | D |
| 645. | Analiza strujanja zraka za potrebe skladištenja otrovnog plina na području Osijeka | 2000. | ZO | SZ | P |
| 646. | Analiza vremenskih prilika na području HE "Tribalj" tijekom 1994. godine | 1999. | EN | VG | HEP |
| 647. | Analiza vremenskih prilika na području HE "Senj" tijekom 1994. godine | 1999. | EN | VG | HEP |
| 648. | Procjena očekivane brzine vjetra i učestalosti udara groma na lokaciji Rota na poluotoku Pelješcu | 1999. | EN | | D |
| 649. | Sezonske karakteristike oborinskih vertikalnih gradijenata na području Like i Gorskog kotara | 1999. | EN | | HEP |
| 650. | Vertikalni gradijenti evapotranspiracije na području Like i Gorskog kotara | 1999. | EN | | HEP |
| 651. | Mjesto i uloga obnovljivih izvora u Županiji splitsko-dalmatinskoj – Meteorološka podloga | 1999. | EN | | P |
| 652. | Klimatske prilike na području trase prometnice od Bosiljeva do Josipdola | 1999. | PR | | P |
| 653. | Klimatske karakteristike za potrebe projektiranja trafostanice 110/20 kV Dunat na otoku Krku | 1999. | PUG | EN | HEP |
| 654. | Projektne parametri i meteorološki čimbenici na području TE-TO Zagreb | 1999. | PUG | EN | P |
| 655. | Vjetrovni režim za potrebe projektiranja zaštitnih zidova od buke na istočnom dijelu autoputa Zagreb–Lipovac | 1999. | PUG | PR | P |
| 656. | Meteorološka podloga za projektiranje objekata odvodnje u Rijeci | 1999. | PUG | VG | P |
| 657. | Meteorološka podloga za izgradnju skladišnog prostora za skladištenje otrova II skupine (plinski klor) na području Šibenika | 1999. | PUG | ZO | P |
| 658. | Režim strujanja na području Hunjke na Medvednici | 1999. | PUG | ZT | P |
| 659. | Analiza vremenskih situacija 7. i 12. srpnja 1999. na području Koprivničko-križevačke županije | 1999. | SZ | | GŽ |
| 660. | Analiza vremenske situacije 11. lipnja 1999. na području Koprivničko-križevačke županije | 1999. | SZ | | GŽ |
| 661. | Program meteoroloških istražnih radova za potrebe utvrđivanja količine onečišćenja koja dospijevaju na područje nacionalnih parkova taloženjem iz atmosfere, NP Krka, NP Mljet, prijedlog projekta | 1999. | ZO | SZ | P |
| 662. | Meteorološki ulazni podaci i ocjena primjene modela disperzije na području Rijeke | 1999. | ZO | SZ | P |
| 663. | Hidrometeorološke podloge i prilozi za nacionalni energetski program MAHE | 1998. | EN | | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 664. | Meteorološka podloga za primjenu u projektiranju energetski efikasne toplinske zaštite zgrada | 1998. | EN | | P |
| 665. | Meteorološka podloga konačne studije utjecaja na okoliš zračne luke na otoku Korčuli | 1998. | PUG | PR | D |
| 666. | Procjena očekivanih maksimalnih udara vjetra za potrebe projektiranja zaštitnih zidova od buke na autocesti Zagreb–Goričan | 1998. | PUG | PR | P |
| 667. | Vjetrovni režim Opatije | 1998. | PUG | | P |
| 668. | Oborinski režim šireg okoliša Knina tijekom rujna 1997. godine | 1998. | VG | | HEP |
| 669. | Klimatsko-bioklimatski prikaz Malog Lošinja | 1998. | ZT | | GŽ |
| 670. | Meteorološke podloge moguće proizvodnje električne energije iz energije vjetra na odabranim makrolokacijama u Republici Hrvatskoj | 1997. | EN | | HEP |
| 671. | Meteorološke podloge za potrebe izgradnje TE Jertovec | 1997. | PUG | EN | P |
| 672. | Meteorološke podloge za potrebe izgradnje termoenergetskih objekata na području Dalmacije (Lukovo Šugarje, Obrovac) | 1997. | PUG | EN | P |
| 673. | Meteorološka podloga za izradu prethodne studije utjecaja na okoliš zračne luke na otoku Lošinju | 1997. | PUG | PR | D |
| 674. | Meteorološka podloga za izradu prethodne studije utjecaja na okoliš zračne luke na otoku Visu | 1997. | PUG | PR | D |
| 675. | Meteorološka podloga za izradu prethodne studije utjecaja na okoliš zračne luke na otoku Lastovu | 1997. | PUG | PR | D |
| 676. | Meteorološka podloga za izradu prethodne studije utjecaja na okoliš zračne luke na otoku Hvaru | 1997. | PUG | PR | D |
| 677. | Meteorološka podloga za izradu prethodne studije utjecaja na okoliš zračne luke na otoku Korčuli | 1997. | PUG | PR | D |
| 678. | Meteorološka podloga za procjenu efekta prirodne ventilacije tunela Sv. Rok (Velebit) | 1997. | PUG | PR | P |
| 679. | Meteorološka podloga za projektiranje objekata odvodnje s prometnice od Krapine do Macelja | 1997. | PUG | PR | P |
| 680. | Meteorološka podloga za projektiranje objekata odvodnje s prometnice od Vrbovskog do Bosiljeva | 1997. | PUG | PR | P |
| 681. | Meteorološka podloga za potrebe dimenzioniranja opreme TE Plomin II | 1997. | PUG | ZO | P |
| 682. | Meteorološka podloga za projektiranje kanalizacijskog sustava grada Pule | 1997. | PUG | | P |
| 683. | Meteorološki uvjeti i kakvoća zraka na području plinskog polja Molve | 1997. | ZO | | P |
| 684. | Vjetar i energetski potencijal vjetra u Hrvatskoj | 1996. | EN | | D |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 685. | Strujni režim na lokacijama marina Skradin i Peškera | 1996. | PUG | PR | P |
| 686. | Meteorološka podloga za projektiranje objekata odvodnje s prometnice "Istarski ipsislon" | 1996. | PUG | VG | P |
| 687. | Rad mreže brojila atmosferskih električnih pražnjenja na području južne Hrvatske u 1995. godini. | 1996. | SZ | | HEP |
| 688. | Klimatski potencijal šireg okoliša Podsuseda | 1996. | ZO | | HEP |
| 689. | Studija utjecaja na okoliš za trasu jadranske autoceste, dionica tunel "Sveti Rok" – Maslenica | 1995. | PUG | PR | P |
| 690. | Meteorološke podloge za projektiranje i eksploataciju objekta u luci Plomin | 1995. | PUG | ZO | HEP |
| 691. | Meteorološki uvjeti – prilog studiji utjecaja na okolinu za deponij komunalnih otpadaka na Rabu | 1995. | PUG | ZO | P |
| 692. | Meteorološka podloga za program integralnog razvoja lastovskog otočja | 1995. | PUG | ZT | P |
| 693. | Meteorološka podloga za potrebe prostornog planiranja županije Varaždinske | 1995. | PUG | | GŽ |
| 694. | Osnovne termičke i oborinske prilike na području Hrvatske | 1995. | PUG | | HŠ |
| 695. | Glavne značajke dnevnih hodova meteoroloških elemenata na opservatoriju Zagreb-Maksimir u razdoblju od 28. do 30. svibnja 1995. | 1995. | SZ | | D |
| 696. | Strujanje zraka na području Podsuseda – prilog studiji Klimatski potencijal šireg okoliša Podsuseda | 1995. | ZO | | HEP |
| 697. | Prikaz vjetrovnog režima za izradu projektne dokumentacije helidroma i lukobrana na Brijunima | 1994. | PUG | PR | D |
| 698. | Intenziteti oborine u Zadru | 1994. | PUG | PR | P |
| 699. | Meteorološka podloga za izradu projektne dokumentacije zračne luke na području Imotskog | 1994. | PUG | PR | P |
| 700. | Strujanje zraka na području Biograda na moru – Prilog studiji utjecaja na okolinu uređaja za pročišćavanje otpadnih voda biogradske rivijere | 1994. | PUG | VG | P |
| 701. | Meteorološke podloge za program integralnog razvoja lastovskog otočja – Strujanje zraka | 1994. | PUG | ZT | P |
| 702. | Rad mreže brojila atmosferskih električnih pražnjenja na području južne Dalmacije u 1993. godini. | 1994. | SZ | | HEP |
| 703. | Analiza odnosa minimalnih temperatura zraka i temperatura tla za potrebe sigurnosti cestovnog prometa | 1993. | PR | SZ | HC |
| 704. | Prikaz nekih karakteristika vjetrovnog režima na području Rovinja | 1993. | PUG | PR | P |
| 705. | Prikaz nekih karakteristika vjetrovnog režima na području Umaga | 1993. | PUG | PR | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 706. | Klimatske, bioklimatske i disperzijske karakteristike općine Senj | 1993. | ZT | ZO | GŽ |
| 707. | Osnovne klimatske karakteristike na području Jaruna u ljetnom razdoblju | 1993. | ZT | | P |
| 708. | Meteorološke podloge za planiranje izgradnje aerodroma Vis | 1992. | PUG | PR | GŽ |
| 709. | Meteorološka podloga za potrebe prostornog planiranja općine Rijeka | 1992. | PUG | | GŽ |
| 710. | Studija temperaturnih parametara nizinskog dijela Hrvatske | 1992. | PUG | | INA |
| 711. | Meteorološka podloga za potrebe projektiranja objekta posebne namjene na području okolice Zadra | 1992. | PUG | | P |
| 712. | Ekološki projekt - Zagreb Osnove, I dio: Meteorologija | 1992. | ZO | | P |
| 713. | Prikaz vjetrovnog režima na mostu Riječina | 1991. | PR | SZ | HC |
| 714. | Havarija DV na širem području Senja, 18.9.1991., uzroci i posljedice | 1991. | SZ | EN | HEP |
| 715. | Ocjena prijenosa štetnih primjesa prema režimu vjetra meteorološke stanice Krapina | 1991. | ZO | | GŽ |
| 716. | Meteorološke i klimatske prilike na širem području Molva – studija postojećeg stanja | 1991. | ZO | | INA |
| 717. | Usporedba potencijalnih lokacija za termoelektrane i nuklearne objekte na prostoru RH II C faza | 1990. | PUG | EN | HEP |
| 718. | Kriteriji za izbor lokacija za termoelektrane i nuklearne objekte | 1990. | PUG | EN | HEP |
| 719. | Meteorološka podloga za projektiranje doka u luci Martinšćica | 1990. | PUG | PR | P |
| 720. | Meteorološka podloga za potrebe hidrološko-hidrauličke studije Mirne | 1990. | PUG | VG | P |
| 721. | Meteorološki monitoring Riječkog područja – idejni projekt | 1990. | ZO | | INA |
| 722. | Prikaz vremenskih prilika u 1989. godini u odnosu na razdoblje 1981.–85. na području NP Plitvice | 1990. | ZT | ZO | P |
| 723. | Vremenske prilike i astma kod djece u Velom Lošinju I 88 – XI 89 | 1990. | ZT | | P |
| 724. | Meteorološke prilike na području budućih i sadašnjih akumulacija HE Senj | 1989. | EN | VG | HEP |
| 725. | Mogućnost korištenja eolne energije u SR Hrvatskoj | 1989. | EN | | P |
| 726. | Analiza odabranih podataka o strujanju na lokacijama autoceste Zaprešić, Starigrad kod Senja i Titov most-Krk | 1989. | PR | | P |
| 727. | Klimatski prikaz područja Novalje za potrebe razvoja maslinarstva | 1989. | PŠ | | P |
| 728. | Meteorološki istraživački radovi za potrebe HE Lešće i VES Lučicu | 1989. | PUG | EN | HEP |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 729. | Meteorološka podloga za projektiranje lukobrana marine Tribunj | 1989. | PUG | PR | P |
| 730. | Meteorološki izvještaj za projektiranje lukobrana Lučice | 1989. | PUG | PR | P |
| 731. | Meteorološka podloga za odabir trasa Jadranske autoceste od Rijeke do granice SR Crne Gore i cestovnog povezivanja Zagreba i središnje Hrvatske s Dalmacijom | 1989. | PUG | PR | P |
| 732. | Meteorološki izvještaj za projektiranje lukobrana marine Ičići | 1989. | PUG | PR | P |
| 733. | Analiza meteoroloških prilika na stanicu Rogoznica-Zečevo (IV 88.–VII 89.) | 1989. | PUG | | D |
| 734. | Maksimalni pritisci i smjerovi najjačih vjetrova na području RO "Elektroprimorje" | 1989. | SZ | EN | HEP |
| 735. | Meteorološka podloga za vodoprivrednu osnovu rijeke Orljave | 1989. | VG | | P |
| 736. | Preliminarna studija utjecaja primarno nižih izvora emisije u meteorološkim uvjetima specifičnim za visoke koncentracije sumporovog dioksida u Zenici | 1989. | ZO | | P |
| 737. | Prikaz vremenskih prilika u 1988. godini u odnosu na razdoblje 1981.–1985. godina na području NP Plitvice | 1989. | ZT | ZO | P |
| 738. | Mjerenja mikrometeoroloških uvjeta u dijelu kompjuterskog centra INA-Naftaplin Šubićeva | 1989. | ZT | | INA |
| 739. | Vremenske prilike i astma kod djece u Velom Lošinju (I–XII 1988) | 1989. | ZT | | P |
| 740. | Karakteristike oborine i strujanja za potrebe izrade studije o zaštiti okoline PKP Ličko Lešće | 1988. | PUG | EN | HEP |
| 741. | Prikaz vjetrovnog režima na području grada Dubrovnika u svrhu određivanja parametara projektiranja mosta na Rijeci Dubrovačkoj | 1988. | PUG | PR | P |
| 742. | Meteorološka podloga za projektiranje radio-veza | 1988. | PUG | SZ | D |
| 743. | Ocjene stabilnosti na lokaciji NE Slavonija | 1988. | PUG | ZO | HEP |
| 744. | Meteorološka podloga za projektiranje klimatizacije | 1988. | PUG | | P |
| 745. | Meteorološke prilike na području Banije, Korduna i dijela G. kotara 14.–15. II '87. | 1988. | SZ | | HEP |
| 746. | Prijedlog programa praćenja stanja i mogućih utjecaja okoline u cilju optimalnog poznavanja i korištenja SRC Jarun | 1988. | ZO | ZT | P |
| 747. | Prikaz vremenskih prilika u 1987. godini u odnosu na razdoblje 1981.–85. na području NP Plitvice | 1988. | ZT | ZO | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 748. | Studija o meteorološkim prilikama na području budućeg dalekovoda 380 kV TS Melina – TS Vrbovsko | 1987. | PUG | EN | HEP |
| 749. | Prethodni sigurnosni izvještaj za NE Slavonija kod Dalja | 1987. | PUG | EN | HEP |
| 750. | Park prirode Velebit, Klimatske karakteristike | 1987. | PUG | ZT | D |
| 751. | Klimatski režim temperature i vjetra u Virovitici | 1987. | PUG | | D |
| 752. | Dopuna studije utjecaja na okolinu izgradnje kompleksne rafinerije aluminija i ljevaonice sivog ljeva RO "Kovina" u Velikom Trgovišću | 1987. | PUG | | P |
| 753. | Ocjena oborinskih prilika na području Hrvatske u razdoblju VII–XI 1986. | 1987. | VG | | D |
| 754. | Studija utjecaja glavnih izvora emisije SO ₂ na aerozagadanje u Zenici | 1987. | ZO | | P |
| 755. | Idejni projekt - monitoring hidrometeoroloških i ekoloških parametara za potrebe rada i upravljanja elektroenergetskim objektima na području ZO Rijeka i Gospića | 1986. | EN | ZO | HEP |
| 756. | Meteorološki parametri potrebni za iskorištavanje sunčeve energije u SRH, III dio Globalno zračenje | 1986. | EN | | HEP |
| 757. | Prethodna studija utjecaja VS Osijek i VS Donji Miholjac na okolicu – dio meteorologija | 1986. | PUG | EN | HEP |
| 758. | Klimatske prilike područja Stinice | 1986. | PUG | PR | P |
| 759. | Prosječni difuzioni potencijal okoliša NE Vir u ovisnosti o periodu osrednjavanja meteoroloških parametara | 1986. | PUG | ZO | HEP |
| 760. | Ocjena strujanja na području planirane sanitарne deponije – Bjelovar | 1986. | PUG | ZO | P |
| 761. | Projektni parametri i vjetar na lokaciji stadiona Dinama u Zagrebu | 1986. | PUG | ZT | P |
| 762. | Vremenske prilike i astma kod djece u Velom Lošinju | 1986. | PUG | | P |
| 763. | Temperaturni i oborinski režim u Bjelovaru | 1986. | PUG | | P |
| 764. | Vremenske prilike na potezu Karlovac – Rijeka u veljači 1986. | 1986. | SZ | PR | P |
| 765. | Prethodni izvještaj o nivou radioaktivne kontaminacije SR Hrvatske u ovisnosti o meteorološkim prilikama nakon havarije u NE "Lenjin" u Černobilu | 1986. | ZO | SZ | D |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 766. | Analiza pojava štetnih komponenata s posebnim osvrtom na kisele kiše i njihove štetne posljedice i prijedlogom mjera | 1986. | ZO | | D |
| 767. | Difuzioni potencijal Kutine IX 1983.–VIII 1984. | 1986. | ZO | | INA |
| 768. | Prijedlog provođenja profilnih meteoroloških mjerena u Zeničkom bazenu | 1986. | ZO | | P |
| 769. | Prikaz vremenskih prilika u 1986. godini na području NP Plitvice | 1986. | ZT | ZO | P |
| 770. | Prikaz vremenskih prilika u 1985. god. u odnosu na klimu područja Nacionalnog parka Plitvice | 1986. | ZT | ZO | P |
| 771. | Studija uređenja zemljišta i otvorenih vodotoka za gornji dio vodnog područja slivova Drave i Dunava, I Analiza oborinskog režima | 1986. | VG | PUG | P |
| 772. | Analiza mahovitosti bure na "Titovom mostu" | 1985. | PR | SZ | HC |
| 773. | Korelacija brzina vjetra Krk-Titov most – Rijeka-aerodrom | 1985. | PR | SZ | HC |
| 774. | Meteorološka podloga za projektiranje helidroma u luci Gaženica-Zadar | 1985. | PUG | PR | P |
| 775. | Režim intenziteta oborine za područje Župe Dubrovačke | 1985. | PUG | VG | P |
| 776. | Klimatske prilike potencijalnih lokacija deponija anorganskog tehnološkog otpada grada Zagreba u Sesvetskom Kraljevcu i Vukomeričkim goricama | 1985. | PUG | ZO | P |
| 777. | Studija utjecaja na okolinu buduće cementare T.C.-Podrute | 1985. | PUG | ZO | P |
| 778. | Komparativna analiza 5-godišnjeg niza prosječnih vrijednosti meteoroloških elemenata i bioklimatskih veličina na lokaciji KB Novi Zagreb, Zagreb-Maksimir i Zagreb-Grič | 1985. | PUG | ZT | P |
| 779. | Prostorna raspodjela srednje godišnje temperature zraka na području SR Hrvatske | 1985. | PUG | | INA |
| 780. | Specijalne ruže vjetra na širem području Zagreba | 1985. | PUG | | P |
| 781. | Oborinski, temperaturni i strujni režim na lokaciji Novi Dvori | 1985. | PUG | | P |
| 782. | Klimatske prilike područja Sesvetskog Kraljevca | 1985. | PUG | | P |
| 783. | Godišnja karta izohijeta za područje Gorskog kotara i Primorja s interpolacijom podataka za razdoblje 1982., 1983., 1984. g. | 1985. | VG | | HV |
| 784. | Model disperzije H_2S i CO_2 iz pogona INA-Naftaplin-Molve II dio | 1985. | ZO | | INA |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 785. | Proračun prizemnih koncentracija pri istovremenom radu pogona Molve I i Molve II | 1985. | ZO | | INA |
| 786. | Difuzioni potencijal, karakteristike graničnog sloja na bazi mjerena za vrijeme kompleksnog eksperimenta | 1985. | ZO | | INA |
| 787. | Model disperzije H ₂ S i CO ₂ iz pogona INA-Naftaplin-Molve I dio | 1985. | ZO | | INA |
| 788. | Trajektorije zračnih čestica za potrebe NE KRŠKO | 1985. | ZO | | P |
| 789. | Analiza rezultata mjerena onečišćenja zraka i kemijske oborine na području N.P. Plitvička jezera | 1985. | ZT | ZO | P |
| 790. | Klimatski prikaz nacionalnog parka Plitvice | 1985. | ZT | | P |
| 791. | Komentar osnovnih meteoroloških parametara za lokaciju Mali Lošinj | 1985. | ZT | | P |
| 792. | Praćenje meteoroloških fenomena za potrebe elektroprivrede SRH | 1984. | EN | | HEP |
| 793. | Energija vjetra kao ekstremni izvor generiranja električne energije za potrebe naftovoda i plinovoda | 1984. | EN | | INA |
| 794. | Meteorološki parametri potrebni za iskorištavanje sunčeve energije na magistralnim trasama cjevovoda područja sjeverne Hrvatske | 1984. | EN | | INA |
| 795. | Profilna mjerena bure na Titovom mostu | 1984. | PR | SZ | HC |
| 796. | Ekstremne temperaturne i vjetrovne prilike na riječkoj zaobilaznici | 1984. | PR | SZ | HC |
| 797. | Vremenske prilike u razdoblju 21.12.1983.–20.3.1984. na području sjeverne Hrvatske s osvrtom njihovog utjecaja na promet | 1984. | PR | SZ | P |
| 798. | Ekstremne temperaturne i vjetrovne prilike na Riječkoj zaobilaznici | 1984. | PR | | HC |
| 799. | Prosječne klimatske karakteristike na području Zagreb-Pleso | 1984. | PR | | P |
| 800. | Ekstremne meteorološke prilike na širem području NE Slavonija | 1984. | PUG | EN | HEP |
| 801. | Idejni projekt sistema za praćenje prizemnih i visinskih meteoroloških uvjeta na lokaciji NE Prevlaka | 1984. | PUG | EN | HEP |
| 802. | Prethodni sigurnosni izvještaj za NE Prevlaka | 1984. | PUG | EN | HEP |
| 803. | Meteorološki aspekti podloga za projektiranje 110 kV dalekovoda | 1984. | PUG | EN | P |
| 804. | Temperaturne prilike značajne za izradu separata "Energetika BI Ušjanik" | 1984. | PUG | EN | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 805. | Vremenske prilike na lokacijama Panitula Velika, Žut, Skradin, Jezera i Trogir u razdoblju veljača – lipanj 1984. | 1984. | PUG | PR | P |
| 806. | Prethodna studija procjene difuzionih karakteristika za slučaj kratkotrajnih ispusta iz NE Slavonija | 1984. | PUG | ZO | HEP |
| 807. | Klimatske prilike značajne za snimanje eksterijera u zimskom dijelu godine u Zagrebu, Rijeci i Puli | 1984. | PUG | ZT | P |
| 808. | Analiza meteoroloških podataka o jakom vjetru i minimalnim temperaturama na lokaciji Sv. Jure Bickovo | 1984. | PUG | | D |
| 809. | Prikaz klimatskih prilika šireg područja grada Siska | 1984. | PUG | | D |
| 810. | Meteorološki podaci Novi Dvori (1973.–1982.) | 1984. | PUG | | P |
| 811. | Meteorološka podloga za projektiranje radio-veza | 1984. | PUG | | P |
| 812. | Meteorološka podloga za potrebe projektiranja gospodarskog dvorišta u Crnec polju | 1984. | PUG | | P |
| 813. | Procjena očekivanih udara vjetra na lokaciji Jugoturbina-Karlovac | 1984. | PUG | | P |
| 814. | Meteorološke prilike na području Riječkog zaljeva za dane 1.–3.12.1983. | 1984. | SZ | PR | P |
| 815. | Ekstremne vjetrovne prilike u Zagrebu (1905.–1984.) | 1984. | SZ | | GŽ |
| 816. | Meteorološke oborinske podloge za projekt "Katastar malih vodnih snaga u SRH" | 1984. | VG | | HEP |
| 817. | Model rasprostiranja SO ₂ oko TE "Plomin 1 i 2" | 1984. | ZO | | HEP |
| 818. | Proračun vertikalnog profila vjetra nad TE Plomin 2 | 1984. | ZO | | HEP |
| 819. | Režim strujanja u odnosu na stabilnost atmosfere (Dubrovnik) | 1984. | ZO | | P |
| 820. | Difuzioni potencijal Kutine | 1984. | ZO | | P |
| 821. | Prikaz bioklimatskih prilika na području Zagreba tokom 1982. godine | 1984. | ZT | | P |
| 822. | Meteorološki parametri potrebni za iskorištavanje sunčeve energije u SRH II dio – naoblaka i modificirana insolacija | 1983. | EN | | HEP |
| 823. | Spektralna analiza brzine bure na Titovom mostu | 1983. | PR | | HC |
| 824. | Mezoanaliza šireg područja Titovog mosta-Krk | 1983. | PR | | P |
| 825. | Klimatske prilike Pleso-Velika Gorica | 1983. | PR | | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 826. | Analiza režima strujanja na lokacijama Rab-Supetarska Draga, Badija kod Korčule i Poreč | 1983. | PUG | PR | P |
| 827. | Orografska modifikacija prostorne razdiobe prosječnih godišnjih normiranih prizemnih koncentracija u okolišu NE Prevlaka | 1983. | PUG | ZO | HEP |
| 828. | Idejni projekt mjerенog sistema AMS Kutina za potrebe PPK | 1983. | PUG | ZO | P |
| 829. | Klimatološki prikaz Podruta | 1983. | PUG | ZO | P |
| 830. | Prikaz klimatskih prilika šireg područja Bjelovara | 1983. | PUG | | GŽ |
| 831. | Analiza strujanja prema režimu vjetra stanice Novi Dvori | 1983. | PUG | | P |
| 832. | Difuzioni potencijal Kutine | 1983. | ZO | | P |
| 833. | Usmjeravanje opskrbe energijom grada i područja Zagreba do 2000. g. | 1982. | EN | | HEP |
| 834. | Analiza analognog i digitalnog zapisa automatske meteorološke stanice na Viru | 1982. | PUG | EN | HEP |
| 835. | Varijacije prosječnog strujnog polja u širem području NE Prevlaka | 1982. | PUG | EN | HEP |
| 836. | Model difuzije i transporta grada Varaždina | 1982. | ZO | | GŽ |
| 837. | Meteorološki aspekti utjecaja TE PLOMIN 2 na okoliš | 1982. | ZO | | HEP |
| 838. | Utjecaj perioda osrednjavanja na procjenu stabilnosti prizemnog sloja atmosfere | 1982. | ZO | | HEP |
| 839. | Bioklimatske prilike na području Zagreba | 1982. | ZT | | P |
| 840. | Meteorološki parametri potrebni za iskorištavanje sunčeve energije u SRH I dio – trajanje sijanja Sunca | 1981. | EN | | HEP |
| 841. | Preliminarna meteorološka istraživanja za potrebe nuklearne elektrane u Slavoniji | 1981. | PUG | EN | HEP |
| 842. | Intenziteti oborine za Zagreb-Pleso prema podacima za Maksimir | 1981. | PUG | VG | P |
| 843. | Statistička procjena difuzionih karakteristika atmosfere za slučaj kratkotrajnih emisija NE Prevlaka | 1981. | PUG | ZO | HEP |
| 844. | Prostorne varijacije stabilnosti na širem području "NE Slavonija" | 1981. | PUG | ZO | P |
| 845. | Studija transporta i difuzije otpadnih plinova na lokaciji Fučkov jarak | 1981. | PUG | ZO | P |
| 846. | Komparativna analiza meteoroloških mjerjenja na lokaciji buduće bolnice u Novom Zagrebu za periode II 1979.–II 1980. i III 1980.–II 1981. | 1981. | PUG | ZT | P |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|---|--------|------------|------------|------------|
| 847. | Meteorološke i bioklimatske prilike lokacije buduće bolnice u Novom Zagrebu | 1981. | PUG | ZT | P |
| 848. | Utjecaj stepenica Save kod Zagreba na formiranje magle | 1981. | PUG | | P |
| 849. | Rezultati meteoroloških istraživanja na lokaciji buduće NE Vir | 1980. | PUG | EN | HEP |
| 850. | Prosječni difuzioni potencijal okoliša NE Prevlaka | 1980. | PUG | ZO | HEP |
| 851. | Meteorološke podloge za projektiranje Nove bolnice u Novom Zagrebu | 1980. | PUG | ZT | P |
| 852. | Meteorološke prilike na području Zagreba (park Novi Zagreb) | 1980. | PUG | ZT | P |
| 853. | Prikaz općih klimatskih karakteristika područja zajednice općina Osijek | 1980. | PUG | | GŽ |
| 854. | Jaki vjetar na području Plomina | 1980. | PUG | | P |
| 855. | Vodoprivredna osnova područja grada Zagreba A – Meteorološka podloga | 1980. | VG | | GŽ |
| 856. | Strujanje zraka nad Zagrebom | 1980. | ZO | EN | HEP |
| 857. | Istraživanja o zagađenosti zraka na području grada Varaždina | 1980. | ZO | | GŽ |
| 858. | Ekološka studija šireg područja Plomina | 1980. | ZO | | HEP |
| 859. | Idejni projekt i investicijski program dolinske, dvokolosječne elektrificirane željezničke pruge (Hrv. Leskovac) – Karlovac – Rijeka, Hidrometeorološki istražni radovi | 1979. | PUG | PR | P |
| 860. | Studija lokalne klime Brezovice | 1979. | PUG | | P |
| 861. | Meteorološki aspekti zagađenosti zraka u Kutini (VI '78 – V '79) | 1979. | ZO | | P |
| 862. | Klimatske prilike centralnog vršnog područja Medvednice | 1979. | ZT | | GŽ |
| 863. | Vjetar u Splitu | 1978. | PUG | PR | P |
| 864. | Neki klimatski parametri sjeverozapadnog dijela otoka Krka | 1978. | PUG | | P |
| 865. | Režim vjetra na području Jadranskog mora | 1978. | SZ | | INA |
| 866. | Ispitivanje efikasnosti pirotehničke smjese metodom "Sonlage" | 1978. | ZO | | P |
| 867. | Izvještaj o rezultatima analize uzoraka AgJ | 1978. | ZO | | P |
| 868. | Ekstremne meteorološke prilike lokacije NE Vir | 1977. | PUG | EN | HEP |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 869. | Preliminarna studija o meteorološkim uvjetima na lokaciji budućeg kombinata INA-PETROKEMIJA u Kutini | 1977. | PUG | | P |
| 870. | Analiza temperature zraka u 21 h za rujan i listopad za područje Zagreb-Griča | 1977. | SZ | | HEP |
| 871. | Studija ovisnosti zagađenosti zraka o meteorološkim parametrima na širem području Bakarskog zaljeva | 1977. | ZO | | P |
| 872. | Stimulacija oborina na slivnom području HE "Senj" | 1976. | EN | VG | HEP |
| 873. | Tipovi gradijentnog strujanja na Jadranskom moru | 1976. | SZ | | P |
| 874. | Rezultati ispitivanja a) temperature gorenja reagensa; b) brzine gorenja reagensa | 1976. | ZO | | P |
| 875. | Razvoj rakete SAKO-10 | 1976. | ZO | | P |
| 876. | Istraživanje meteoroloških parametara na širem području Bakarskog zaljeva | 1976. | ZO | | P |
| 877. | Obrada i teoretski proračun brzine vjetra pri tlu na području aerodroma Zagreb-Pleso i na visini 100 i 150 m na području opservatorija Zagreb-Maksimir | 1975. | PR | | INA |
| 878. | Preliminarni izvještaj o klimatskim prilikama na stanicu Oborovo | 1975. | PUG | EN | HEP |
| 879. | Režim strujanja i analiza olujnog vjetra na Palagruži | 1975. | PUG | PR | P |
| 880. | Srednje brzine vjetra za Zagreb | 1975. | ZO | | INA |
| 881. | Ispitivanje raketa za obranu od tuče, prijedlog za ispitivanje reagensa T-185 | 1975. | ZO | | P |
| 882. | Istraživanje zagađenosti zraka i meteoroloških parametara na širem području Bakarskog bazena | 1975. | ZO | | P |
| 883. | Mikroklimatske prilike u zgradama CK SKH | 1975. | ZT | | P |
| 884. | Proračun optimalne visine dimnjaka za EL-TO Zagreb, Zagorska 1 | 1974. | PUG | ZO | HEP |
| 885. | Prizemne koncentracije SO ₂ (određene računski) oko EL-TO ZAGREB, Zagorska 1 u 1973. | 1974. | ZO | EN | HEP |
| 886. | Analiza meteoroloških parametara: temperatura vode Jesenice, ruža vjetra Cerkle, stabilnost atmosfere Cerkle za potrebe NE Krško | 1974. | ZO | EN | P |
| 887. | Prognoza razbijanja inverzije na području grada Zagreba | 1974. | ZO | | HEP |
| 888. | Specijalna mjerjenja i izrada formule za nadvisivanje dimnih plinova | 1974. | ZO | | HEP |

| Rbr. | Naslov | Godina | Područje 1 | Područje 2 | Naručitelj |
|------|--|--------|------------|------------|------------|
| 889. | Klimatologija aerodroma Zagreb-Pleso | 1973. | PR | | P |
| 890. | Studija najvjerojatnijeg rasprostiranja SO ₂ iz dimnjaka "TE" u Zagorskoj ul. i "TE-TO" na Žitnjaku | 1973. | ZO | EN | HEP |
| 891. | Studija najvjerojatnijeg rasprostiranja SO ₂ iz dimnjaka TE u Sisku | 1973. | ZO | EN | HEP |
| 892. | Neki meteorološki parametri kao podloga urbanističkom planiranju | 1972. | PUG | | GŽ |
| 893. | Osnovni meteorološki faktori koji djeluju na zagadenost zraka u centru Zagreba | 1972. | ZO | | GŽ |
| 894. | Studija meteoroloških uvjeta za lokaciju NTE na području Zagreba i Siska | 1970. | ZO | | HEP |
| 895. | Visinska strujanja nad Zagrebom | 1968. | SZ | | D |
| 896. | Snježne prilike na području HE Nikola Tesla i HE Senj | 1967. | EN | SZ | HEP |
| 897. | Makrovremenske situacije koje donose velike oborine u Gorskem kotaru i Lici | 1967. | EN | VG | HEP |
| 898. | Klimatološki opis južnih i jugozapadnih predjela Zagreba | 1967. | ZT | | GŽ |
| 899. | Klimatske karakteristike regije južnog jadranskog primorja na području S. R. Hrvatske | 1966. | PUG | | P |
| 900. | Prilog poznavanju vremenskih situacija povezanih s velikim količinama oborine u Gorskem kotaru | 1957. | EN | VG | HEP |

Skraćenice:

- ALADIN *Air Limitee Adaptation dynamique Development InterNational* – ime konzorcija u kojem sudjeluju zemlje koje koriste ALADIN model i ime modela
- ALPEX *Alpine Experiment* – Alpski eksperiment, međunarodni projekt
- CDF *Cummulative Distribution Function* – funkcija kumulativne razdiobe
- CEI *Central European Initiative* – Inicijativa srednje Europe – centralni međuvladin forum zemalja srednje Europe za potporu suradnji zemalja članica EU i europske integracije
- CHMI *Czech Hydrometeorological Institute* – Češki hidrometeorološki zavod
- CLRTAP *Convention on Long-range Transboundary Air Pollution* – Konvencija o prekograničnom daljinskom prijenosu onečišćenja zraka
- CMI Centar za meteorološka istraživanja
- COSMO *Consortium for Small-Scale Modelling* – konzorcij za modeliranje na maloj skali
- COST *European Cooperation in Science and Technology* – europska organizacija za financiranje istraživanja i inovacija
- CSSI *Committee for Scientific and System maintenance Issues* – Savjet za znanstvena pitanja i pitanja održavanja sustava
- ECOMET *Economic interest grouping of the National Meteorological Services of the European Economic Area* – Ekomska interesna grupa nacionalnih meteoroloških službi unutar Europske ekomske zajednice
- EMS *European Meteorological Society* – Europsko meteorološko društvo
- ETH *Eidgenössische Technische Hochschule* – Savezna tehnička visoka škola u Zürichu

| | |
|-----------------|---|
| <u>EU FP</u> | <i>EU Framework Programmes (for Research and Technological Development)</i> – program za financiranje istraživanja i tehničkog razvoja u zemljama Europske unije; 1984. je počeo FP1, u tijeku je FP8 |
| <u>EU IPA</u> | <i>EU Instrument for Pre-Accession Assistance</i> – program za financiranje istraživanja u zemljama kandatkinjama za EU |
| <u>FAIRMODE</u> | <i>Forum for air quality modelling in Europe</i> – Forum za modeliranje kvalitete zraka na području Europe |
| <u>GCM</u> | <i>Global Climate Model</i> – globalni klimatski model |
| <u>GEWEX</u> | <i>Global Energy and Water Cycle Exchanges Project</i> – međunarodni integrirani program istraživanja, opažanja i drugih znanstvenih aktivnosti s ciljem određivanja globalnog i regionalnog hidrološkog ciklusa i prijenosa zračenja i energije te njihovog utjecaja na klimatske promjene |
| <u>HIRLAM</u> | <i>High Resolution Limited Area Model</i> – numerički model (prognoze vremena) visoke rezolucije za ograničeno područje |
| <u>HRID</u> | <i>High Resolution Isentropic Diagnosis</i> – dijagnostički izentropski model visoke rezolucije |
| <u>ISRBC</u> | <i>International Sava River Basin Commission</i> – Međunarodna komisija za sliv rijeke Save – Sava komisija |
| <u>JCOMM</u> | <i>Joint Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology</i> – Združena tehnička komisija za oceanografiju i pomorsku meteorologiju |
| <u>LCL</u> | <i>Lifted condensation level</i> – nivo kondenzacije |
| <u>MZOIP</u> | Ministarstvo zaštite okoliša i prirode |
| <u>NCAR</u> | <i>National Center for Atmospheric Research</i> – Američki centar za atmosferska istraživanja |
| <u>NWP</u> | <i>Numerical Weather Prediction</i> – numerička prognoza vremena |
| <u>OMSZ</u> | <i>Országos Meteorológiai Szolgálat</i> – Mađarska meteorološka služba |

| | |
|-----------------|---|
| <u>PannEx</u> | <i>Pannonian Basin Experiment</i> – međunarodni integrirani program istraživanja, opažanja i drugih znanstvenih aktivnosti s ciljem određivanja hidrološkog ciklusa i prijenosa zračenja i energije te njihovog utjecaja na klimatske promjene u Panonskom bazenu; dio projekta GEWEX |
| <u>RC LACE</u> | <i>Regional Cooperation for Limited Area modeling in Central Europe</i> – Regionalna suradnja srednje Europe za modeliranje na ograničenom području |
| <u>SEECOF</u> | <i>Southeastern European Climate Outlook Forum</i> – Klimatski forum zemalja jugoistočne Europe |
| <u>SMIR</u> | Sektor za meteorološka istraživanja i razvoj |
| <u>SURFEX</u> | <i>Surface Externalisée</i> – (na francuskom); platforma za modeliranje pri tlu |
| <u>UKMO</u> | <i>United Kingdom Met Office</i> – Meteorološka služba Ujedinjenog Kraljevstva |
| <u>UNECE</u> | <i>United Nations Economic Commission for Europe</i> – Ekonomski komisija Ujedinjenih naroda za Evropu |
| <u>UN-ISDR</u> | <i>United Nations International Strategy for Disaster Reduction</i> – Međunarodna strategija Ujedinjenih naroda za smanjenje katastrofa |
| <u>UTC</u> | <i>Coordinated Universal Time</i> – koordinirano univerzalno vrijeme, primarni svjetski standard za vrijeme koji predstavlja srednje Sunčevu vrijeme bilo koje točke na nultom meridijanu |
| <u>WB</u> | <i>World Bank</i> – Svjetska banka |
| <u>WIGOS</u> | <i>WMO Integrated Global Observing System</i> – Integrirani globalni sustav opažanja pri Svjetskoj meteorološkoj organizaciji |
| <u>WIS-DCPC</u> | <i>WMO Information System – Data Collection and Production Centre</i> – Centar za prikupljanje podataka i proizvoda i informacijski sustav Svjetske meteorološke organizacije |
| <u>WMO</u> | <i>World Meteorological Organization</i> – Svjetska meteorološka organizacija |
| <u>WWW</u> | <i>World Weather Watch</i> – Svjetsko meteorološko bdijenje |

