

DRŽAVNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD
SEKTOR ZA METEOROLOŠKA ISTRAŽIVANJA I RAZVOJ
Služba za klimatološka istraživanja i primijenjenu klimatologiju
Služba za agrometeorologiju

**Sedmo nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema
Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime
(UNFCCC)**

Izabrane točke u poglavljima:

- 6. – Procjena osjetljivosti, utjecaj klimatskih promjena i mjere prilagodbe
- 8. - Istraživanje, sistematsko motrenje i monitoring

**Seventh National Communication of the Republic of
Croatia under the United Nation Framework Convention on
the Climate Change (UNFCCC)**

Selected sections in chapters:

- 6. – Vulnerability assessment, climate change impacts and adaptation measures
- 8. –Research and systematic observation



Zagreb, ožujak 2018.

Studija "Izabrana poglavlja Sedmog nacionalnog izvješća Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime" izrađena je u Državnom hidrometeorološkom zavodu, Grič 3, Zagreb prema zahtjevu Ministarstva zaštite okoliša i prirode, Ulica Republike Austrije 14, Zagreb (vaš broj: KLASA: 018-04/17-02/06, URBROJ: 517-06-1-2-18-1 od 15. 2. 2018., naš broj: KLASA: 920-01/18-23/10, URBROJ: 517-18-1) i dopisu primljenom elektroničkom poštom 14.3.2018. od pomoćnika ministra g. Igora Čižmeka (naš broj: KLASA: 920-01/18-23/10, URBROJ: 517-17-2)

Autori: mr.sc. Ksenija Cindrić Kalin (potpoglavlje 8.3)
 dr. sc.Ivan Güttler (potpoglavlje 8.3)
 dr.sc. Krešo Pandžić (potpoglavlje 6.1 i 8.1 i 8.2.)
 mr.sc. Lidija Srnec (potpoglavlje 8.3)
 dr. sc. Višnja Vučetić (potpoglavlje 8.3)
 dr.sc. Ksenija Zaninović (potpoglavlje 8.3)

Zamjenik ravnateljice

SEKTOR ZA METEOROLOŠKA
ISTRAŽIVANJA I RAZVOJ

dr.sc. Krešo Pandžić

Voditeljica Službe za klimatološka istraživanja
i primijenjenu klimatologiju

dr.sc. Ksenija Zaninović

Voditeljica Službe za agrometeorologiju

dr.sc. Višnja Vučetić

Ravnateljica

dr.sc. Branka Ivančan-Picek

SADRŽAJ

6. PROCJENA OSJETLJIVOSTI, UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA I MJERE PRILAGODBE.....	2
6.1. Globalne klimatske promjene.....	2
6.1.1. 2017. godina najtoplija od početka sustavnih meteoroloških mjerenja bez utjecaja El Nino toplinske anomalije	2
6.1.2. Najtoplija dekada	6
6.1.3. „Topli“ i „hladni“ ekstremi	7
6.1.4. Minimalna rasprostranjenost arktičkog morskog leda.....	8
8. - ISTRAŽIVANJE, SISTEMATSKO MOTRENJE I MONITORING	10
8.1. Globalni klimatski motriteljski sustav	10
8.2. Prikupljanje podataka i sustavna motrenja u Republici Hrvatskoj.....	10
8.2.1. Postojeće motriteljske mreže	10
8.2.2. Modernizacija meteorološke motriteljske mreže DHMZ-a	14
8.3. Istraživanje	18
8.3.1. Opća politika istraživanja i sustavna promatranja	18
8.3.2. Istraživanje	18

CONTENTS

6. VULNERABILITY ASSESSMENT, CLIMATE CHANGE IMPACTS AND ADAPTATION MEASURES.....	22
6.1. Global climate change.....	22
6.1.1. 2017 – the warmest year on the record without El Nino warm anomaly	22
6.1.2 The warmest decade	26
6.1.3. „Warm“ and „cold“ extremes	27
6.1.4. Minimum extent of the Arctic sea cover	29
8. RESEARCH AND SYSTEMATIC OBSERVATION.....	31
8.1. Global Climate Observation System	31
8.2. Data collection and systematic observations in Croatia	31
8.2.1. Existing observation networks	31
8.2.2. Modernization of DHMZ meteorological observation network	34
8.3. Research	38
8.3.1. General policy on and funding of research and systematic observation.....	38
8.3.2. Research.....	38

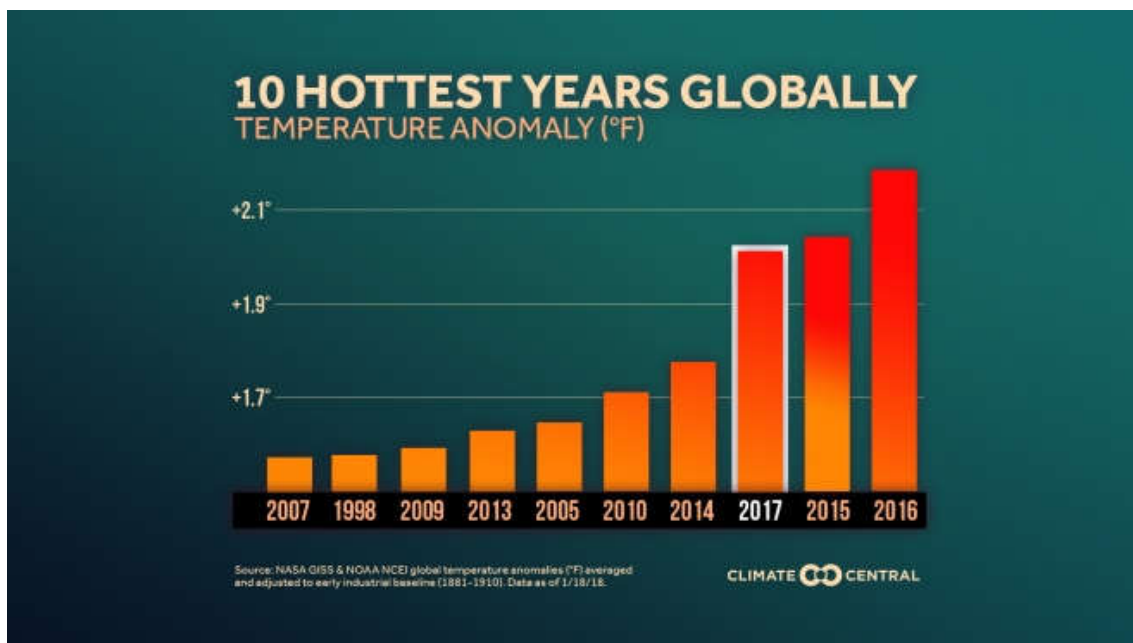
6. PROCJENA OSJETLJIVOSTI, UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA I MJERE PRILAGODBE

6.1. Globalne klimatske promjene

Klima na Zemlji varira tijekom godišnjih doba, dekada i stoljeća kao posljedica prirodnih i ljudskih utjecaja. Prirodna varijabilnost na različitim vremenskim ljestvicama je uzrokovana ciklusima i trendovima promjena na Zemljinoj orbiti (Milanković, 2008), dolaznom Sunčevom ozračenju, sastavu atmosfere, oceanskoj cirkulaciji, biosferi, ledenom pokrovu i drugim uzrocima (WMO, 2013).

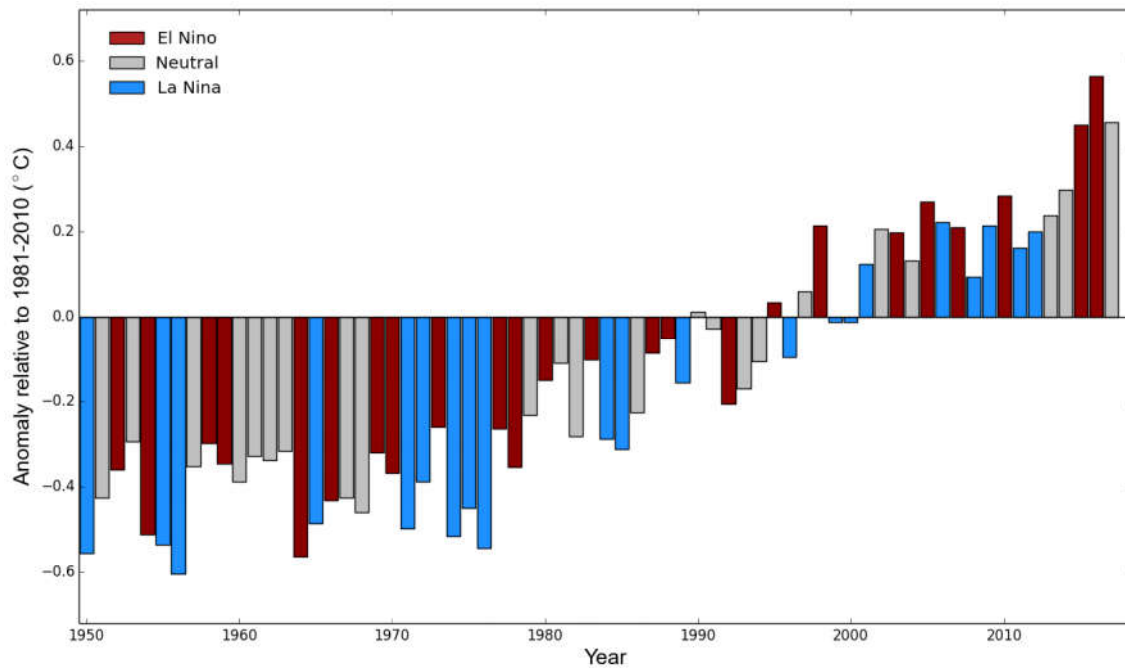
6.1.1. 2017. godina najtoplija od početka sustavnih meteoroloških mjerenja bez utjecaja El Nino toplinske anomalije

Prema procjeni NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) i NASA (National Aeronautics and Space Administration), državnih agencija iz Sjedinjenih Američkih Država (SAD), 2017. godina imala je srednju globalnu godišnju temperaturu, koja se odnosi na prizemni sloj atmosfere iznad kopna i površinu mora, treću po veličini od predindustrijskog razdoblja to jest odstupanje $+1.2^{\circ}\text{C}$ od prosjeka za predindustrijsko razdoblje 1881.-1910. godina. Posebnost 2017. godine u odnosu na druge dvije najtoplije godine, to jest 2016. i 2015. godinu, je odsutnost El Nino događaja (područja pozitivne anomalije temperature površine Tihog oceana na prostranom ekvatorijalnom području) uz prevladavajuće neutralne uvjete do jeseni kada se formirala La Nina (područja negativna anomalije temperature površine Tihog oceana na prostranom ekvatorijalnom području). Na Slici 6.1.1-1 je prikazano deset najtoplijih godina od početka sustavnih meteoroloških mjerenja od kojih 9, osim 1998. godine, su iz 21. stoljeća.



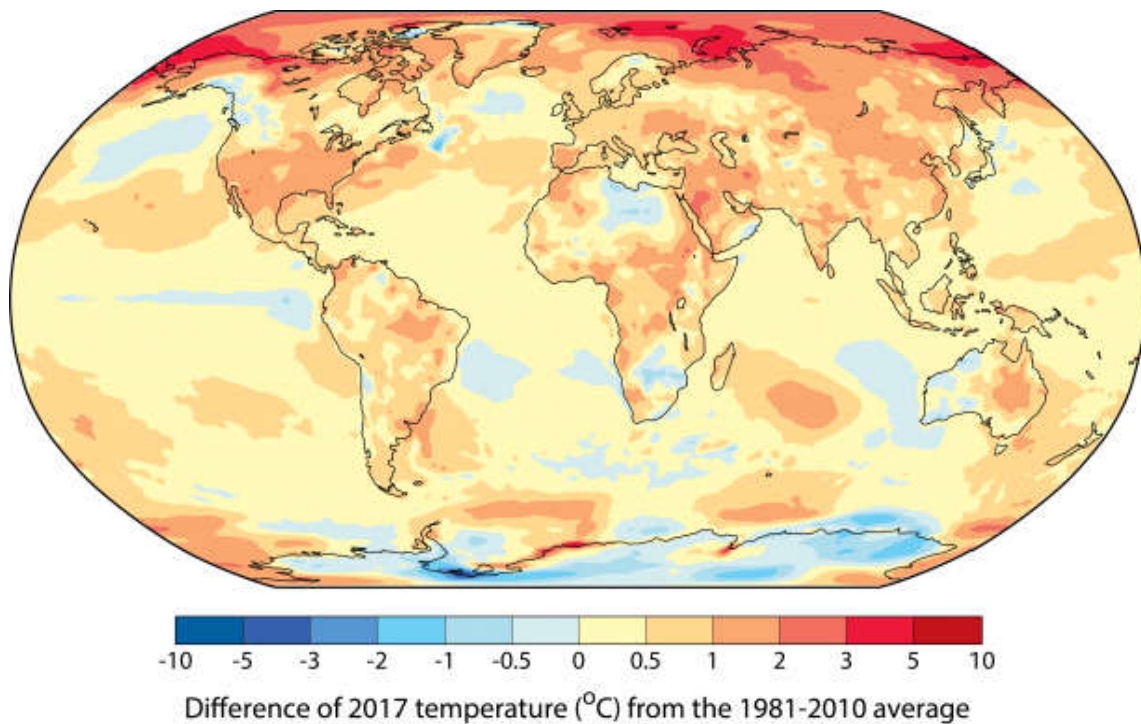
Slika 6.1.1-1 Deset najtoplijih godina u razdoblju sustavnog mjerenja temperature zraka i mora na Zemlji. NOAA i NASA (2018).

Drugim riječima, prema WMO (2018), srednja globalna temperatura za 2017. godinu bila je 0.46°C iznad višegodišnjeg prosjeka 1981-2010. godina (14.3°C). Ovo 30-godišnje razdoblje je uzeto jer ga mnoge državne meteorološke službe već koriste kao referentno klimatsko razdoblje za ocjenu kolebanja bitnih klimatskih varijabli kao što su temperatura, oborina i vjetar, koji su važni za upravljanje vodama, energijom, poljoprivredom i zdravstvenom zaštitom (Slika 6.1.1-2). Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ) Republike Hrvatske kao referentno razdoblje koristi tradicionalno 30-godišnje razdoblje 1961-1990. godina koje također još koristi i Međuvladin panel o klimatskim promjenama (IPCC).



Slika 6.1.1-2 Anomalije srednje globalne temperature u odnosu na referentno razdoblje 1981-2010. godina (prema WMO, 2018).

Najviše vrijednosti pozitivnih anomalija temperature bile su u arktičkom području (Slika 6.1.1-3), što je u skladu s klimatskim scenarijima.



Slika 6.1.1-3 Razdioba anomalije srednje godišnje temperature za 2017. godinu u odnosu na referentno razdoblje 1981-2010. godina (prema WMO, 2018).

Sažetak klimatskih karakteristika na globalnoj ljestvici za 2017. godinu prikazan je na Slici 6-1.1-4. Zadnje tri godine to jest 2015., 2016. i 2017. bile su 3 najtoplije godine od kada postoje sustavna meteorološka motrenja ss srednjom globalnom temperaturom za 1.1-1.2°C iznad predindustrijskog razdoblja 1881-1910. godina. Godina 2017. je bila godina bez utjecaja El Nina te godina jakog utjecaja ekstremnog vremena.



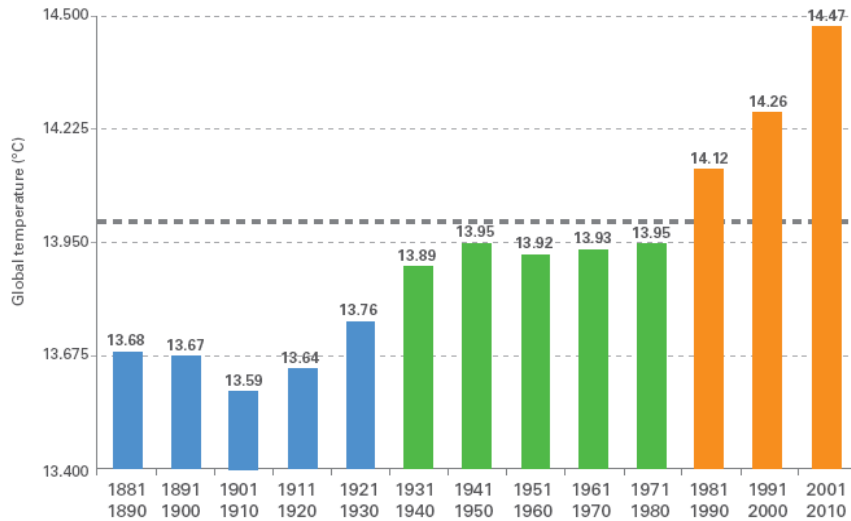
Slika 6.1.1-4 Sažetak klimatskih obilježja na globalnoj ljestvici za 2017. godinu (prema WMO, 2018).

Dugoročno globalno zatopljenje posljedica je porasta emisije stakleničkih plinova u Zemljinoj atmosferi. U prosincu 2017. godine na postaji Mauna Loa (Hawaii) koncentracija ugljik dioksida bila je 406.82 čestice po milijunu (engl. parts per million - ppm), s porastom od 2.40 ppm u odnosu na prosinac 2016. godine. Na početku mjerenja, koncentracija ugljik dioksida na istoj postaji 1958. godine bila je 314.47 ppm, za 29% manja nego 2017. godine.

6.1.2. Najtoplija dekada

Proučavanje Svjetske meteorološke organizacije (WMO, 2013) pokazuje da se znakovit porast globalne temperature zraka pojavio tijekom zadnje tri dekade razdoblja istraživanja to jest od 1981. do 2010. godine (slika 6.1.1-2 i 6.1.2-1). Porast globalne temperature u prosjeku iznosi 0,17°C po dekadi za vrijeme navedenog razdoblja dok je za čitavo promatrano razdoblje 1880.-2010. godine prosječan porast samo 0,062°C po dekadi. Nadalje, porast od 0,21°C srednje dekadne temperature između razdoblja 1991.-2000. i 2001.-2010. godine je veći od porasta srednje dekadne temperature između razdoblja 1981.-1990. i 1991.-2000. godine (0,14°C) te najveći od svih sukcesivnih dekada od početka

instrumentalnih mjerenja. Devet od deset godina u dekadi 2001-2010. godina su bile najtoplije u čitavom promatranom nizu. Najtoplija godina uopće je 2010. za razmatrano razdoblje.

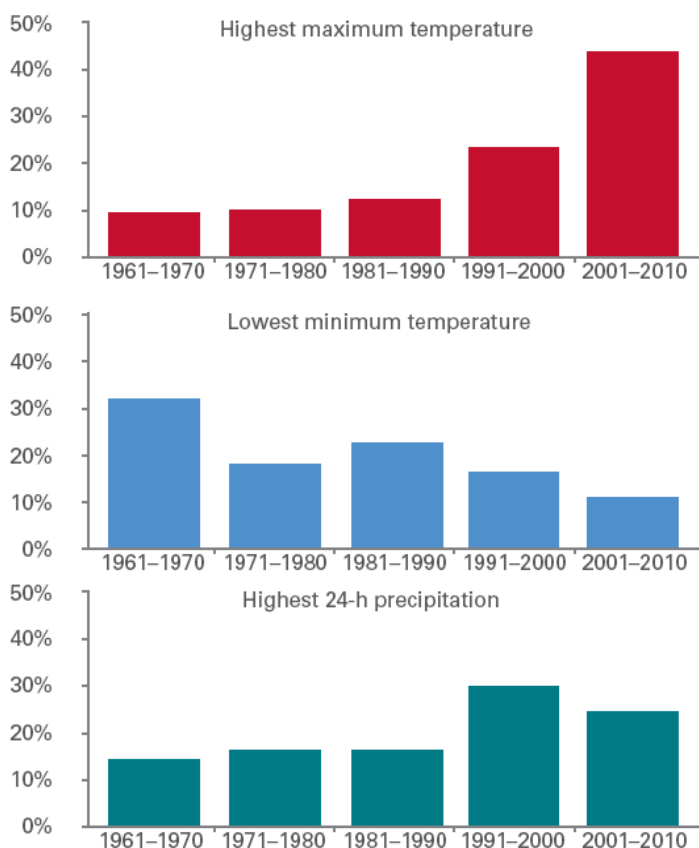


Slika 6.1.2-1 Globalna kombinirana površinska temperatura zraka iznad kopna i površinska temperatura mora (°C). Horizontalna siva crta označava vrijednost višegodišnjeg prosjeka za razdoblje 1961.-1990. godina (14°C). (WMO, 2013)

6.1.3. „Topli“ i „hladni“ ekstremi

Iako je srednja godišnja temperatura važan klimatski pokazatelj, temperatura koju osjećaju ljudi može se znatno razlikovati od dana do dana i tijekom godine zbog prirodne varijabilnosti klime. Istovremeno, čovjekov utjecaj vjerojatno je izazvao porast maksimalnih temperatura toplih dana i noći kao i minimalnih temperatura hladnih dana i noći. Također je vjerojatnije da postoji nego da ne postoji čovjekov utjecaj porasta rizika za pojavu toplih valova (WMO, 2013.).

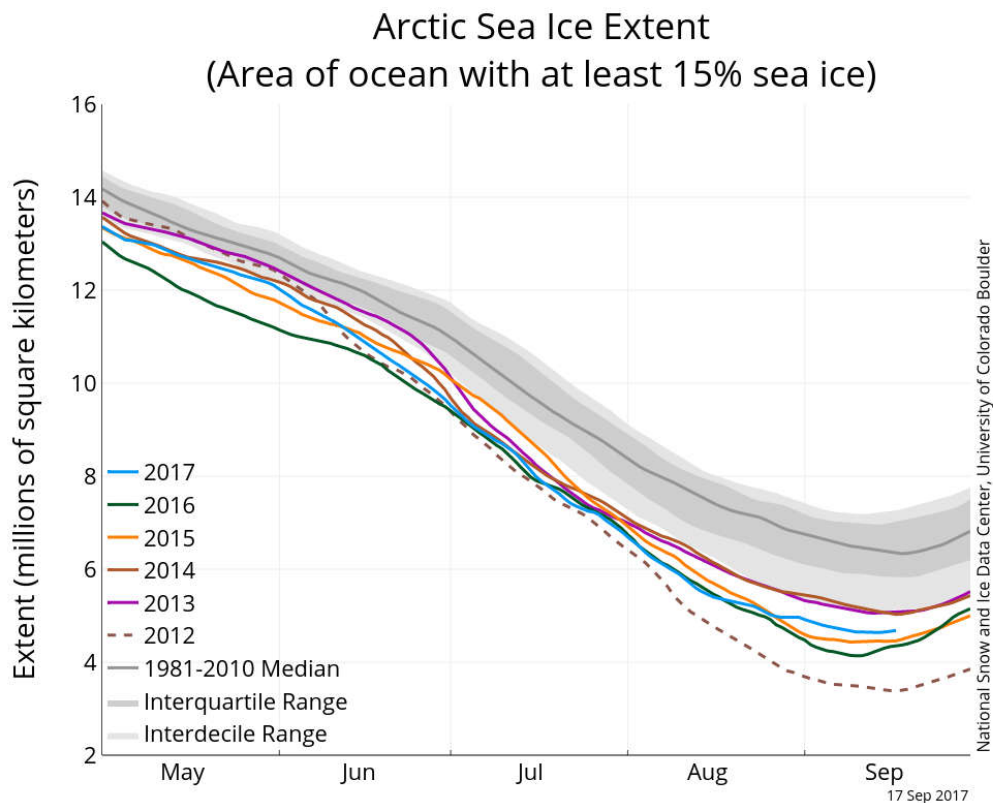
Prema istraživanju WMO-a, ukupno 56 zemalja (44%) izvijestilo je da se njihov apsolutni dnevni maksimum temperature za razdoblje 1961.-2010. godine pojavio za vrijeme dekade 2001.-2010. godine dok se u 24% zemalja taj maksimum pojavio za vrijeme razdoblja 1991.-2000. godine uz ostatak 32% zemalja koje su zabilježile apsolutni maksimum tijekom preostale tri promatrane dekade. Nasuprot tome, 11% (14 od 127) zemalja zabilježilo je apsolutni minimum temperature tijekom dekade 2001.-2010. godina, 32% tijekom 1961.-1970. godine i preostalih 57% zemalja zabilježilo je apsolutni minimum u preostalim međudekadama (slika 6.1.3-1). Zabilježen je porast 24 satnih količina oborine u zadnje dvije dekade (donji dio slike 6.1.3-1).



Slika 6.1.3-1 Apsolutni ekstremi maksimalne i minimalne temperature zraka i 24-satne količine oborine u zadnjih pet dekada (WMO, 2013)

6.1.4. Minimalna rasprostranjenost arktičkog morskog leda

Prema *Državnom centru za podatke o snijegu i ledu* (engl. National Snow & Ice Data Center – NSIDC) iz SAD-a 13. rujna 2017. godine morska površina pod ledom na Arktiku dostigla je svoj godišnji minimum (Slika 6.1.4-1). Ta je površina bila 4.64 milijuna četvornih kilometara i 1.58 milijuna četvornih kilometara manja od prosjeka za razdoblje 1981-2010. godina te 500 tisuća kilometara četvornih viša od površine za isti datum 2012. godine. Minimalna površina pod ledom 2017. godine pojavila se 2 dana ranije od 15. rujna koji karakterizira prosječni minimum pod ledom na Arktiku. Najraniji godišnji minimum zabilježen je 5. rujna 1980. i 1987. godine, a posljednji 23. rujna 1997. godine.



Slika 6.1.4-1 Ledeni morski pokrov na Arktiku za 2017. godinu u usporedbi s prethodnih pet godina i prosjekom za razdoblje 1981.-2010. godina

Litaratura

Milanković, M., 2008: *Astronomical theory of climate changes and its application in Geophysics*. Prosvjeta, Zagreb. 192 pp.

NASA&NOAA, 2018: *Provisional statement on the status of the global climate in 2017*.

WMO, 2013 : *The global climate 2001-2010 – A decade of climate extremes, summary report*

WMO Note – No 1119. 15 pp.

WMO, 2017: *Provisional statement on the status of the global climate in 2016*.

WMO, 2018: *Provisional statement on the status of the global climate in 2017*.

8. - ISTRAŽIVANJE, SISTEMATSKO MOTRENJE I MONITORING

8.1. Globalni klimatski motriteljski sustav

Globalni klimatski motriteljski sustav (engl. *Global Climate Observation System*, kratica GCOS) ustanovljen je 1992. godine i Republika Hrvatska, koju predstavlja Državni hidrometeorološki zavod, je njegova članica od osnutka. Taj sustav uključuje motrenja u svim komponentama klimatskog sustava: atmosferi, moru i kopnu. Nakana GCOS-a je definirati i pokriti motrenjima sve potrebne zahtjeve monitoringa klimatskog sustava uključujući satelitska motrenja na globalnoj, regionalnoj i nacionalnoj razini i stvoriti uvjete za unaprjeđenje sustava motrenja.

Globalni sustav svih sustava motrenja Zemlje (ENGL. *Global Earth Observation System of Systems*, KRATICA GEOSS) je razmjerno nova inicijativa za koordinaciju i poboljšanje postojećih sustava motrenja na globalnoj razini s ciljem zadovoljenja zahtjeva korisnika na temama: prirodne katastrofe, zdravstvo, energija, klima, voda, vrijeme, ekosustavi, poljoprivreda i bioraznolikost. Republika Hrvatska se pridružila GEOSS-u 2004. godine.

8.2. Prikupljanje podataka i sustavna motrenja u Republici Hrvatskoj

8.2.1. Postojeće motriteljske mreže

Republika Hrvatska ima dugu tradiciju u praćenju segmenata klimatskog sustava. Državni hidrometeorološki zavod je nacionalna ustanova za meteorologiju i hidrologiju koja provodi meteorološka motrenja za operativne potrebe od 1851. godine. Hrvatske institucije koje održavaju motriteljske sustave u segmentima atmosfere, mora, kopna i biološke raznolikosti jesu:

- Državni hidrometeorološki zavod
- Državni zavod za zaštitu prirode
- Ministarstvo pomorstva, prometa i infrastrukture
- Ministarstvo zaštite okoliša i energetiku
- Institut za medicinska istraživanja
- Institut za javno zdravstvo
- Institut za oceanografiju i ribarstvo
- Hrvatski hidrografski institut
- Institut "Ruđer Bošković"
- Geofizički zavod "Andrija Mohorovičić"

- Hrvatski šumarski institut Jastrebarsko.

Pored navedenih institucija, različite institucije i sektori gospodarstva provode vlastita sustavna ili sporadična motrenja. Tablica 8.2.1-1 prikazuje sve postaje u Republici Hrvatskoj za motrenje segmenata klimatskog sustava uključujući nacionalni doprinos motrenju: površinskih i visinskih osnovnih klimatskih varijabli, sastava atmosfere, ocenaskih i terestičkih osnovnih klimatskih varijabli.

Tablica 8.2.1-1: Nacionalni doprinos motrenju: površinskih i visinskih osnovnih klimatskih varijabli, sastava atmosfere, oceanskih i terestičkih varijabli.

Osnovne mreže specificirane u provedbenom planu GCOS-a	Osnovne klimatske varijable (ECVs– Essential climate variables)	Broj postaja ili platformi koje trenutno rade	Broj postaja ili platformi u radu koje rade u skladu s GCMP (Global Climate Monitoring Principles)	Broj postaja ili platformi koje se očekuju u operativi 2020. godine	Broj postaja ili platformi koje dostavljaju podatke u međunarodne centre za podatke	Broj postaja ili platformi s kompletnim povjesnim zapisima raspoloživim u međunarodnim centrima podataka
Površinska mreža GSN (GCOS Surface Network - GSN)	Temperatura zraka	158	120	160	40	40
	Oborina	366	250	350	40	40
Ukupni motriteljski sustav WWW/GOS (World Weather Watch/Global Observin System – WWW/GOS) surface network	Temperatura i tlak zraka, smjer i brzina vjetra, vodena para, oborina	40	40	150	40	40
Osnovna mreža zračenja (Baseline Surface Radiation Network –BSRN)	Trajanje sisanja Sunca	40	40	50	20	20
Ssunčevo zračenje i bilanca zračenja	Prizemno zračenje	10	10	20	5	5
Pokretne morske plutače	Temperatura i tlak zraka	0	0	5	0	0
Fiksne plutače	Temperatura i tlak zraka	2	2	7	1	1
Klimatski projekt dobrovoljnog motrenja na brodovima (Voluntary Observig Ship Climate Project – VOSCLIM)	Temperatura i tlak zraka, brzina i smjer vjetra, vodena para	5	5	10	5	5
Mreža oceanskih plutača i motrilišta na malim izoliranim otocima	Temperatura, smjer i brzina vjetran, tlak zraka i oborina	5	5	10	3	3
GCOS visinska mreža (GCOS Upper Air Network - GUAN)	Visinska temperatura, smjer i brzina vjetra, vodena para	1	1	1	1	1
Puna WWW/GCOS visinska mreža	Visinska temperatura, smjer i brzina vjetra, vodena para	2	2	2	2	2

Svjetska meteorološka organizacija/ Motrenje sastava atmosfere ((World Meteorological Organization - WMO/GAW), Mreža za praćenje atmosferskog CO ₂ & CH ₄)	Ugljični dioksid	1	1	5	0	0
	Metan	0	0	0	0	0
	Drugi staklenički plinovi	5	5	10	5	5
WMO/GAW mreža ozonosondi	Ozon	0	0	0	0	0
WMO/GAW mreža za aerosoli	Optička dubina aerosola	0	0	1	0	0
	Druga svojstva aerosola	15	15	20	5	5
Globalni sustav praćenja razine mora (Sea-level network GLOSS)	Razina mora	10	10	15	5	5
Argo-mreža	Temperatura salinitet, morske struje	2	2	5	1	1
GCOS osnovna mreža za protoke rijeka	Protoci rijeka	300	300	350	50	50
WWW/GOS sinoptička mreža	Snježni pokrivač	40	40	100	40	40

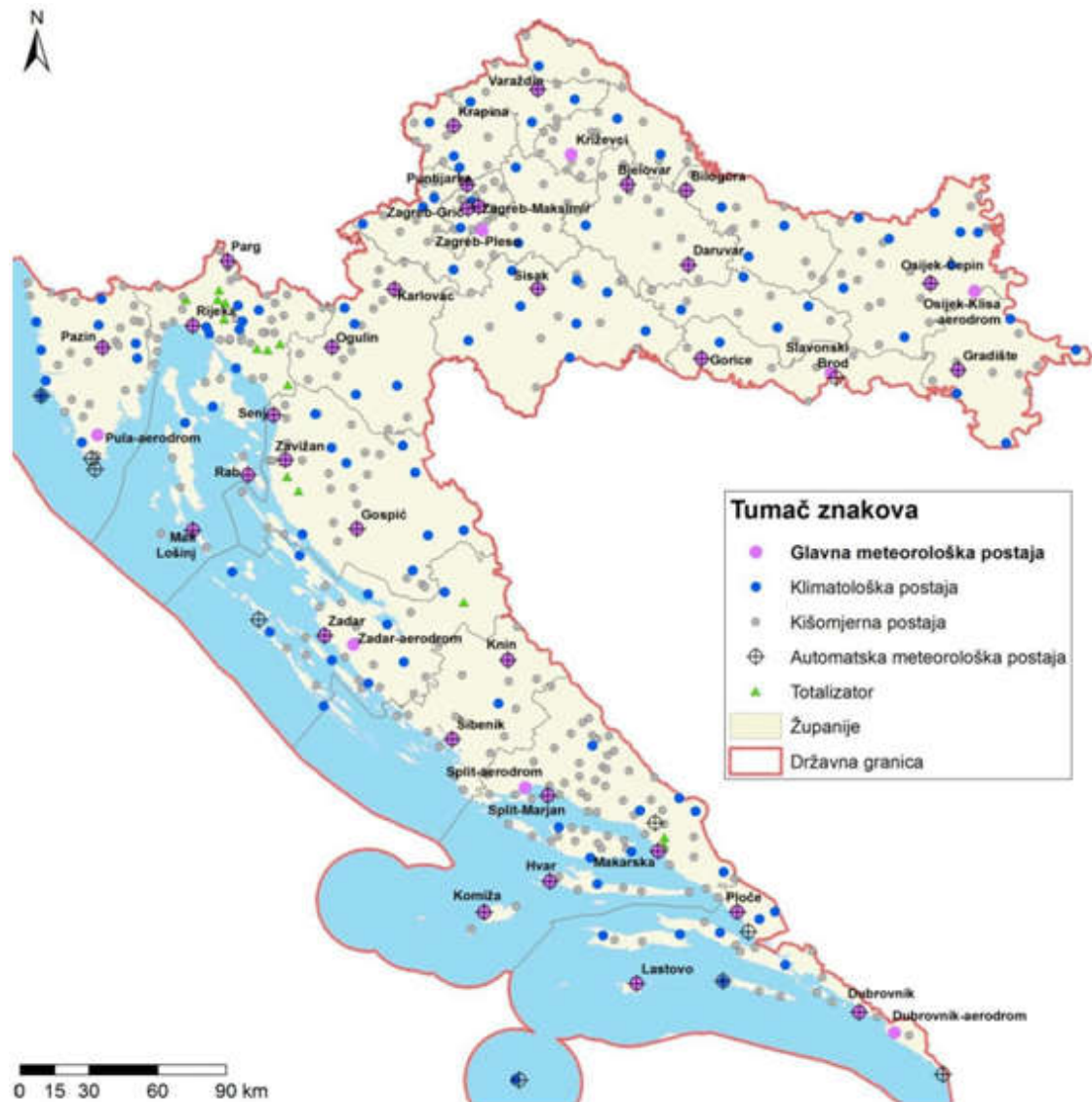
8.2.2. Modernizacija meteorološke motriteljske mreže DHMZ-a

Meteorološka motrenja se bave s dvije vrste podataka: vizualnih opažanja vremenskih pojava i instrumentalnih mjerenja. Sporadična motrenja u Republici Hrvatskoj započela su početkom 19. stoljeća. U DHMZ-u se provode uglavnom manualna motrenja koja obavljaju motritelji na: 36 glavnoj, 117 klimatoloških, 336 kišomjernih postaja i 23 totalizatora (Slika 8.2.2-1). Djelomično automatizirane meteorološke postaje (AMP) kolociraju s 32 glavne meteorološke postaje dok je ostalih 26 instalirano na drugim mjestima. Prostorna razdioba AMP-a je predstavljena na slici 8.2.2-1, a vremenski razvoj AMP-a je prikazan na slici 8.2.2-2. Standardna vremenska rezolucija AMP-a je 10 minuta s istom rezolucijom dostave podataka. Mjerenja stanja tla (temperature i vlažnosti tla) te Sunčeva dozračenja i isparavanja obavljaju se na 19 glavnih meteoroloških postaja DHMZ-a, radiOsondaže se obavljaju u Zagrebu i Zadru, 2 *Dopplerova S-band* + 6 *small S-band* meteoroloških radara i jedan sodar.

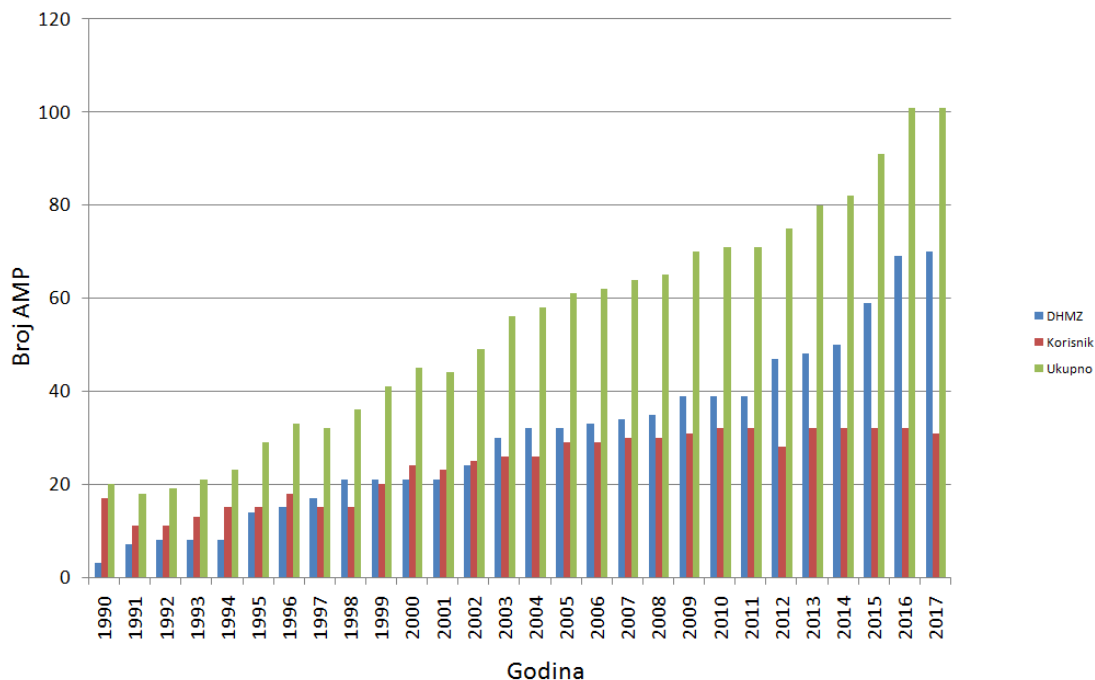
Analize troškova i koristi pokazuju da je daljnji razvoj meteorološke motriteljske mreže ekonomski opravdan, tj. investiranje 1 USD rezultira sa 7 USD dobiti za društvo.

Usprkos respektabilnom broju meteoroloških postaja i podataka koji se prikupljaju postoji potreba za temeljitom modernizacijom postojeće motriteljske mreže što uključuje instalaciju novih postaja: 34 glavnih, 139 klimatoloških, 264 oborinskih, 5 plutača na moru, 1 wind-profiler s radimotrom za mjerenje temperature zraka po visini, 1 lidar i 6 meteoroloških radara (slika 8.2.2-3).

Realizacija modernizacije je započela 1. listopada 2017. godine implementacijom EU projekta *Modernizacije meteorološke motriteljske mreže* (METMONIC) koji će trajati 4 godine i jest jedan od prioritetnih projekata DHMZ-a i MZOE-a u tematskom cilju adaptacije na klimatske promjene EU-a u financijskom razdoblju 2014.-2020. godine iz kojeg se projekt sufinancira s iznosom 85% dok je doprinos Republike Hrvatske 15%.



Slika 8.2.2-1. Razdioba konvencionalnih i automatskih meteoroloških postaja u Republici Hrvatskoj



Slika 8.2.2-2 Razvoj AWS mreže u Republici Hrvatskoj od 1990. do 2017. godine

Podaci dobiveni od, na navedeni način, modernizirane mreže meteoroloških postaja (prizemnih i visinskih) služit će za mnoge svrhe: monitoring i procjenu daljinskog prekograničnog zagađenja, analizu i primjenu tehnika modeliranja geografske distribucije koncentracija (emisije) zagađivača osiguravajući tako potrebne informacije za suzbijanje rizika od opasnosti za zdravlje ljudi zbog izloženosti zagađenju, posebno za osjetljive skupine; za praćenje klime i kalibraciju modela za klimatske promjene i adekvatno planiranje i upravljanje okolišem i za održive aktivnosti sektora gospodarstva; pribavljajući detaljnija mjerenja s ciljem boljeg razumijevanja utjecaja zagađivača na okoliš; razvoj odgovarajuće politike za prilagodbu i ublažavanje klimatskih promjena uključujući smanjenje rizika od elementarnih nepogoda (na primjer poplava ili suša) kao i civilizacijskih katastrofa; za svrhu proizvodnje obnovljive energije itd.



Slika 8.2.2-3 Modernizirana meteorološka motriteljska mreža DHMZ-a u Republici Hrvatskoj uz sufinanciranje iz fonda Europske unije za financijsko razdoblje 2014.-2020. Godine

8.3. Istraživanje

8.3.1. Opća politika istraživanja i sustavna promatranja

- Hrvatska zaklada za znanost (HRZZ) osigurava potporu znanstvenih, visoko obrazovnih i tehnoloških programa i projekata u zemlji.
- DHMZ kao znanstveno-istraživačka pravna osoba u znanstvenom području prirodnih znanosti nacionalno je središte izvrsnosti i znanja u području meteorologije, klimatologije i hidrologije. Istraživanja klime i klimatskih promjena su sastavni dio istraživanja u DHMZ-u koja su primarno financirana iz državnog proračuna (Ministarstvo zaštite okoliša i energetike - MZOE), a djelomično i iz fondova HRZZ-a i Europske unije.
- Istraživanja klimatskih promjena iz potpore HRZZ-a uglavnom se provode u suradnji DHMZ-a s drugim relevantnim institucijama i fakultetima u Hrvatskoj: Sveučilište u Zagrebu - Geofizički zavod, Agronomski fakultet (AF), Fakultet šumarstva; Institut za oceanografiju i ribarstvo (IZOR), Poljoprivredni fakultetu u Osijeku, Građevinski fakultet u Rijeci, Hrvatski šumarski institut, Hrvatski centar za poljoprivredu, hranu i selo (HCPHS), Institut za poljoprivredu i turizam u Poreču (IPT), Ekonomski institut (EI), Hrvatska agencija za okoliš

8.3.2. Istraživanje

Istraživanja klime i klimatskih promjena prema podacima DHMZ-a i klimatskim modelima redovno se provode, a rezultati istraživanja objavljuju se u međunarodno priznatim znanstvenim časopisima. Rezultati istraživanja primjenjuju se u različitim studijama *primjene za potrebe korisnika*. Osim toga, jedan od glavnih ciljeva proteklih i tekućih istraživačkih projekata jest pripremiti podlogu za provedbu akcija i politika prilagodbe klime u budućnosti.

Popis nekoliko relevantnih projekata:

Klimatske promjene i varijabilnost u Hrvatskoj — od globalnih utjecaja do lokalnih zelenih rješenja (CroClimGoGreen)

Financiranje: *Hrvatska zaklada za znanost*

Trajanje: *veljača 2018. – veljača 2023.*

Uspostavni istraživački projekt bavit će se lokalnim i globalnim utjecajima na klimu grada te ublažavanjem urbanih toplinskih otoka (UHI). Istraživanje se sastoji od detekcije i analize obilježja UHI-a grada Zagreba na temelju podataka mjerenja te modeliranja toplinskog opterećenja grada modelom MUKLIMO_3. Analizirat će se obilježja klime grada u uvjetima sadašnje i buduće (toplije) klime te procijeniti utjecaj pojedinih infrastrukturnih promjena u gradu na UHI kao i učinkovitost pojedinih mjera prilagodbe i ublažavanja klimatskih promjena, primjerice mjere prilagodbe plave i zelene infrastrukture. Klimatska varijabilnost i klimatske promjene u Hrvatskoj analizirati će se u kontekstu klime Europe pod utjecajem globalnih i regionalnih procesa.

Vinogradarstvo i klimatske promjene na području Hrvatske (VITCLIC; <https://www.pmf.unizg.hr/geof/znanost/klimatologija/vitcllic>)

Financiranje: *Hrvatska zaklada za znanost*

Trajanje: *travanj 2017. – ožujak 2019.*

Jedan od ciljeva projekta je povezati dozrijevanje i kakvoću grožđa s agroklimatskim indeksima na osnovi meteoroloških podataka za prošlu i sadašnju klimu te projekcija za buduću klimu. Procjenom tih indeksa odredit će se područja povoljna za uzgoj određenih sorata vinove loze, te će se omogućiti pravilan odabir sortimenta prilikom podizanja novih vinograda. Iz dobivenih rezultata predložiti će se strategija prilagodbe vinogradarske tehnologije (navodnjavanje, obrada tla, ampelotehnika, sorta, podloga i dr.) na prevladavajuće klimatske uvjete. Projekt vodi Geofizički odsjek PMF-a Sveučilišta u Zagrebu u suradnji s DHMZ, AF, HCPHS, IPT i EI.

Jadranske dekadske i međugodišnje oscilacije: opažanja, modeliranje i posljedice (ADIOS; <http://jadran.izor.hr/~vilibic/ADIOS/>)

Financiranje: *Hrvatska zaklada za znanost*

Trajanje: *ožujak 2017. – ožujak 2021.*

Tema projekta jest istražiti i kvantificirati procese koji pokreću međugodišnje i desetljetne termohaline varijacije u jadransko-jonskom bazenu. Cilj će se postići (i) dokumentiranjem međugodišnje i desetljetne varijabilnosti analizom dugoročnih oceanografskih mjerenja i postojećih klimatskih modela, (ii) istraživanjem sezonskih i višegodišnjih procesa koji pokreću jadransko-jonsku termohalinu cirkulaciju, u prvom redu stvaranje guste vode u Jadranu i BIOS-a (Bimodalna jadransko-jonska oscilacija), te (iii) procjenom prošle i buduće jadranske klime primjenom jadranskog združenog (atmosfera-more) klimatskog modela visoke razlučivosti. Projekt vodi Institut za oceanografiju i ribarstvo, u suradnji s više nacionalnih i međunarodnih istraživačkih institucija.

Rizici od suše u Dunavskoj regiji (DriDanube; www.interreg-danube.eu)

Financiranje: *Transnacionalni program za Dunav*

Trajanje: *siječanj 2017. – lipanj 2019.*

Opći cilj projekta DriDanube je unaprijediti mogućnosti pravovremenog odgovora na sušu u Dunavskoj regiji te poboljšati spremnost za upravljanje sušom uvođenjem novih alata za praćenje i procjenu rizika od suše te izradu strategije za unapređenje pravovremenog odgovora na sušu. DHMZ je hrvatski partner u projektu, a MZOE je pridruženi partner.

Strategija prilagodbe klimatskim promjenama (<http://prilagodba-klimi.hr/>)

Financiranje: *Prijelazni instrument tehničke pomoći EU*

Trajanje: *svibanj 2016. – studeni 2017.*

DHMZ je pružio stručnu i tehničku podršku projektu „*Jačanje kapaciteta Ministarstva zaštite okoliša i energetike za prilagodbu klimatskim promjenama te priprema Nacrta Strategije prilagodbe klimatskim promjenama*”. Zadatak DHMZ-a je bio izvršiti velik skup simulacija regionalnim klimatskim modelom za razdoblje 1971.-2070. te doprinijeti analizi rezultata za potrebe istraživanja utjecaja projiciranih klimatskih promjena na ugrožene sektore. Ove aktivnosti su izvršene u bliskoj suradnji s Sveučilišnim računskim centrom u Zagrebu (Srce).

Europski okvir za jačanje otpornosti kritične infrastrukture na klimatske promjene (EU-CIRCLE; <http://www.eu-circle.eu/>)

Financiranje: *EU Obzor2020 program*

Trajanje: *lipanj 2015. – svibanj 2018.*

Cilj ovog projekta je razviti metodologiju potrebnu za dokumentiranje, praćenje i prognozu učinaka vremenskih i klimatskih ekstrema na kritičnu infrastrukturu. Uloga DHMZ je bila analizirati i prilagoditi dostupne rezultate različitih tipova klimatskih informacija (globalni i regionalni klimatski modeli, regionalni i lokalni modeli za ekstremne vremenske događaje, dostupni skupovi mjerenja). Hrvatski partneri na projektu su DHMZ, Veleučilište Velika Gorica i Državna uprava za zaštitu i spašavanje (DUZS).

Klima jadranske regije u njenom globalnom kontekstu (CARE; <http://www.pmf.unizg.hr/geof/znanost/klimatologija/care>)

Financiranje: *Hrvatska zaklada za znanost*

Trajanje: *srpanj 2014. – lipanj 2018.*

Tema projekta je klima jadranskog područja i procesi u atmosferi i oceanu te njihova interakcija. Projekt se temelji na mjerenim podacima i na klimatskom modeliranju prošlih i projekciji budućih klimatskih promjena, a koristi suvremene metode analize i modeliranja podataka. Posebna je pažnja posvećena analizi suše, poplava i toplinskih valova, a istražen je i utjecaj klimatskih promjena na turizam. Dobivena polja na pravilnoj prostornoj mreži su referentni podaci za validaciju klimatskih modela i ulaz u sustave upozorenja na poplave. Projekt se izvodi u suradnji s Geofizičkim odsjekom PMF-a Sveučilišta u Zagrebu.

Lokalne klimatske informacije u području Sredozemlja prema potrebama korisnika (CLIM-RUN; <http://www.climrun.eu/>)

Financiranje: *Europska Komisija*

Trajanje: *ožujak 2011. – veljača 2014.*

Glavni cilj projekta bio je uspostaviti efektivnu razmjenu informacija između znanstvenika i korisnika u područjima osjetljivim na klimatske varijacije i klimatske promjene kakvo je Sredozemlje. U tom smislu, DHMZ se u suradnji s UNDP Hrvatska fokusirao na aktivnosti poboljšanja planiranja proizvodnje energije iz obnovljivih izvora, te turizam kao jedne od najvažnijih odrednica hrvatskog gospodarstva.

6. VULNERABILITY ASSESSMENT, CLIMATE CHANGE IMPACTS AND ADAPTATION MEASURES

6.1. Global climate change

The Earth's climate fluctuates over seasons, decades and centuries in response to both natural and human variables. Natural climate variability on different time scales is caused by cycles and trends in the Earth's orbit (Milanković, 2002), incoming solar radiation, the atmosphere's chemical composition, ocean circulation, the biosphere, cryosphere and much more (WMO, 2013).

6.1.1. 2017 – the warmest year on the record without El Niño warm anomaly

According to NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) and NASA (National Aeronautics and Space Administration), state agencies from United States of America (USA), 2017 finished as the third-warmest year globally since preindustrial time i.e. with anomaly of +1.2°C (+2.1°F) above the preindustrial average for the period 1881-1910. This is the warmest year on record without an El Niño surface temperature warm anomaly in the Pacific Ocean, as neutral conditions existed in the Pacific until La Niña developed in the fall, what was not case in 2016 and 2015, the two the warmest years ever recorded by systematic observations. Ten the warmest years, since beginning systematic observations, are presented in Figure 6.1.1-1 from which 9, except 1998, belong to 21 century.

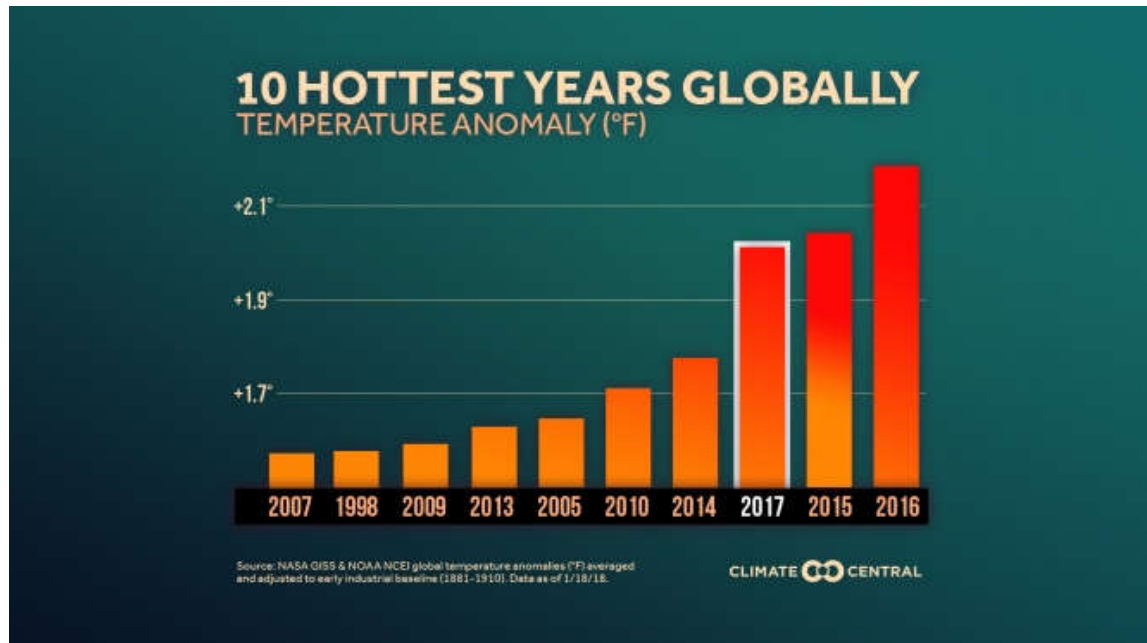


Figure 6.1.1-1 Ten the warmest years during period of systematic observations of air and ocean temperature on the Earth (NOAA and NASA, 2018)

In other words, according to WMO (2018), the globally averaged temperature in 2017 was 0.46°C above the 1981-2010 multiannual average (14.3°C). This 30-year baseline is used by some national meteorological and hydrological services to assess the averages and variability of key climate parameters, such as temperature, precipitation and wind, which are important for climate sensitive sectors such as water management, energy, agriculture and health (Figure 6.1.1-2). Meteorological and Hydrological Service (DHMZ) of the Republic of Croatia uses a traditional standard period 1961-1990 which is still in use by Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

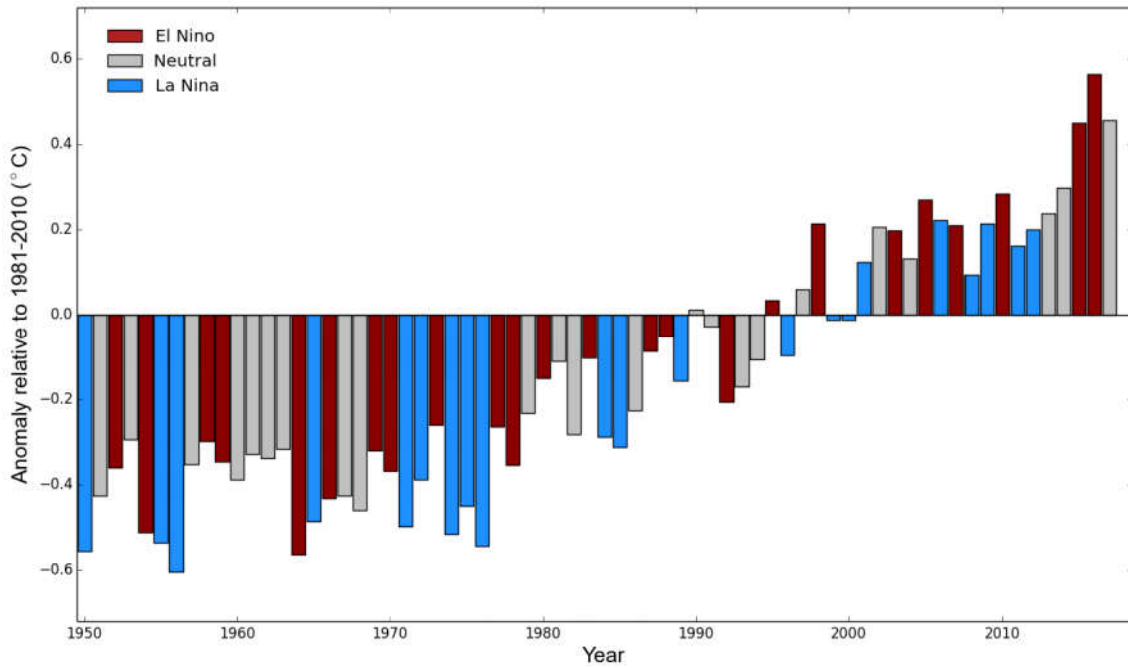


Figure 6.1.1-2 Global average temperature anomalies in reference to the period 1981-2010 (after WMO 2018).

The highest positive average annual temperature anomalies appeared near the Arctic region (Figure 6.1.1-3), what is in agreement with climate scenarios.

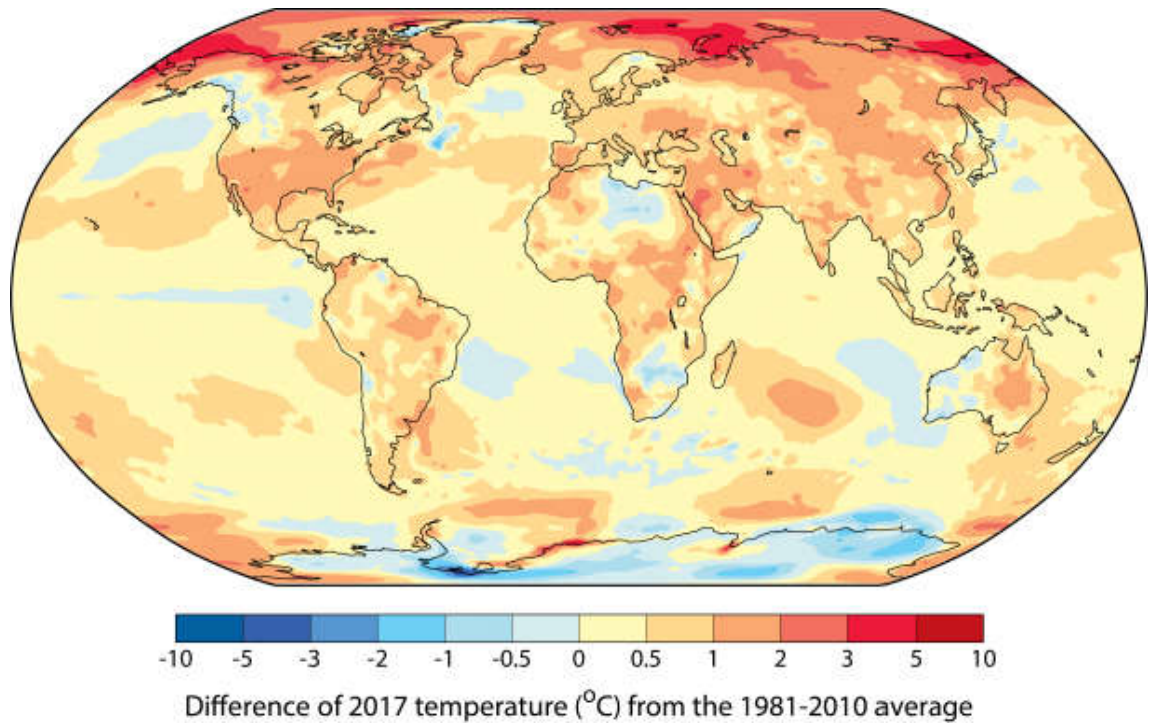


Figure 6.1.1-3 Distribution of average annual temperature anomalies for 2017 in reference to the period 1981-2010 (after WMO, 2018).

A summary of climate characteristics on a global scale for 2017 is presented in Figure 6.1.1-4. The last three years i.e. 2015, 2016 and 2017 are the warmest 3 years since beginning systematic climate observations with global average temperature higher 1.1-1.2°C above pre-industrial average (1881-2010). The year 2017 was the warmest without El Niño influence and a year with high impact of extreme weather.



Figure 6.1.1-4 Summary of climate characteristics on a global scale for 2017 (after WMO, 2018).

Long-term trend of global warming is caused by greenhouse gaseous emissions in the Earth atmosphere. The December 2017 average concentration of carbon dioxide at the NOAA Mauna Loa site in Hawaii was 406.82 parts per million (ppm), an increase of 2.40 ppm from December 2016, and up from 314.67 ppm (29%) from December 1958, when records began there.

6.1.2 The warmest decade

A study of World Meteorological Organization (WMO, 2013) indicates that a pronounced increase in the global air temperature occurred over the four decades i.e. during period 1971-2010 (Figure 6.1.1-2 and 6.1.2-1). The global temperature increased at an average estimated rate of 0.17°C per decade during that period while during the whole period 1880-2010 was only 0.062 °C per decade. Furthermore, the increase of 0.21°C in average decadal temperature from 1991-2000 to 2001-2010 is larger than the increase from 1981-1990 to 1991-2000 (0.14°C) and larger than between any other two successive decades since the beginning of instrumental records. Nine of the 2001-2010 decade's years

were among the 10 warmest on considered record. The warmest year ever recorded was 2010 in considered period.

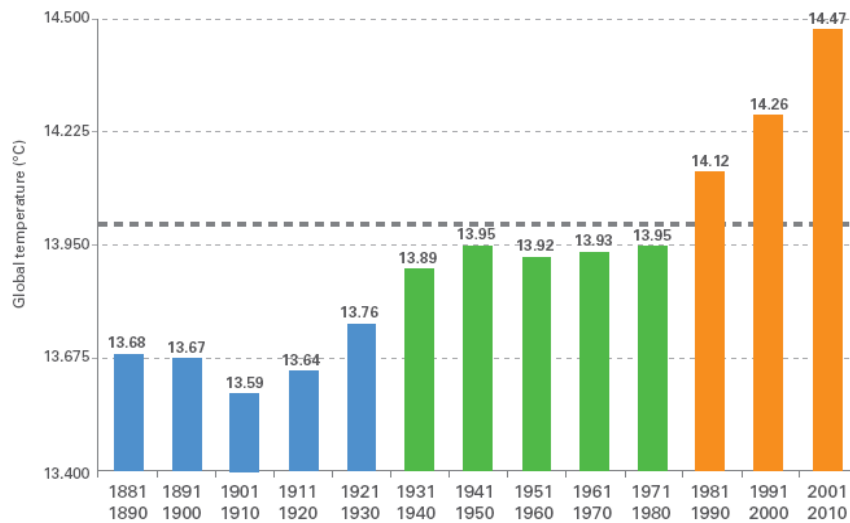


Figure 6.1.2-1 Decadal global combined surface air temperature over land and sea-surface temperature (°C). The horizontal grey line indicates the long-term average value for the period 1961-1990 (14°C). (WMO, 2013)

6.1.3. „Warm“ and „cold“ extremes

While the average annual air temperature is an important climate indicator, the temperatures that people experience can differ greatly from day to day and over the course of a year because of natural climate variability. At the same time, human influence has probably increased the maximum temperatures of the most extreme hot nights and days and the minimum temperatures of cold nights and cold days. It is also more likely than not that human-induced climate change has increased the risk of heat waves (WMO, 2013). According to the WMO survey, a total of 56 countries (44 per cent) reported their highest absolute daily maximum temperature record over the period 1961–2010 being observed in 2001–2010 compared to 24 per cent in 1991–2000, with the remaining 32 per cent spread over the earlier three decades. Conversely, 11 per cent (14 out of 127) of the countries reported their absolute daily minimum temperature record being observed in 2001–2010,

compared to 32 percent in 1961–1970 and around 20 per cent in each of the intermediate decades (Figure 6.1.3-1). The highest number of 24-hour precipitation extremes have been recorded in two last decades (lower part of Figure 6.1.1-3).

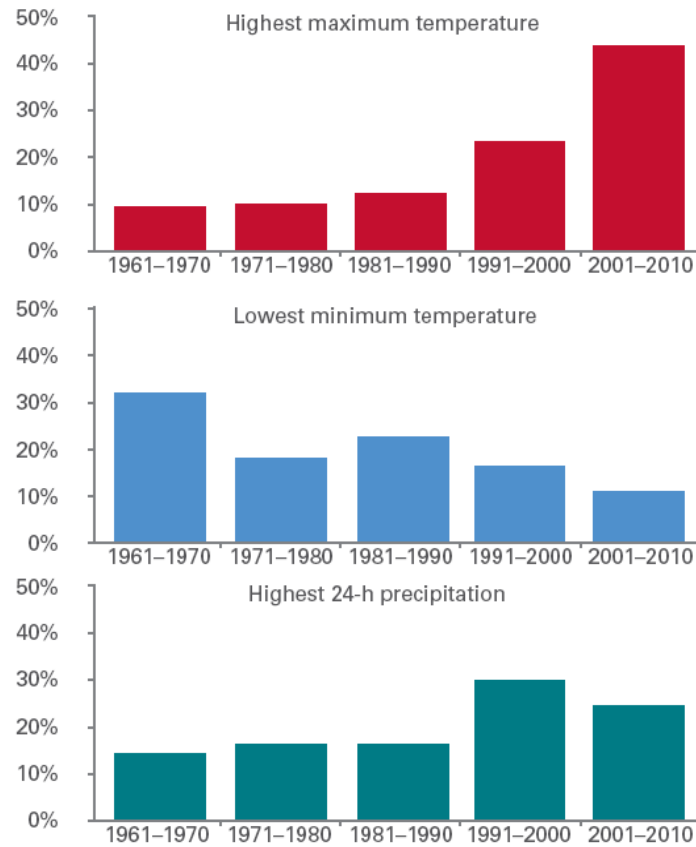


Figure 6.1.3-1 Absolute country records of the daily maximum and minimum air temperature and 24-hour precipitation in the last five decades (WMO, 2013)

6.1.4. Minimum extent of the Arctic sea cover

According to National Snow & Ice Data Centre – NSIDC from the USA Arctic sea ice cover reached its annual minimum on 13 September 2017 (Figure 6.1.4-1). That cover was 4.64 millions of square kilometres less than 1981-2010 average and at the same time 500 thousand square kilometres higher than that on the same date in 2012. Minimum Arctic ice cover in 2017 appeared 2 days earlier than 15 September which is date of annual minimum of multiannual average of Arctic ice cover. The earliest annual minimum of Arctic ice cover appeared on 5 September in 1980 and 1987, and the last on 23 September 1997.

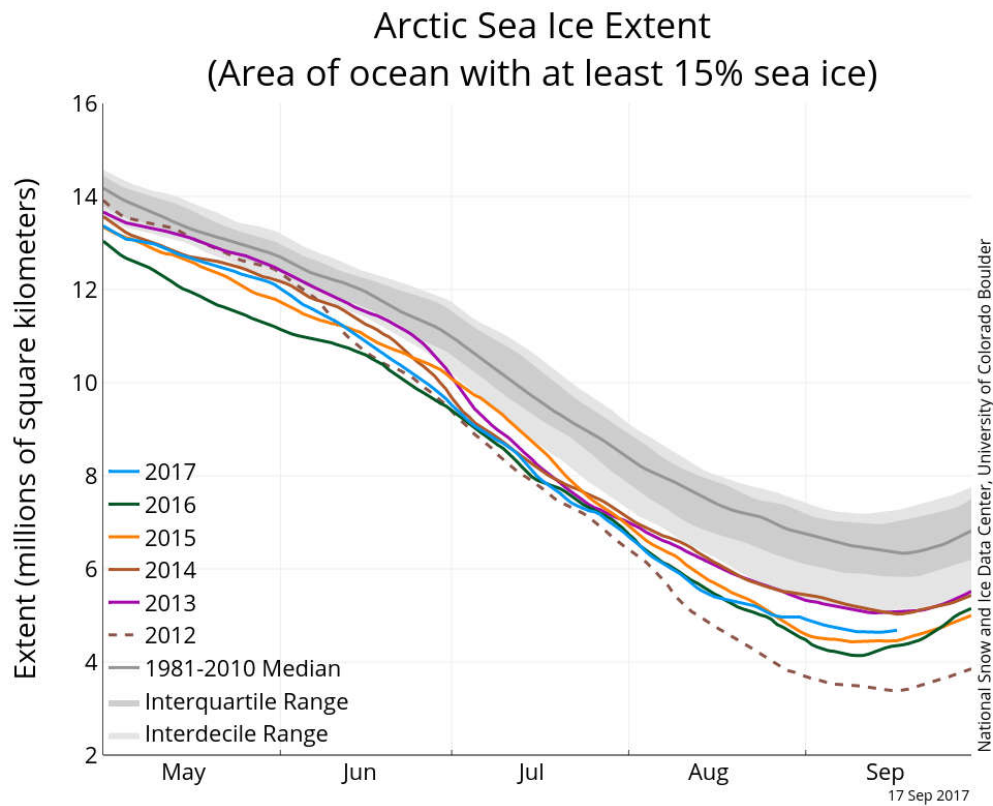


Figure 6.1.4-1 Arctic sea-ice extent for 2017, compared with previous 5 years and the 1979–2000 average (WMO, 2018).

Literature

Milanković, M., 2008: *Astronomical theory of climate changes and its application in Geophysics*. Prosvjeta, Zagreb. 192 pp.

NASA&NOAA, 2018: *Provisional statement on the status of the global climate in 2017*.

WMO, 2013 : *The global climate 2001-2010 – A decade of climate extremes, summary report*

WMO Note – No 1119. 15 pp.

WMO, 2017: *Provisional statement on the status of the global climate in 2016*.

WMO, 2018: *Provisional statement on the status of the global climate in 2017*.

8. RESEARCH AND SYSTEMATIC OBSERVATION

8.1. Global Climate Observation System

Global Climate Observation System (GCOS) was established in 1992 and the Republic of Croatia, represented by the Meteorological and Hydrological Service, has been its member since then. This system includes observations in all parts of the climate system – in the atmosphere, ocean, sea and land. It is intended to define and cover all the observations required for monitoring the climate system including satellite observations at the global, regional and national levels, and to create conditions for observation enhancement.

Global Earth Observation System of Systems (GEOSS) is a new initiative taken with the objective to co-ordinate and enhance all current observing systems at the global level in support of the requirements of user areas: natural disasters, health, energy, climate, water, weather, ecosystems, agriculture and biodiversity. The Republic of Croatia joined the GEOSS in 2004.

8.2. Data collection and systematic observations in Croatia

8.2.1. Existing observation networks

The Republic of Croatia has a long tradition in monitoring of all segments of the climate system. The Meteorological and Hydrological Service (DHMZ – Državni hidrometeorološki zavod) is a national institution for meteorology and hydrology and has been carrying out meteorological observations for operational needs since 1851. Croatian institutions that maintain observing systems in the climate segments of atmosphere, sea and land and biodiversity are:

- Meteorological and Hydrological Service,
- State Institute for Nature Protection,
- Ministry of Maritime Affairs, Transport and Infrastructure,
- Ministry of Environment Protection and Energy,

- Institute for Medical Research,
- Public Health Institute,
- Institute for Oceanography and Fisheries,
- Croatian Hydrographic Institute,
- "Ruđer Bošković" Institute,
- "Andrija Mohorovičić" Geophysical Institute,
- Croatian Forest Research Institute.

Apart from the institutions listed, numerous institutions and sectors of economy run their own systematic or sporadic observations. Table 8.2-1-1 shows all stations in Croatia for observation of climate system segments including national contributions to observation of: surface-based and upper-air atmospheric essential climate variables, atmospheric composition, oceanic and terrestrial domain essential climate variables.

Table 8.2.1-1: National contributions to observation of: the surface and the upper-air atmospheric essential climate variables, the atmospheric composition, the oceanic and the terrestrial domain essential climate variables

Contributing networks specified in the GCOS implementation plan	ECVs– Essential climate variables	Number of stations or platforms currently operating	Number of stations or platforms operating in accordance with the GCMP (Global Climate Monitoring Principles)	Number of stations or platforms expected to be operational in 2020	Number of stations or platforms providing data to the international data centres	Number of stations or platforms with complete historical record available in international data centres
GCOS Surface Network -GSN	Air temperature	158	120	160	40	40
	Precipitation	366	250	350	40	40
World Weather Watch/Global Observing System (WWW/GOS) of surface network	Air temperature and pressure, wind speed and direction, water vapour, precipitation	40	40	150	40	40
Baseline Surface Radiation Network –BSRN	Sunshine duration	40	40	50	20	20
Sun irradiation and balance of radiation	Surface radiation	10	10	20	5	5

Drafting sea buoys	Air temperature and pressure	0	0	5	0	0
Fixed buoys	Air temperature and pressure	2	2	7	1	1
Voluntary Observing Ship Climate Project – VOSCLim	Air temperature and pressure, wind speed and direction, water vapour	5	5	10	5	5
Ocean Reference Mooring Network and sites on small isolated islands	Air temperature, air pressure, wind speed and direction, precipitation	5	5	10	3	3
GCOS Upper Air Network - GUAN	Upper-air temperature, wind speed and direction, water vapour	1	1	1	1	1
Full WWW/GCOS Upper Air Network	Upper-air temperature, wind speed and direction, water vapour	2	2	2	2	2
World Meteorological Organization/Global Atmosphere Watch (WMO/GAW), Network for Atmospheric CO ₂ & CH ₄ and other greenhouse gaseous	Carbon dioxide	1	1	5	0	0
	Methane	0	0	0	0	0
	Other greenhouse gaseous	5	5	10	5	5
WMO/GAW Ozone-sonde network	Ozone	0	0	0	0	0
WMO/GAW Aerosol Network	Optical depth of the aerosols	0	0	1	0	0
	Other properties of the aerosols	15	15	20	5	5
Global Sea Level Observing System (GLOSS)	Sea level	10	10	15	5	5
Argo Network	Temperature, salinity, current	2	2	5	1	1
GCOS baseline river discharge network	River discharge	300	300	350	50	50
WWW/GOS Synoptic Network	Snow cover	40	40	100	40	40

8.2.2. Modernization of DHMZ meteorological observation network

Meteorological observations deal with two kinds of data - visual observations of weather phenomena and instrumental data. Some observations began in Croatia in the first quarter of 19th century. Currently, DHMZ is operating mainly manually, i.e. by observers at: 41 main meteorological, 117 climatological, 336 precipitation and 23 rain storage stations (Figure 8.2.2-1). Partially automated weather stations (AWS) are co-located at 32 main meteorological station sites, and 26 non-completed AWS are installed at other locations. Spatial distribution of AWS network is represented in Fig. 8.2.2-1 and temporal evolution of AWS network is represented in Fig. 8.2.2-2. Standard measurement time resolution at existing AMS is 10 minutes with the same potential of transmission. Terrestrial observations (such are: soil temperature, soil moisture, pan evaporation, and solar radiation measurements) are co-located at 19 main meteorological stations. DHMZ still takes care of the two radio-sounding systems in Zagreb and Zadar, 2 Doppler S-band + 6 small S-band weather radars and one sodar.

Cost benefit analysis indicates that further development of meteorological observation network in Croatia is justified as investment of 1USD results up to 7 USD benefit for society. Despite a respectable number of meteorological stations cited and data collected there is necessity for serious modernization of existing surface and upper air meteorological network what includes modernization existing and installation of new ones: 34 main meteorological stations, 139 climatological stations, 246 rainfall stations, 5 buoys, 1 wind profiler with radiometric upper-air temperature measurement, 1 lidar and 6 weather radars (Figure 8.2.2-3).

A realisation of observation meteorological network started by implementation of EU project „*Modernization of National Meteorological Measurements Network in Croatia*” (METMONIC) on 1 October 2017 during a 4-year period. The project is one of the priorities of Ministry for Environment Protection and Energy (MZOE) and Meteorological and Hydrological Service (DHMZ) under the EU thematic objective “adaptation on climate changes” in financial period 2014-2020 from which METMONIC is financing by 85% of total amount costs and by Republic Croatia the rest 15%.

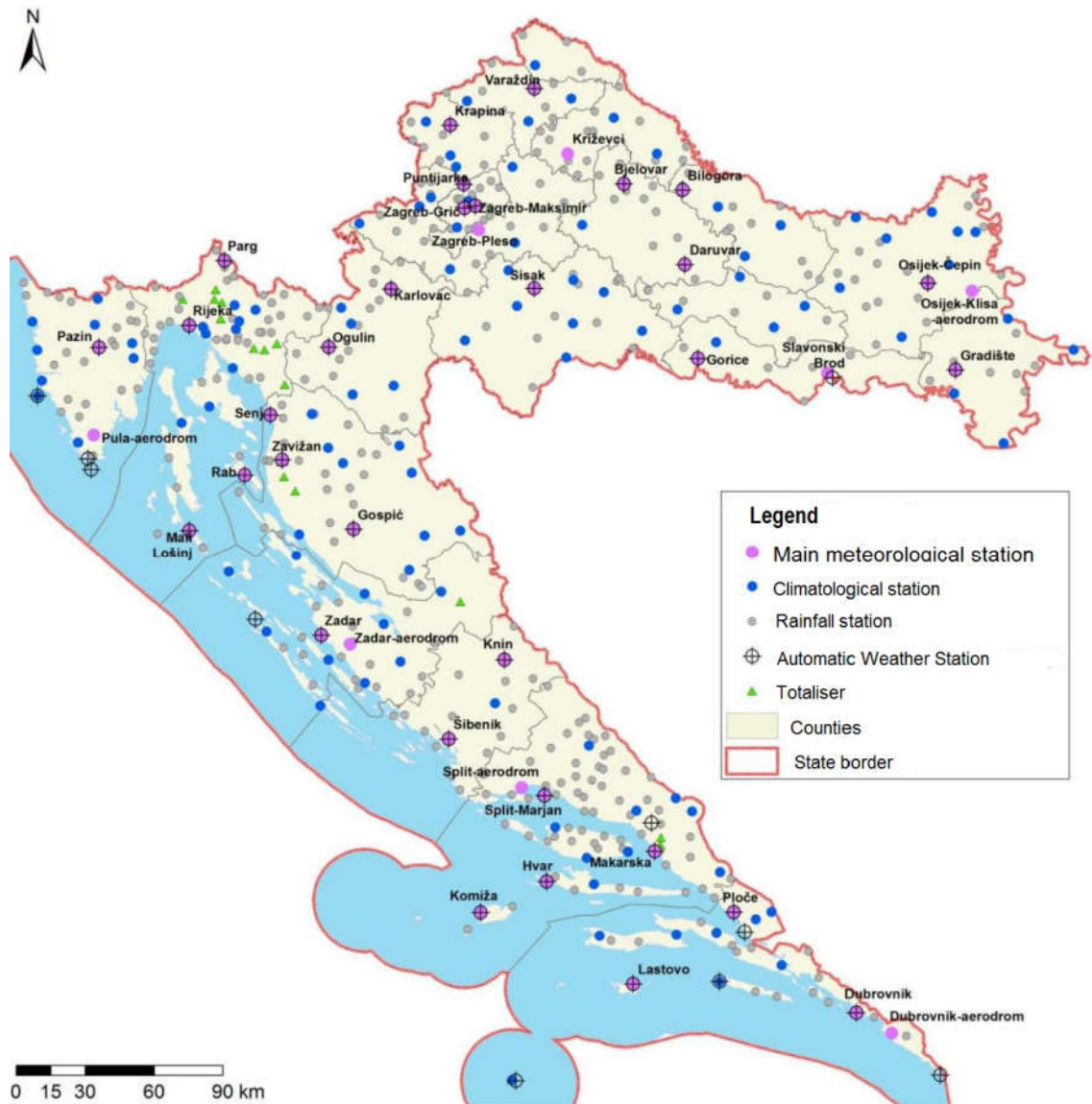


Figure 8.2.2-1. Distribution of conventional and automatic meteorological stations in Croatia

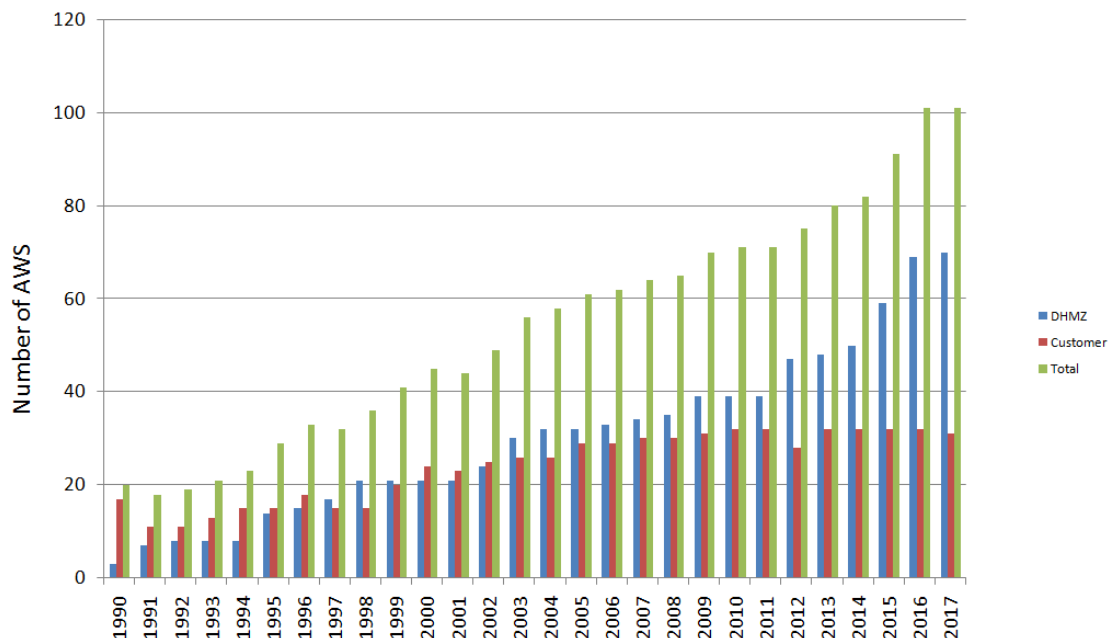


Figure 8.2.2-2 Development of AWS Network in Republic of Croatia from 1990 to 2017

Data obtained from the meteorological stations network modernised in this way (both surface and upper air) would serve the numerous purposes such as: monitoring and evaluation of long range transboundary pollutions; analysis and implementation of modelling techniques in terms of geographical distribution of concentration (of emissions) aiming to secure the issue of warning and immediate and appropriate information if necessary when there is a risk to human health from exposure to air pollution, particularly for sensitive groups of the population; climate monitoring and climate change model calibration and testing in order to enable adequate planning and management of human environment and sustainable activity sectors; performing detailed measurements in order to understand better the impact of pollutant and to develop appropriate policies for climate adaptation and mitigation including natural (e.g. floods and droughts) and human disaster risk reduction; renewable energy production purposes etc.



Figure 8.2.2-3 Expected modernized meteorological observation network in Croatia cofinanced by European Union fund for the period 2014-2020

8.3. Research

8.3.1. General policy on and funding of research and systematic observation

- The Croatian Science of Foundation (HRZZ) is responsible for research funding in Croatia.
- Meteorological and Hydrological Service (DHMZ) performs climate research on regular basis; it is public authority for meteorology and hydrology, and it is accredited as a scientific organisation. The DHMZ research is financed primarily from the state funding (Ministry of Environment and Energy; MZOE), and partly by HRZZ and EU funds through different research projects.
- Climate research projects funded by HRZZ are generally in the partnership of DHMZ with other relevant institutions and faculties in Croatia: University of Zagreb – Department of Geophysics, Faculty of Agriculture (AF), Faculty of Forestry; **Institute of Oceanography and Fisheries** (IZOR), Faculty of agriculture in Osijek, University of Rijeka - Faculty of Engineering; Croatian Forest Research Institute, **Croatian Center for Agriculture, food and rural affairs (HCPHS)**, [Institute for agriculture and tourism Poreč \(IPT\)](#) and **The Institute of Economics (EI)**
- DHMZ contributes to the *State of Environment report* issued every four years and coordinated by Croatian Agency for the Environment and Nature (HAOP). It is an indicator-based report aimed at monitoring the objectives of the Environmental Strategy and Action Plan.

8.3.2. Research

In DHMZ, significant efforts are made with regard to the research related to climate studies and climate change. The results of the studies are published in international scientific journals and the results are further implemented in practice for endusers' needs. In addition, one of the main goals of the past and ongoing research projects is to prepare the basis for action and future climate change policy.

Some of the relevant projects:

Croatian climate variability and change — from global impacts to local green solutions (CroClimGoGreen)

Funding: *Croatian Science Foundation*

Duration: *February 2018 – February 2023*

Installation research project will be dealing with local and global effects on urban climate and urban heat island (UHI) mitigation. Research will comprise UHI detection and analysis of UHI characteristics for Zagreb based on data measurements and urban heat load modelling using MUKLIMO_3 model. Urban climate characteristics will be analyzed in current and future (warmer) climate conditions. Impact of changes in city infrastructure on UHI will be estimated, as well as efficiency of certain climate change mitigation measures, i.e. green and blue infrastructure mitigation measures. Climate variability and climate change in Croatia will be analyzed in the context of climate of Europe influenced by global and regional processes.

Viticulture and climate change in Croatia (VITCLIC;

<http://www.pmf.unizg.hr/geof/en/research/climatology/vitclic>)

Funding: *Croatian Science Foundation*

Duration: *April 2017 – March 2019*

One of the aims is to combine the data on maturation on a grape quality with agroclimatic indices based on the meteorological data for the past and current climate and on projections for future climate. Based on the assessment of indices, regions of Croatia suitable for growing of specific grapevine cultivars will be determined and will be used for the decision of the new plantations. Obtained results will be a base for the adaptation strategy of grapevine growing technology (irrigation, ampelotehcnics, rootstocks, etc.) on prevailing climatic condition. The project is coordinated by the Department of Geophysics, Faculty of Science, University of Zagreb, while DHMZ, AF, HCPHS, IPT and EI have been engaged.

The Adriatic decadal and interannual oscillations: observations, modelling and consequences (ADIOS; <http://jadran.izor.hr/~vilibic/ADIOS/>)

Funding: *Croatian Science Foundation*

Duration: *March 2017 – March 2021*

The major objective of the ADIOS project is to investigate and to quantify processes

driving interannual to decadal thermohaline variations in the Adriatic-Ionian basin. This objective will be achieved by (i) documenting interannual to decadal variability from long-term oceanographic series and existing climate models, (ii) investigating short- and long-time processes that drive the Adriatic-Ionian thermohaline circulation, primarily the Adriatic dense water formation and the BiOS (Adriatic-Ionian Bimodal Oscillating System), and (iii) assessing past and future Adriatic climate and variability from the Adriatic-adopted high-resolution atmosphere/ocean climate model runs. The project is coordinated by the Institute of Oceanography and Fisheries, while several national and international research institutions have been engaged.

Drought Risk in the Danube region (DriDanube; www.interreg-danube.eu)

Funding: *Danube Transnational Programme*

Duration: *January 2017 – June 2019*

The main objective of the project is to increase the capacity of the Danube region to manage drought related risks. The project aims at helping stakeholders involved in drought management to improve the drought emergency response and prepare better for the next drought. These goals will be achieved by producing the new monitoring tools and the strategy for drought risk assessment. DHMZ is the partner for Croatia and its associated partner is MZOE.

A pan-European framework for strengthening Critical Infrastructure resilience to climate change (EU-CIRCLE; <http://www.eu-circle.eu/>)

Funding: *EU Horizon2020 programme*

Duration: *June 2015 – May 2018*

The aim of this project is to develop methodology needed for the documentation, monitoring and prediction of the weather and climate extreme impacts on critical infrastructure. The task of DHMZ was to analyse and adapt available results of the various types of the climate information (global and regional climate model, regional and local models for the extreme weather events, available observational datasets). The three partner institutions from Croatia are in the project: DHMZ, The University of Applied Sciences Velika Gorica and National Protection and Rescue Directorate (DUZS).

Climate Change Adaptation Strategy (<http://prilagodba-klimi.hr/>)

Funding: *EU Transition Facility*

Duration: *May 2016 – November 2017*

DHMZ provided expert and technical support for the purpose of the project “*Strengthening the Capacity of the Ministry of Environment and Energy for Climate Change Adaptation and development of the Draft Strategy for Climate Change Adaptation*”. DHMZ task was to perform a large ensemble of regional climate model simulations for the period 1971-2070 and support the analysis of the projected climate change on the vulnerable impact sectors. This was done in close collaboration with the University of Zagreb Computing Centre (Srce).

Climate of the Adriatic REgion in its global context (CARE;
<http://www.pmf.unizg.hr/geof/znanost/klimatologija/care>)

Funding: *Croatian Science Foundation*

Duration: *July 2014 – June 2018*

This project explores the climate system over the Adriatic region, governing processes in atmosphere and ocean and their interaction. The project is based on observational data as well as on climate modelling of the past and projection of the future climate, and it utilizes state-of-the-art methods of data analysis and modelling. Particular attention was paid to the analysis of drought, floods and heat waves as well as the change in climate suitability for tourism. The obtained gridded fields became a reference data for the validation of climate models and an input into the flash-flood warning systems. This project is realized with the collaboration with Department of Geophysics, Faculty of Science, University of Zagreb

Climate Local Information in the Mediterranean region Responding to User Needs (CLIM-RUN; <http://www.climrun.eu/>)

Funding: *European Commission*

Duration: *March 2011 – February 2014*

The main objective of the project was to establish an effective exchange of information between the science and stakeholder communities that is especially important for regions that are particularly vulnerable to climate variability and change such as the Mediterranean. To that issue, DHMZ in the partnership with UNDP Croatia was focused on the activities related to two sectors that are directly and indirectly affected by climate issues: energy and tourism.