Prijelazni instrument Europske unije za Republiku Hrvatsku

Jačanje kapaciteta Ministarstva zaštite okoliša i energetike za prilagodbu klimatskim promjenama te priprema Nacrta Strategije prilagodbe klimatskim promjenama

Broj ugovora: TF/HR/P3-M1-O1-0101

Podaktivnost 2.3.1.:

IZVJEŠTAJ O PROCIJENJENIM UTJECAJIMA I RANJIVOSTI NA KLIMATSKE PROMJENE PO POJEDINIM SEKTORIMA

Zagreb, svibanj 2017.

REPUBLIKA HRVATSKA
MINISTARSTVO ZAŠTITE OKOLIŠA I ENERGETIKE

Ovaj projekt financira Europska unija

Projekt provodi EPTISA Adria d.o.o.

KONTROLNI LIST PROJEKTA

Naziv ugovora:	**Jačanje kapaciteta Ministarstva zaštite okoliša i energetike za prilagodbu klimatskim promjenama te priprema Nacrta Strategije prilagodbe klimatskim promjenama**
Broj ugovora:	**TF/HR/P3-M1-O1-0101**
Radni naziv projekta:	**Strategija prilagodbe klimatskim promjenama**
Naručitelj:	**Središnja agencija za financiranje i ugovaranje programa i projekata Europske unije (SAFU)** Ulica grada Vukovara 284 (objekt C), Zagreb
Korisnik:	**Ministarstvo zaštite okoliša i energetike (MZOE)** Radnička cesta 80, Zagreb
Ugovaratelj:	**EPTISA Adria d.o.o.** Ulica Charlesa Darwina 8, HR-10000 Zagreb
Naslov dokumenta:	**Izvještaj o procijenjenim utjecajima i ranjivosti na klimatske promjene po pojedinim sektorima**
Verzija i datumi predaje:	1. verzija: 17.02.2017.; 2. verzija: 20.03.2017.; 3. verzija: 19.04.2017.; 4. verzija: 11.05.2017.; 5. verzija: 12.05.2017.; 6. verzija: 18.05.2017.
Urednici:	**mr.sc. Seth Landau** **mr.sc. Ivica Trumbić**
Direktor projekta:	**Josip Ćorić, mag.ing. aedif.**
Potpis:	_____
Datum:	23.05.2017.
Voditelj projektne skupine:	**Dr.sc. Vladimir Kalinski**
Potpis:	_____
Datum:	23.05.2017.

Izjava o ograničenju odgovornosti

Sadržaj dokumenta je mišljenje autora i nije nužno istovjetno mišljenju Europske unije ili bilo koje druge spomenute organizacije. Posljedično, svi navodi ovog dokumenta trebaju se provjeriti prije provedbe bilo koje od preporučenih aktivnosti.

Sadržaj:

POPIS KORIŠTENIH KRATICA IV

TABLICE V

SLIKE VII

1. UVOD ..... - 1 -

2. HIDROLOGIJA, VODNI I MORSKI RESURSI ..... - 4 -

2.1. PREGLED I VAŽNOST SEKTORA, OPĆI UTJECAJ KLIME NA SEKTOR - HIDROLOGIJA, VODNI I MORSKI RESURSI ..... - 4 -
2.2. TRENUTAČNO STANJE I UTJECAJ KLIMATSKIH PARAMETARA NA SEKTOR – HIDROLOGIJA, UPRAVLJANJE VODNIM I MORSKIM RESURSIMA ..... - 7 -
2.3. OČEKIVANE PROMJENE KLIMATSKIH PARAMETARA DO 2040. TE 2070. GODINE - HIDROLOGIJA, VODNI I MORSKI RESURSI - 11 -
2.4. PROCJENA BUDUĆIH UTJECAJA KLIMATSKIH PROMJENA NA SEKTOR - HIDROLOGIJA, VODNI I MORSKI RESURSI ..... - 14 -

3. POLJOPRIVREDA ..... - 29 -

3.1. PREGLED I VAŽNOST SEKTORA, OPĆI UTJECAJ KLIME NA SEKTOR - POLJOPRIVREDA ..... - 29 -
3.2. TRENUTAČNO STANJE I UTJECAJ KLIMATSKIH PARAMETARA NA SEKTOR - POLJOPRIVREDA ..... - 33 -
3.3. OČEKIVANE PROMJENE KLIMATSKIH PARAMETARA DO 2040. TE 2070. GODINE - POLJOPRIVREDA ..... - 36 -
3.4. PROCJENA BUDUĆIH UTJECAJA KLIMATSKIH PROMJENA NA SEKTOR - POLJOPRIVREDA ..... - 37 -

4. ŠUMARSTVO ..... - 41 -

4.1. PREGLED I VAŽNOST SEKTORA, OPĆI UTJECAJ KLIME NA SEKTOR - ŠUMARSTVO ..... - 41 -
4.2. TRENUTAČNO STANJE I UTJECAJ KLIMATSKIH PARAMETARA NA SEKTOR - ŠUMARSTVO ..... - 45 -
4.3. OČEKIVANE PROMJENE KLIMATSKIH PARAMETARA DO 2040. TE 2070. GODINE - ŠUMARSTVO ..... - 51 -
4.4. PROCJENA BUDUĆIH UTJECAJA KLIMATSKIH PROMJENA NA SEKTOR – ŠUMARSTVO ..... - 52 -

5. RIBARSTVO ..... - 59 -

5.1. PREGLED I VAŽNOST SEKTORA, OPĆI UTJECAJ KLIME NA SEKTOR – RIBARSTVO ..... - 59 -
5.2. TRENUTAČNO STANJE I UTJECAJ KLIMATSKIH PARAMETARA NA SEKTOR - RIBARSTVO ..... - 64 -
5.3. OČEKIVANE PROMJENE KLIMATSKIH PARAMETARA DO 2040. TE 2070. GODINE - RIBARSTVO ..... - 66 -
5.4. PROCJENA BUDUĆIH UTJECAJA KLIMATSKIH PROMJENA NA SEKTOR - RIBARSTVO ..... - 67 -

6. BIORAZNOLIKOST ..... - 73 -

6.1. PREGLED I VAŽNOST SEKTORA, OPĆI UTJECAJ KLIME NA SEKTOR – BIORAZNOLIKOST ..... - 73 -
6.2. TRENUTAČNO STANJE I UTJECAJ KLIMATSKIH PARAMETARA NA SEKTOR - BIORAZNOLIKOST ..... - 76 -
6.3. OČEKIVANE PROMJENE KLIMATSKIH PARAMETARA DO 2040. TE 2070. GODINE - BIORAZNOLIKOST ..... - 83 -
6.4. PROCJENA BUDUĆIH UTJECAJA KLIMATSKIH PROMJENA NA SEKTOR - BIORAZNOLIKOST ..... - 84 -

7. ENERGETIKA ..... - 90 -

7.1. PREGLED I VAŽNOST SEKTORA, OPĆI UTJECAJ KLIME NA SEKTOR - ENERGETIKA ..... - 90 -
7.1.1. SAŽETI PREGLED ENERGETSKOG SEKTORA ..... - 91 -
7.2. TRENUTAČNO STANJE I UTJECAJ KLIMATSKIH PARAMETARA NA SEKTOR - ENERGETIKA ..... - 94 -
7.3. OČEKIVANE PROMJENE KLIMATSKIH PARAMETARA DO 2040. TE 2070. GODINE VAŽNIH ZA SEKTOR ENERGETIKE ... - 100 -
7.4. PROCJENA BUDUĆIH UTJECAJA KLIMATSKIH PROMJENA NA SEKTOR - ENERGETIKA ..... - 102 -

8. TURIZAM ..... - 104 -

8.1. PREGLED I VAŽNOST SEKTORA TE OPĆI UTJECAJ KLIME NA SEKTOR - TURIZAM ..... - 104 -
8.2. TRENUTAČNO STANJE I UTJECAJ KLIMATSKIH PARAMETARA NA SEKTOR - TURIZAM ..... - 106 -
8.2.1. OČEKIVANE PROMJENE KLIMATSKIH PARAMETARA DO 2040. TE 2070. GODINE - TURIZAM ..... - 109 -
8.3. PROCJENA POTENCIJALNIH BUDUĆIH UTJECAJA KLIMATSKIH PROMJENA NA SEKTOR - TURIZAM ..... - 110 -

9. ZDRAVLJE / ZDRAVSTVO ..... - 117 -

9.1. PREGLED I VAŽNOST SEKTORA TE OPĆI UTJECAJ KLIME NA SEKTOR – ZDRAVLJE ..... - 117 -
9.2. TRENUTAČNO STANJE I UTJECAJ KLIMATSKIH PARAMETARA NA SEKTOR - ZDRAVLJE ..... - 118 -
9.3. OČEKIVANE PROMJENE KLIMATSKIH PARAMETARA DO 2040. TE 2070. GODINE - ZDRAVSTVO ..... - 122 -
9.4. PROCJENA POTENCIJALNIH BUDUĆIH UTJECAJA KLIMATSKIH PROMJENA NA SEKTOR – ZDRAVSTVO ..... - 123 -

10. PROSTORNO PLANIRANJE I UPRAVLJANJE OBALNIM PODRUČJEM ..... - 131 -

10.1. PREGLED SEKTORA TE OPĆI UTJECAJ KLIME NA SEKTOR - PROSTORNO PLANIRANJE I UPRAVLJANJE OBALNIM PODRUČJEM ..- 131 -
10.2. TRENUTAČNO STANJE I UTJECAJ KLIMATSKIH PARAMETARA NA SEKTOR - PROSTORNO PLANIRANJE I UPRAVLJANJE OBALNIM PODRUČJEM ..... - 133 -
10.3. OČEKIVANE PROMJENE KLIMATSKIH PARAMETARA DO 2040. TE 2070. GODINE - PROSTORNO PLANIRANJE I UPRAVLJANJE OBALNIM PODRUČJEM ..... - 138 -
10.4. PROCJENA BUDUĆIH UTJECAJA KLIMATSKIH PROMJENA NA SEKTOR - PROSTORNO PLANIRANJE I UPRAVLJANJE OBALNIM PODRUČJEM ..... - 143 -

11. UPRAVLJANJE RIZICIMA ..... - 150 -

11.1. PREGLED I VAŽNOST SEKTORA, OPĆI UTJECAJ KLIME NA SEKTOR - UPRAVLJANJE RIZICIMA ..... - 150 -
11.2. TRENUTAČNO STANJE I UTJECAJ KLIMATSKIH PARAMETARA NA SEKTOR - UPRAVLJANJE RIZICIMA ..... - 153 -
11.3. OČEKIVANE PROMJENE KLIMATSKIH PARAMETARA DO 2040. TE 2070. GODINE - UPRAVLJANJE RIZICIMA ..... - 160 -
11.4. PROCJENA POTENCIJALNIH BUDUĆIH UTJECAJA KLIMATSKIH PROMJENA NA SEKTOR - UPRAVLJANJE RIZICIMA ..... - 165 -

12. ZAKLJUČAK ..... - 171 -

BIBLIOGRAFIJA ..... - 175 -

POPIS KORIŠTENIH KRATICA

BAU	Uobičajeno poslovanje (engleski*: Business as usual*)
BiH	Bosna i Hercegovina
BISE	Europski informacijski sustav o bioraznolikosti (*engleski: Biodiversity Information System for Europe)*
CRO NEM	Hrvatska nacionalna ekološka mreža (engleska kratica CRO NEN)
DHMZ	Državni hidrometeorološki zavod
DZZP / SINP	Državni zavod za zaštitu prirode (engleski*: State Institute for Nature protection)*
EEA	Europska agencija za okoliš (*engleski: European Environment Agency)*
FSC	*Forest Stewardship Council*
FZOEU	Fond za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost
GEOPARK	Europska mreža Geoparkova
ha	Hektar
HAOP	Hrvatska agencija za okoliš i prirodu
HAZU	Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti
HRK	Kuna
IPCC	*International Panel on Climate Change*
IUCN	Međunarodna unija za očuvanje prirode (*engleski: International Union for Conservation of Nature*)
MAB	Rezervat biosfere: UNESCO-ov program Čovjek i biosfera (*engleski: Man and Biosphere, UNESCO*)
MZOE	Ministarstvo zaštite okoliša i energetike
NZZJZDRAŠ	Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar“
NKS	Nacionalna klasifikacija staništa
NN	Narodne novine
NP	Nacionalni park
POP	Područja važna za očuvanje ptica
POVS	Područja važna za očuvanje vrsta i staništa
RAMSAR	Popis međunarodno vrijednih močvara Ramsarske konvencije
Tmax	maksimalna temperatura zraka
Tmin	minimalna temperatura zraka
UNDP	*United Nations Development Programme*
UNESCO	*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*
ZZO	Zakon o zaštiti okoliša
ZZP	Zakon o zaštiti prirode

TABLICE

Tablica 2-1: Osnovne značajke otjecanja na području Hrvatske ..... - 7 -

Tablica 2-2: Zahvaćene količine vode po namjenama i izvorištima ..... - 8 -

Tablica 2-3: Vjerojatnosti pojave maksimalnih protoka za odabrane postaje duž toka Save (u m^3s^{-1}) ... - 22 -

Tablica 2-4: Potencijalni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i stupanj ranjivosti – Hidrologija, vodni, i morski resursi ..... - 25 -

Tablica 3-1: Vrijednost prijavljenih šteta od elementarnih nepogoda u poljoprivredi za 2013., 2014. i 2016. godinu ..... - 34 -

Tablica 3-2: Potencijalni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i stupanj ranjivosti –Poljoprivreda ..... - 39 -

Tablica 4-1: Struktura površina šuma i šumskog zemljišta šumskogospodarskog područja (ha) ..... - 42 -

Tablica 4-2: Ukupna drvna zaliha i tečajni godišnji prirast prema vlasništvu na osnovnu trenutačne i prethodne Šumskogospodarske osnove područja ..... - 44 -

Tablica 4-3: Ukupno propisana i užita drvna zaliha na šumskogospodarskom području po vlasništvu .. - 45 -

Tablica 4-4: Potencijalni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i stupanj ranjivosti – Šumarstvo ..... - 56 -

Tablica 4-5: Potencijalni pozitivni utjecaji klimatskih promjena na sektor šumarstva ..... - 57 -

Tablica 5-1: Ulov morske ribe u Republici Hrvatskoj (u tonama) za razdoblje 2013-2015 ..... - 61 -

Tablica 5-2: Proizvodnja u marikulturi Republike Hrvatske (u tonama) za razdoblje 2011-2015 ..... - 62 -

Tablica 5-3: Proizvodnja u slatkovodnoj akvakulturi Republike Hrvatske (u tonama) za razdoblje 2011-2015 ..... - 63 -

Tablica 5-4: Potencijalni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i stupanj ranjivosti – Ribarstvo ..... - 69 -

Tablica 6-1: Prirodoslovna osobna karta Republike Hrvatske ..... - 76 -

Tablica 6-2: Pregled međunarodno zaštićenih područja Republike Hrvatske ..... - 79 -

Tablica 6-3: Pregled objave Crvenih i Zelenih knjiga Republike Hrvatske ..... - 82 -

Tablica 6-4: Pregled ranjivih vrsta na klimatske promjene iz Crvenih knjiga Republike Hrvatske .... - 82 -

Tablica 6-5: Osnovni Klimatski parametri važni za sektor ..... - 83 -

Tablica 6-6: Ekološki čimbenici (parametri) najvažniji za sektor ..... - 83 -

Tablica 6-7: Očekivane osnovne posljedice utjecaja klimatskih promjena na prirodne ekosustave - 85 -

Tablica 6-8: Utvrđene i predviđene posljedice klimatskih promjena na glavne biogeografske regije u Europi ..... - 85 -

Tablica 6-9: Potencijalni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i stupanj ranjivosti – Bioraznolikost ..... - 86 -

Tablica 6-10: Predviđene kategorije prirodnih staništa (NKS) za koje se predviđa smanjenje uslijed negativnog utjecaja klimatskih promjena ..... - 87 -

Tablica 6-11: Kategorije prirodnih i antropogenih staništa (NKS) za koje se predviđa širenje uslijed klimatskih promjena ..... - 88 -

Tablica 6-12: Primjeri utjecaja promjena bioraznolikosti na druge sektore s utjecaja ..... - 89 -

Tablica 7-1: Prikaz instalirane snage, postotnog udjela i proizvodnje električne energije u 2014.godinu za proizvodne kapacitete HEP d.d. ..... - 91 -

Tablica 7-2: Prikaz proizvodnje električne energije po pojedinim sustavima za proizvodnju te odnos uvoza i izvoza kroz godine ..... - 92 -

Tablica 7-3: Prikaz odnosa proizvodnje, uvoza i izvora kroz niz godina od 2009.-2014.godine..... - 93 -

Tablica 7-4: Potencijalni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i stupanj ranjivosti - Energetika ..... - 102 -

Tablica 8-1: Značajnije ekonomske varijable u odabranim Mediteranskim zemljama u 2015. godini .... - 105 -

Tablica 8-2: Utjecaj značajnih činitelja na izbor destinacije i učestalost dolaska inozemnih turista u Hrvatsku-u % ..... - 108 -

Tablica 8-3: Očekivani utjecaji promjene klimatskih parametara na turističku destinaciju..... - 111 -

Tablica 8-4: Potencijalni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i stupanj ranjivosti - Turizam ..... - 113 -

Tablica 9-1: Potencijalni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i stupanj ranjivosti - Zdravlje ..... - 128 -

Tablica 10-1: Prosječni očekivani rast srednje razine Jadranskog mora prema tri RCP scenarija... - 138 -

Tablica 10-2: Očekivane ekstremne razine mora za H1 i H100 u 2010., 2050. i 2100. godini. ..... - 139 -

Tablica 10-3: Potencijalno značajne poplavne površine (ispod H100) po poplavnim područjima u 2050. i 2100. prema različitim scenarijima rasta razine mora u usporedbi s današnjom situacijom- 144 -

Tablica 10-4: Očekivani broj ljudi koji su svake godine pogođeni poplavama na hrvatskoj obali u 2050. i 2100. godini prema različitim scenarijima rasta razine mora u usporedbi s današnjom situacijom ..... - 145 -

Tablica 10-5: Očekivani troškovi (u milijunima USD) od poplava mora na hrvatskoj obali u 2050. i 2100. godini prema različitim scenarijima rasta razine mora u usporedbi s današnjom situacijom.- 146 -

Tablica 10-6: Potencijalni negativni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i stupanj ranjivosti – Prostorno planiranje i upravljanje obalnim područjem ..... - 148 -

Tablica 11-1: Procjena rizika od katastrofa za 11 odabranih rizika (Republika Hrvatska, 2015)..... - 155 -

Tablica 11-2: Potencijalni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i stupanj ranjivosti - Upravljanje rizicima ..... - 168 -

Tablica 12-1: Matrica međusektorskih utjecaja ..... - 174 -

SLIKE

Slika 2-1: Vodna područja i područja podslivova sa značajnim vodotocima ..... - 6 -

Slika 2-2: Prognozirani relativni pomak morske razine tijekom razdoblja 2081.-2100. u odnosu na povijesno razdoblje 1986.-2005. ..... - 13 -

Slika 2-3: Višegodišnja raspodjela promjene količine evapotranspiracije – Split (u mm) generiranih srednjih mjesečnih količina evapotranspiracije za razdoblje 2011.-2040. i 2041.-2070. u usporedbi sa generiranim srednjim mjesečnim količinama evapotranspiracije povijesnog niza (1971.-2000.) prema modelu a) MP, b) CN, c) HA i d) EC ..... - 15 -

Slika 2-4: Unutargodišnja raspodjela promjene količine evapotranspiracije – Split (u %) generiranih srednjih mjesečnih količina evapotranspiracije za razdoblje 2011.-2040. i 2041.-2070. u usporedbi s generiranim srednjim mjesečnim količinama evapotranspiracije povijesnog niza (1971.-2000.) prema modelu a) MP, b) CN, c) HA i d) EC ..... - 17 -

Slika 2-5: Unutargodišnja raspodjela promjene količine specifičnih otjecanja – Zagreb (u %) generiranih srednjih mjesečnih količina otjecanja za razdoblje 2011.-2040. i 2041.-2070. u usporedbi s generiranim srednjim mjesečnim količinama otjecanja povijesnog niza (1971.-2000.) prema modelu a) MP, b) CN, c) HA i d) EC ..... - 18 -

Slika 2-6: Prikaz srednjih vrijednosti generiranih maksimalnih 3, 6, 12, 18 i 24-satnih godišnjih oborina za razdoblja 1971-2016 i 2017-2070 po modelima a) MP, b) EC, c) HA i d) CN - Osijek ..... - 19 -

Slika 2-7: Prikaz promjene (%) vjerojatnosti pojavljivanja generiranih maksimalnih 3, 6, 12, 18 i 24-satnih godišnjih oborina za 5-godišnji povratni period za razdoblje 2017-2070 u odnosu na generirano povijesno razdoblje 1971-2016 po modelima a) MP, b) EC, c) HA i d) CN – Gospić ..... - 20 -

Slika 2-8: Prikaz promjene (%) vjerojatnosti pojavljivanja generiranih maksimalnih 3, 6, 12, 18 i 24-satnih godišnjih oborina za 100-godišnji povratni period za razdoblje 2017-2070 u odnosu na generirano povijesno razdoblje 1971-2016 po modelima a) MP, b) EC, c) HA i d) CN - Rijeka..... - 21 -

Slika 2-9: Promjene u ansamblu srednjih vrijednosti sezonskih (zima DJF, proljeće MAM, ljeto JJA i jesen SON) i godišnjih promjena (ANN) za razdoblje bliže budućnost 2011.-2040. i dalje budućnosti u odnosu na referentno povijesno razdoblje 1961.-1990. (donje i gornje granice pravokutnika u prikazanim rezultatima označavaju varijacije unutar sliva) ..... - 22 -

Slika 2-10: Površine (km^2) preliminarno procijenjenih rizika od poplava..... - 24 -

Slika 4-1: Udio vrsta u drvnoj zalihi u vlasništvu Republike Hrvatske. OTB - ostala tvrda bjelogorica- 43 -

Slika 4-2: Udio vrsta u drvnoj zalihi u privatnim šumama. OTB - ostala tvrda bjelogorica, OMB - ostala meka bjelogorica ..... - 43 -

Slika 4-3: Broj šumskih požara po godinama u periodu 1992.-2015. godine za mediteransko i kontinentalno područje Republike Hrvatske Izvor: Ministarstvo poljoprivrede (pismena komunikacija) ..... - 49 -

Slika 4-4: Opožarena površina šuma po godinama u periodu 1992.-2015. za mediteransko i kontinentalno područje Republike Hrvatske (ha) Izvor: Ministarstvo poljoprivrede (pismena komunikacija) ..... - 49 -

Slika 4-5: Prikaz kretanja značajne osutosti (više od 25% osutosti) krošanja nekih vrsta šumskog drveća u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2005.-2015. ..... - 50 -

Slika 6-1: Karta biogeografskih regija Europe..... - 75 -

Slika 6-2: Karta biogeografskih regija Republike Hrvatske ..... - 75 -

Slika 6-3: Karta zaštićenih područja Republike Hrvatske ..... - 77 -

Slika 6-4: Karta Ekološke mreže Republike Hrvatske ..... - 78 -

Slika 6-5: Udjel zaštićenih površina članica EU ..... - 79 -

Slika 7-1: Prikaz proizvodnje električne energije po pojedinim sustavima za proizvodnju ..... - 92 -

Slika 7-2: Odstupanja srednje temperature zraka u pojedinoj godini u odnosu na višegodišnji prosjek (1961.-1990.) za period od 2009. do 2012. godine ..... - 96 -

Slika 7-3 Neposredna potrošnja plinovitih goriva i toplinske energije u GWh u periodu od 2009. do 2012. godine ..... - 97 -

Slika 7-4: Odstupanja količine oborina u pojedinoj godini u odnosu na višegodišnji prosjek (1961.-1990.) za period od 2009. do 2012. godine ..... - 98 -

Slika 7-5: Proizvodnja primarne energije u GWh iz vodnih snaga u periodu od 2009. do 2012. godine - 99 -

Slika 8-1: Međuodnos klime i turizma ..... - 106 -

Slika 8-2: Broj ostvarenih turističkih noćenja u 2015. godini po mjesecima ..... - 107 -

Slika 8-3: Srednje maksimalne dnevne temperature u srpnju i kolovozu u razdoblju od 1961.-1990. u odabranim gradovima i preferirane temperature za ljetni turizam ..... - 108 -

Slika 8-4: Veze turizma s ostalim sektorima gospodarstva i društva ..... - 115 -

Slika 9-1: Broj oboljelih od gastrointestinalnih infekcija u Hrvatskoj u razdoblju 2001.-2015 ..... - 119 -

Slika 9-2: Infekcije probavnog sustava u Hrvatskoj u razdoblju 1973. -2007. Na vertikalnoj osi broj zabilježenih slučajeva, a na horizontalnoj osi razdoblje promatranja. ..... - 120 -

Slika 10-1: Vjerojatnost pojavljivanja srednje fiziološke ekvivalentne temperature zraka (PhET) u 14h po dekadama tijekom godine ..... - 136 -

Slika 10-2: Broj dana s temperaturom većom od 30 °C u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Lijevo: referentno razdoblje 1971-2000; sredina: promjena u razdoblju 2011-2040; desno: promjena u razdoblju 2041-2070. ..... - 140 -

Slika 10-3: Broj dana s oborinom većom od 10 mm/h u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Od lijeva na desno: zima, proljeće, ljeto i jesen. Gore: referentno razdoblje 1971-2000; sredina: promjena u razdoblju 2011-2040; dolje: promjena u razdoblju 2041-2070. ..... - 142 -

Slika 10-4: Prikaz procjena kretanja broja stalnih stanovnika ugroženih (pogođenih) poplavama i šteta od poplava do 2100. godine prema tri RRM scenarija. ..... - 146 -

Slika 11-1: Gordonov ekološki trijas ..... - 152 -

Slika 11-2: Zemljopisna distribucija procijenjenih rizika od katastrofa u Republici Hrvatskoj. ..... - 155 -

Slika 11-3: Udio katastrofa i izvanrednih stanja u ukupnim štetama u razdoblju 1980. – 2002. godine . - 156 -

Slika 11-4: Ciklus upravljanja rizikom ..... - 159 -

Slika 11-5: Projekcije kretanja učestalosti ekstremno vlažnih i ekstremno sušnih godina – grad Osijek - 162 -

Slika 11-6: Projekcije kretanja učestalosti ekstremno vlažnih i ekstremno sušnih godina – grad Zagreb- 162 -

Slika 11-7: Projekcije kretanja učestalosti ekstremno vlažnih i ekstremno sušnih godina – grad Rijeka - 163 -

Slika 11-8: Projekcije kretanja učestalosti ekstremno vlažnih i ekstremno sušnih godina – grad Gospić- 163 -

Slika 11-9: Projekcije kretanja učestalosti ekstremno vlažnih i ekstremno sušnih godina – grad Split ... - 164 -

Slika 11-10: Događaji s najgorim mogućim posljedicama prema Procjeni rizika od katastrofa 2015..... - 166 -

1. UVOD

Ovaj izvještaj predstavlja dio obaveza u okviru Komponente II projektnog ugovora *Jačanje kapaciteta Ministarstva zaštite okoliša i energetike za prilagodbu klimatskim promjenama te priprema Nacrta Strategije prilagodbe klimatskim promjenama*, aktivnosti 2.3: Procjenjivanje ranjivosti na klimatske promjene i izrada pregleda utjecaja klimatskih promjena po sektorima.

Prema Početnom izvješću projekta, opis zadatka je kako slijedi:

> *Na temelju rezultata modeliranja i scenarija kao i temeljem dosadašnjih istraživanja i aktivnosti vezanih za utjecaj i prilagodbu klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj, utvrdit će se sektori koji su ranjivi na utjecaje klimatskih promjena i izraditi procjena utjecaja klimatskih promjena i ranjivosti na klimatske promjene u pojedinim sektorima koja će pokazati utjecaj i promjene na okoliš, društvo i gospodarstvo. U obzir je potrebno uzeti utjecaj na infrastrukturu (zgrade, prometna infrastruktura, energetska infrastruktura itd.) i procjenu prekograničnih rizika od klimatskih promjena.*
>
> *Stručnjaci će temeljem projekcija i dobivenih rezultata moći donijeti zaključke kako će promijenjena klima utjecati na njihov sektor, ali i koji su mogući utjecaji "njihovog" sektora na druge sektore. Utvrditi će se elementi procjene ranjivosti i provesti analiza po sektorima odnosno po geografskim područjima.*

Izvještaj o procijenjenim utjecajima i ranjivosti na klimatske promjene po pojedinim sektorima (podaktivnost 2.3.1 projekta) polazi od definicije pojma „ranjivost" koja je u Početnom izvješću navedena kao:

> ***Ranjivost*** *(eng. vulnerability): Karakteristike i okolnosti zajednice, sustava ili imovine koje ih čine podložne štetnim učincima (neke) opasnosti.*
>
> *Komentar: Postoje mnogi aspekti ranjivosti, koji proizlaze iz različitih fizičkih, socijalnih, ekonomskih i okolišnih čimbenika. Primjeri mogu uključivati loše projektiranje i izgradnju objekata, neadekvatnu zaštitu imovine, nedostatak javnih informacija i svijesti, ograničeno službeno priznavanje rizika i spremnosti mjera, te nepoštivanje mudrog upravljanja okolišem. Ranjivost značajno varira unutar zajednice i kroz vrijeme. Ova definicija prepoznaje ranjivost kao karakteristiku elementa različitih interesa (zajednice, sustava ili imovine) koja je neovisna o njegovoj izloženosti. Međutim, u uobičajenoj uporabi riječ se često koristi u širem smislu i pritom uključuje izloženost prirodnim elementima (koji mogu ili ne moraju biti izazvani klimatskim promjenama ili varijacijama).*

Gornja definicija se može smatrati sveobuhvatnom jer ona ne precizira što „ranjivost" znači unutar nekog konkretnog tematskog područja, kao što su to, na primjer, učinci klimatskih promjena. Zato, kada govorimo o učincima klimatskih promjena, dobro je spomenuti definiciju pojma „ranjivost" koju je predložilo Međunarodno stručno tijelo za klimatske promjene (engleski naziv: *International Panel on Climate Change* – IPCC) i koja glasi:

> *Ranjivost na klimatske promjene je stupanj osjetljivosti geofizičkih, bioloških i socio-ekonomskih sustava na, kao i njihove smanjene mogućnosti da se nose sa štetnim učincima klimatskih promjena. Pojam „ranjivost" se može, tako, odnositi na same ranjive sustave, na primjer kod nisko ležećih otoka ili obalnih gradova; učinke na te sustave, na primjer u slučaju poplava obalnih gradova i poljoprivrednih područja ili prisilnih migracija prouzročenih tim događajima;*

ili na same mehanizme koji uzrokuju ove učinke, kao što je to, na primjer, dezintegracija ledenog sloja u zapadnom Antarktiku.[1]

Međunarodni panel o klimatskim promjenama (IPCC) (IPCC, Climate Change 2001:Scientific Basis. Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001) definira ranjivost kao "*funkciju oblika, veličine i stupnja klimatske varijacije kojoj je neki sustav izložen, njegove osjetljivosti na klimatske promjene i njegove sposobnosti prilagodbe*". EU je preuzela ovu definiciju, dodavši i da je ranjivost "*stupanj osjetljivosti sustava na štetne učinke klimatskih promjena, uključivo i klimatsku varijabilnost i ekstremne vremenske događaje, te njegove nemogućnosti da se nosi sa tim pojavama*" (European Commission, 2013).

Rezultati opsežnog klimatskog modeliranja promjene klime do 2040. godine i pogledom na 2070. godinu prema IPCC definiranom scenariju RCP4.5 (tzv. srednji scenarij) na računalnom klasteru („super-računalu") HPC „VELEbit"[2] koristeći regionalni klimatski model „RegCM" koji za definiranje rubnih uvjeta koristi rezultate četiri globalna klimatska modela (u ovom projektu aktivnost 2.2., podaktivnost 2.2.1. Priprema i provedba modeliranja klime na sustavu HPC[3]), s posebnim osvrtom na učinke u pojedinim ranjivim sektorima i temama, temeljni su (ali ne i jedini) ulazni podaci za ovaj izvještaj. Oni ukazuju na klimatske varijacije i promjene koji se mogu očekivati do 2040., odnosno 2070. godine u Republici Hrvatskoj. Modeli korišteni u izradi ovoga izvještaja su, zapravo, neutralni jer im nedostaje element odluke, odnosno mjere koje definiraju strategiju prilagodbe ili definiranje onoga što se želi poduzeti kako bi se štetni učinci klimatskih promjena smanjili na najmanju moguću mjeru. Prvi korak u definiranju tih mjera je procjena učinaka klimatskih promjena i ranjivosti sustava (sektora) u Republici Hrvatskoj. Zbog toga ovaj dokument treba smatrati iznimno važnim, jer onoga trenutka kada se definira stupanj ranjivosti biti će moguće utvrditi i ono što je potrebno učiniti, odnosno predložiti nacionalnom Strategijom prilagodbe klimatskim promjenama.

U ovom dokumentu svaki sektor je posebno obrađen i predstavlja prvi korak u definiranju stupnja osjetljivosti i ranjivosti na klimatske promjene. Razrada svakog sektora slijedi isti obrazac. Struktura poglavlja i potpoglavlja istovjetna je za svaki sektor zbog uniformnosti dokumenta te kako bi se dobio ujednačeni prikaz svih sektora. Na taj način moguće je međusobno uspoređivati sektore. Svaki sektor sastoji se od 4 potpoglavlja:

- Prvo potpoglavlje predstavlja općeniti pregled sektora, ekonomske aktivnosti vezane uz sektor kao i procjena razvijanja sektora u uvjetima uobičajenog djelovanja bez uzimanja u obzir očekivanih klimatskih promjena (BAU, prema engleskom *Business as Usual,*). Bitno je naglasiti da je ovdje naglasak i na opis važnosti sektora za Republiku Hrvatsku
- Drugo potpoglavlje prikazuje trenutačni utjecaj klime na sektor, odnosno stanje klimatskih parametara. Ono predstavlja trenutno stanje sektora, pregled utjecaja klime s pogledom na nedavne utjecaje kao što su požari, poplave, suše i sl.
- Treće potpoglavlje daje prikaz promjena klimatskih parametara do 2040. godine te 2070. godine. U ovo poglavlje ugrađeni su klimatski rezultati dobiveni na sustavu HPC VELEbit
- Četvrto potpoglavlje prikazuje procijenjeni budući utjecaj klimatskih parametara na sektor, očekivanu ranjivost, međusektorski i prekogranični utjecaj i konačno moguće pozitivne posljedice nastale kao rezultat klimatskih promjena.

---

[1] https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/ch19s19-1-2.html

[2] HPC-eng. *high performance computing*, visoko-učinkovito računanje

[3] Dokument s rezultatima ove podaktivnosti može se naći na mrežnoj stranici projekta: prilagodba-klimi.hr

Za brzi pregled stanja i procjena u sektoru, svaki od sektora sadrži:

- okvir s ključnom porukom analize utjecaja klimatskih promjena na sektor i ranjivosti sektora
- tablični prikaz najznačajnijih očekivanih utjecaja klimatskih promjena na sektor te tekstualni i prikaz u bojama procijenjenog stupnja ranjivosti (zelena za nisku ranjivost, narančasta za srednju ranjivost i crvena za visoku ranjivost na klimatske promjene).

U zaključnom poglavlju daje se sažeti prikaz osnovnih rezultata studije koji može poslužiti i kao smjernica za detaljnije čitanje i usmjeravanje.

2. HIDROLOGIJA, VODNI I MORSKI RESURSI

Ključne poruke

- Kopneni akvatički vodni sustavi i more predstavljaju iznimno vrijedne i na utjecaj klimatskih promjena vrlo ranjive prirodne resurse. O hidrološkim i hidrografskim značajkama vodnih resursa i mora dominantno ovisi i stanje niza drugih sektora ranjivih na klimatske promjene, kako vezanih uz okoliš, tako i na društvo i gospodarstvo, poglavito u domeni vodne i prometne infrastrukture, energetike, urbanih stambenih i gospodarskih sadržaja i slično.
- Republika Hrvatska je relativno bogata vodom, ali, zbog geološke građe s velikim udjelom površina s krškim strukturama i velike prostorno-vremenske heterogenosti otjecanja, ne i vodnim zalihama. Naime, krške sredine koje zauzimaju oko polovine površine teritorija Republike Hrvatske općenito imaju malu mogućnost dugotrajnijeg akumuliranja rezervi voda za kritična sušna razdoblja.
- Stanje vodnih i morskih resursa na području Republike Hrvatske u velikoj mjeri ovisi i o prekograničnim utjecajima, kako zbog globalnog utjecaja klimatskih promjena na dinamiku promjena stanja razine oceana i mora, tako i zbog velikog udjela prekograničnih i međugraničnih vodotoka u odnosu na ukupne vodne resurse Hrvatske.
- Očekuje se da će se pogoršanjem hidroloških prilika uslijed djelovanja klimatskih promjena s jedne strane povećati učestalosti i duljina trajanja sušnih razdoblja, a s druge strane i intenzitet pojava poplavnih situacija.
- Prognozirano povećanje temperatura zraka za analizirano razdoblje do 2070. godine, kao i stagnacija ili minorno iskazani trendovi promjena u ukupnim količinama oborina imat će za posljedicu povećanje evapotranspiracije, smanjenje površinskih ili podzemnih otjecanja, a time i još naglašenije smanjenje vodnih zaliha.
- Od utjecaja negativnih klimatskih promjena posebno ugroženi su priobalni krški vodonosnici i ostale vodne pojave u priobalju (jezera, vodotoci, izvori) iz razloga što se kod njih javlja kumulativni efekt mogućih promjena sa smanjenim protocima i razinama podzemnih voda, te intenzivnijim prodorima mora u krške priobalne vodonosnike i jezera, te propagaciju zaslanjenih morskih voda duž korita vodotoka dublje u kopneno zaleđe.
- Rezultati provedenih modeliranja pokazuju da će se u budućnosti povećati i intenzitet kratkotrajnih jakih oborina, i to kako rijetkih tako i učestalih vjerojatnosti pojave, a što stvara preduvjete i za učestalije pojave poplava na bujičnim vodotocima, urbanim područjima i riječnim slivovima.
- Posebno negativne posljedice klimatskih promjena očekuju se kod vodotoka u priobalju zbog kumulativnog efekta koincidencija podizanja razine mora i pojava ekstremnih protoka.
- Uz smanjenje srednjih godišnjih, kao i minimalnih godišnjih protoka, te povećanje maksimalnih godišnjih protoka, očekuju se i vrlo naglašene promjene temperatura voda što će se negativno odraziti kako na akvatičke ekosustave, njihovu raznolikost i prijemni kapacitet, tako i na mogućnosti njihova korištenja za ostale namjene.

2.1. Pregled i važnost sektora, opći utjecaj klime na sektor - Hidrologija, vodni i morski resursi

Republika Hrvatska se ubraja u skupinu vodom relativno bogatih zemlja u kojoj problemi s vodom i oko vode još nisu na kritičnoj razini i vodni resursi zasad nisu ograničavajući čimbenik razvoja. No, naglašena prostorno - vremenska neravnomjernost raspoloživosti vodnih zaliha, čemu poseban doprinos daje geološka građa s vrlo zastupljenim krškim strukturama koje općenito imaju malu prirodnu akumulativnost vodnih zaliha, uvjetuje i u postojećim klimatskim prilikama periodične pojave problema s osiguranjem dostatnih količina vode za neke od vidova njezina korištenja ili

zadovoljavanja potreba ekosustava. Ipak, prema istraživanjima UNESCO-a iz 2003. godine, Hrvatska je po dostupnosti i bogatstvu vodenih izvora na vrlo visokom 5. mjestu u Europi, a na 42. u svijetu.[4]

Okvir 2-1: Vrste kopnenih voda

Kopnene vode su one vodne površine koje se nalaze na kopnu, a prema svom položaju dijele se na površinske (rijeke, jezera) i podzemne. Prema „Okvirnoj direktivi o vodama“[5] u površinske vode se ubrajaju još i prijelazne i priobalne vode. Prema toj Direktivi[5], „prijelazne vode“ su tijela površinske vode u blizini ušća rijeka, koja su po svojoj naravi bočata uslijed blizine priobalnih voda, ali su pod znatnim utjecajem slatkovodnih dotoka. Nadalje, „priobalna voda“ znači površinsku vodu od vanjske granice prijelazne vode ili kopna do 1 nautičke milje prema pučini.

Uz spomenute kopnene vode, Hrvatska ima i vrlo značajan udio mora (35,5%, odnosno 31.071 km^2) u ukupnoj površini svoga teritorija (87.609 km^2), koje kao i vode predstavlja vrijedan prirodan resurs.[6] No, u ovom poglavlju, more se ne tretira kao zaseban resurs (kao što je to u poglavljima o ribarstvu, bioraznolikosti i sl.), već kao medij koji je u prijelaznim vodama i priobalnim vodonosnicima u interakciji sa slatkom vodom te utječe na priobalne vodne resurse, vodnu infrastrukturu i s čijim bi se očekivanim povećanjima razine uslijed djelovanja klimatskih promjena mogli povećati i rizici od poplavljivanja na neposrednom priobalnom području i utjecajnim dionicama toka vodotoka koje se nalaze pod utjecajem uspora morske razine.

Prostorni raspored površinskih i podzemnih voda i njihova veza primarno su određeni morfološkim i hidrogeološkim značajkama područja Republike Hrvatske. Računa se da ukupna duljina svih prirodnih i umjetnih vodotoka na području Hrvatske iznosi oko 32.100 km. Hrvatska ima i niz jezera od kojih je površinom najveće Vransko u Dalmaciji (30,7 km^2, a volumenom vode najbogatije istoimeno Vransko jezero na otoku Cresu (220 mil. m^3). Na području Hrvatske očuvana su i relativno značajna močvarna staništa od kojih je petero i na Ramsarskom popisu močvarnih staništa od međunarodnog značenja, a od kojih se po površini ističe Lonjsko i Mokro polje s ukupno 511 km^2.[7]

Sve vode na području Hrvatske pripadaju dvama osnovnim slivovima - crnomorskom ili jadranskom, a razvodnica između njih ide kroz gorsko-planinsko područje. Te su slivne cjeline ujedno i vodnogospodarske administrativne jedinice/vodna područja. Vodno područje rijeke Dunav, odnosno crnomorskog sliva obuhvaća 35.117 km^2 kopnenog područja Hrvatske, dok Jadransko vodno područje obuhvaća 18.183 km^2 kopnenog područja Hrvatske, kao i otoke čija je ukupna 3.266 km^2, te pripadajuća površina mora (Slika 2-1). U crnomorskom slivu dominiraju veći vodotoci kao što su Sava koja čini podsliv površine 25.764 km^2, te Drava i Dunav sa značajnije manjim podslivom na području Hrvatske od 9.353 km^2. Na crnomorskom slivu postoji i velik broj manjih pritoka, među kojima je po površini sliva i vodnogospodarskom značaju najvažnija Kupa. U jadranskom slivu je zastupljenost površinskih vodotoka (gustoća riječne mreže i njihova duljina) znatno manja, ali postoje intenzivna cirkulacija podzemnih voda kroz podzemne krške vodonosnika. Većina velikih vodotoka crnomorskog sliva međudržavnog je značaja (pogranični ili prekogranični). Od većih vodotoka u Republiku Hrvatsku Sava, Drava i Mura iz Slovenije, dok Kupa i Sutla predstavljaju međugranične vodotoke. Dunav dotječe u Hrvatsku iz Mađarske, a Una, Vrbas i Bosna iz Bosne i Hercegovine. Na jadranskom slivu granična rijeka sa Slovenijom jest Dragonja, a najveća prekogranična rijeka je Neretva s više od 90%

[4] Strategija upravljanja vodama (NN 91/08, 2008)
[5] Okvirna direktiva o vodama 2000/60/EC (EC 2000/60/EC, 2000)
[6] Strategija upravljanja vodama (NN 91/08)
[7] Plan upravljanja za Park prirode Lonjsko polje (Javna ustanova Park prirode Lonjsko polje, 2008)

sliva na području Bosne i Hercegovine.[8] Značajke vlastitih voda na području Republike Hrvatske prikazane su u Tablici 2-1, gdje su, razdvojeno na Jadranski i Crnomorski sliv, prikazane osnovne informacije o prosječnim količinama palih godišnjih oborina, evapotranspiracije te specifičnih otjecanja na spomenutim slivovima. Uz to, dane su i vrijednosti ukupnog prosječnog otjecanja po navedenim slivovima, kao i ukupno, za cjelokupno područje Hrvatske. Iz danih je podataka vidljivo da su na Jadranskom slivu veće i prosječne oborine i evapotranspiracije, a što generira i gotovo dvostruko veće specifične otjecaje po jedinici površine, kao i za oko 9% veću količinu ukupnih prosječnih otjecanja. No, unatoč toga, zbog puno manje akumulativnosti krških struktura za čuvanje vodnih zaliha, na jadranskom vodnom području prisutni su veći rizici od negativnih posljedica klimatskih promjena u vidu veće vjerojatnosti pojava ekstremnih suša regionalne rasprostranjenosti.

Slika 2-1: Vodna područja i područja podslivova sa značajnim vodotocima
Izvor: Plan upravljanja vodnim područjima 2016. - 2021. (Vlada Republike Hrvatske, 2016)

[8] Strategija upravljanja vodama (NN 91/08)

Tablica 2-1: Osnovne značajke otjecanja na području Hrvatske

Hidrološka veličina	Crnomorski sliv	Jadranski sliv	Hrvatska - ukupno
Prosječne oborine (mm)	1001	1426	1162
Prosječna evapotranspiracija (mm)	663	761	700
Prosječno specifično otjecanje (l/s/km^2)	10,7	21,1	14,6
Ukupno prosječno otjecanje (m^{3}s^{-1})	376	451	827

Izvor: Strategija upravljanja vodama (NN 91/08)

Prema prosječnoj vodnoj bilanci područje Republike Hrvatske obiluje vodama, ali unutar-godišnji raspored količina voda nije povoljan, jer postoji izrazita prostorna i vremenska neravnomjernost u rasporedu vodnoga bogatstva – raspoloživih vodnih zaliha, posebno na jadranskom slivu, u pravilu najmanje ima onda kad su i potrebe za vodom najveće – tijekom ljetnih sušnih razdoblja. Crnomorski sliv je bogatiji vodom ako se u obzir uzmu ukupne (vlastite i tranzitne) vode, dok su vlastite vode jadranskoga sliva znatno izdašnije po jedinici površine sliva, ali i sa znatno manjim akumulacijskim sposobnostima dugotrajnijeg zadržavanja vodnih rezervi u vodonosniku.[9]

Navedene količine i konstatacije da smo relativno bogati vodom odnose se prije svega na relativno velike mogućnosti zadovoljavanja potreba za vodom u Republici Hrvatskoj bilo putem neposredno raspoloživih vodnih resursa na mjestima njihove prirodne pojave, ili pak za određene vidove korištenja voda sustavima koji omogućavaju njihovom prostorno vremenskom preraspodjelom. Međutim, sektor upravljanja vodama uključuje i niz drugih aktivnosti koje je potrebno integralno planirati i provoditi kako bi se vodni resursi primjereno zaštitili i održivo koristili. U tom kontekstu navodi se u nastavku nekoliko definicija aktivnosti u vodnom sektoru.[10] To su ujedno i aktivnosti koje su pod neposrednim utjecajem klimatskih promjena, kako već prisutnih, tako i očekivanih daljnjih negativnih promjena.

2.2. Trenutačno stanje i utjecaj klimatskih parametara na sektor – Hidrologija, upravljanje vodnim i morskim resursima

2.2.1. Korištenje voda

Prema Zakonu o vodama[11], vode su opće dobro, koje zbog svojih prirodnih svojstava ne može biti ni u čijem vlasništvu. Pravo na zahvaćanje vode radi iskorištavanja za različite namjene stječe se na temelju koncesije. Iznimka od toga jest pravo opće uporabe voda, koje obuhvaća korištenje voda običnim načinom koji ne zahtijeva posebne naprave i ne isključuje druge od jednakog korištenja.

U **vodnom sektoru** danas djeluju vodno gospodarstvo, vodnokomunalno gospodarstvo i ostali gospodarski subjekti koji pri obavljanju djelatnosti koriste vodu i vodno dobro. *Vodno gospodarstvo* je ustrojeno na državnoj razini i obuhvaća poslove od javnoga značenja. Djelovanjem stvara uvjete za unapređenje općih uvjeta za život stanovništva, za razvoj društveno-gospodarskih djelatnosti, zaštitu okoliša te očuvanje ekosustava i biološke raznolikosti kojima je osnovni resurs voda. Svoje učinke vodno gospodarstvo ostvaruje i kroz rezultate drugih sektora ovisnih o vodi i uređenom vodnom režimu.

Vodnokomunalno gospodarstvo djeluje na lokalnoj, odnosno regionalnoj razini, na poslovima javne vodoopskrbe, odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda. Gospodarsko korištenje voda (proizvodnja električne energije, ribnjačarstvo, navodnjavanje, plovidba, turizam) obuhvaća one dionike u vodnom sustavu koji djeluju na tržišnim osnovama, tj. koji korištenjem vodom proizvode robu i usluge.

[9] Strategija upravljanja vodama (NN 91/08)
[10] *Ibid*
[11] Zakon o vodama (NN 153/09)

Korištenjem voda, prema Zakonu o vodama[12], smatra se: zahvaćanje, crpljenje i uporaba površinskih i podzemnih voda za različite namjene, pri čemu je opskrba stanovništva vodom za piće javni interes i ima prvenstvo u odnosu na korištenje voda za ostale namjene koje su pretežno gospodarski interesi, podložni utjecajima tržišta (proizvodnja električne energije, navodnjavanje, uzgoj riba, plovidba, zahvaćanje mineralne i geotermalne vode, korištenje voda za sport i rekreaciju i sl.).

Prema podacima za 2012. godinu za Republiku Hrvatsku (tablica 2-2), skoro polovica zahvaćene vode (460 milijuna m^3/god) otpada na vodu za potrebe javne vodoopskrbe pri čemu podzemne vode čine 49% i izvori dodatnih 35% (ukupno 84%) zahvaćenih količina. Preostalih 492 milijuna m^3/god zahvaćenih voda otpada na vlastite vodozahvate gospodarskih subjekata. Najvećim dijelom radi se o zahvaćanju vode za tehnološke i slične namjene u količini od 474 milijuna m^3/god. Sva ostala korištenja (navodnjavanje, prodaja vode, rashladne namjene i dr.) zajedno sudjeluju sa samo 2% u ukupno zahvaćenoj količini.[13]

Tablica 2-2: Zahvaćene količine vode po namjenama i izvorištima

	Količina	Izvorišta:				
Namjena	**(10^6 m3/god)**	**Rijeke**	**Izvori**	**Akumulacije**	**Jezera**	**Podzemne vode**
Javna vodoopskrba	460,8	46,3	161,3	26,9	2,3	224,0
Prodaja vode na tržištu	1,6	-	0,5	-	-	1,1
Tehnološke i sl. namjene	474,1	301,9	4,1	18,3	0,4	149,4
Rashladne namjere	4,8	0,4	-	-	-	4,4
Navodnjavanje	1,3	-	-	0,5	-	0,8
Slatkovodna akvakultura	2,8	2,0	-	-	-	0,8
Ostale namjene	8,0	0,2	2,0	-	-	5,8
UKUPNO	**953,4**	**350,8**	**167,9**	**45,7**	**2,7**	**386,3**

Izvor: Plan upravljanja vodnim područjima 2016.-2021. (Vlada Republike Hrvatske, 2016)

2.2.2. Uređenje vodotoka i drugih voda i zaštita od štetnog djelovanja voda

Uređenje vodotoka i drugih voda obuhvaća: građenje, tehničko i gospodarsko održavanje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i vodnih građevina za melioracijsku odvodnju, tehničko i gospodarsko održavanje vodotoka i vodnog dobra te druge radove kojima se omogućuju kontrolirani i neškodljivi protoci voda i njihovo namjensko iskorištavanje. Zaštita od štetnog djelovanja voda obuhvaća aktivnosti i mjere za obranu od poplava, obranu od leda na vodotocima i zaštitu od erozija i bujica.

Pri tome se **poplave** tretiraju kao prirodni fenomeni koji se rijetko pojavljuju i čije se pojave ne mogu izbjeći, ali se poduzimanjem različitih preventivnih građevinskih i negrađevinskih mjera rizici od poplavljivanja mogu smanjiti na prihvatljivu razinu. One su među opasnijim elementarnim nepogodama i na mnogim mjestima mogu uzrokovati gubitke ljudskih života, velike materijalne štete, devastiranje kulturnih dobara i ekološke štete. Zbog prostranih brdsko-planinskih područja s visokim kišnim intenzitetima, širokih dolina nizinskih vodotoka, velikih gradova i vrijednih dobara na potencijalno ugroženim površinama te zbog nedovoljno izgrađenih i održavanih zaštitnih sustava, Hrvatska je prilično ranjiva od poplava. Procjenjuje se da poplave potencijalno ugrožavaju oko 15% državnoga kopnenog teritorija, od čega je veći dio danas zaštićen s različitim razinama sigurnosti.[14]

Veliki dijelovi hrvatskoga teritorija ugroženi su **vodnom erozijom**. Intenzivni procesi vodne erozije s mnoštvom razornih bujica osobito su prisutni na jadranskim slivovima s flišnom podlogom (središnja

[12] Zakon o vodama (NN 153/09)
[13] Plan upravljanja vodnim područjima 2016.-2021. (Vlada Republike Hrvatske, 2016)
[14] *Ibid*

Istra, dijelovi Kvarnerskog primorja i Gorskog kotara, dijelovi Like, Dalmacije i otoka), dok su u kontinentalnim dijelovima Hrvatske oni manje vidljivi, ali su također vrlo štetni. Kontinentalne bujice, za razliku od mediteranskih, uglavnom imaju dulje tokove s većim padovima na svojim najuzvodnijim dijelovima, bogatije su vodom te nemaju oštro odvojene zone prikupljanja i odlaganja nanosa. U posljednje vrijeme sve je prisutnija erozija kao posljedica različitih antropogenih utjecaja (neadekvatno iskorištavanje zemljišta, neadekvatna poljoprivredna proizvodnja, požarišta, velike infrastrukturne građevine i slično). Hrvatska ima i izgrađene sustave melioracijske odvodnje radi odvodnje suvišne vode s poljoprivrednih i drugih nizinskih površina.

Sustavima javne **odvodnje komunalnih otpadnih voda** obuhvaćeno je 46% ukupnog stanovništva, pri čemu je 35% stanovništva priključeno na sustave kojima se provodi i pročišćavanje otpadnih voda.[15] Sustavi **odvodnje oborinskih voda** u urbanim sredinama grade se uglavnom na tradicionalan hidrotehnički način - radi brze i učinkovite oborinske (atmosferske) odvodnje u naseljenim mjestima te zaštite stanovništva i materijalnih dobara od poplava uzrokovanih oborinskim vodama. S obzirom na ograničenja koje takvi koncepti odvodnje nose, u sve većoj mjeri se pri rješavanju problema urbane odvodnje i u Hrvatskoj javljaju koncepti zadržavanja oborinskih voda što bliže mjestu njihova nastanka i njihovo korištenje, a što je u svijetu poznato i sve se više zagovara pod različitim nazivima – integralni koncept odvodnje oborinskih voda, zelena infrastruktura ili pak urbanistički plan koji bolje upravlja vodnim resursima (eng. *water sensitive urban design),* koncept planiranja izgradnje vodno osviještenih urbanih cjelina s integralnim pristupom odvodnji, zaštiti i višekratnom korištenju vodnih resursa.

Na području Hrvatske prisutni su i **višenamjenski sustavi uređenja i korištenja voda i zemljišta**. Koriste se za opskrbu vodom, proizvodnju električne energije, navodnjavanje, plovidbu, zaštitu od poplava, melioracijsku odvodnju, uzgoj riba, šport i rekreaciju, ali isto tako i za smanjenje onečišćenja voda nizvodnim oplemenjivanjem malih voda te za prihranjivanje podzemnih voda. Najveći višenamjenski sustav na području crnomorskoga sliva u Hrvatskoj jest sustav Srednje Posavlje, a na području jadranskih slivova sustav na slivu Cetine.

2.2.3. Pregled ekonomskih aktivnosti vezanih uz vodu

Ekonomske aktivnosti vezane uz vodu i upravljanje vodnim resursima na kopnenom i priobalnom području Hrvatske uglavnom se odnose na provedbu mjera u domeni upravljanja rizicima od poplava, kao i razvoja vodne infrastrukture. Prema navodima iz Plana upravljanja vodnim područjima 2016.-2021.[16], uz direktna ulaganja u mjere smanjenja opasnosti pa time i **rizika od poplava** kojima bi trebalo biti obuhvaćeno oko 1.500.000 stanovnika, veliki dio aktivnosti koje se planiraju provesti vezan je i uz smanjenje ranjivosti, odnosno osjetljivosti na plavljenje. U dijelu koji se odnosi na smanjenje opasnosti od poplava inzistira se na odabiru rješenja koja su učinkovita kombinacija građevinskih mjera i mjera tzv. „zelene infrastrukture“ (očuvanje prirodnih retencija, močvara, širokih inundacijskih područja duž riječnog toka i sl.).

Ulaganja u razvoj vodne infrastrukture kao investicijski najznačajnijeg dijela programa mjera upravljanja stanjem voda i programa mjera upravljanja rizicima od poplava detaljno su razrađena u „Višegodišnjem programu gradnje komunalnih vodnih građevina“ i „ Višegodišnjem programu gradnje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i građevina za melioracije“. Bitni dijelovi oba višegodišnja programa preneseni su i u Plan upravljanja vodnim područjima 2016. – 2021.**Error!**

[15] Plan upravljanja vodnim područjima 2016.-2021. (Vlada Republike Hrvatske, 2016)
[16] *Ibid*

Bookmark not defined. Za oba programa proveden je i postupak strateške procjene utjecaja programa na okoliš. Procijenjeni iznosi ulaganja u razvoj infrastrukture:

- za potpuno usklađenje sustava javne vodoopskrbe koji opskrbljuju više od 50 ljudi, odnosno koji isporučuju više od 10 m^3 na dan kako bi zadovoljavali standarde kakvoće vode za ljudsku potrošnju od 6,4 milijarde HRK
- za potpuno usklađenje ispuštanja komunalnih otpadnih voda za sve aglomeracije veće od 2.000 ES sa zahtijevanim standardima emisija otpadnih voda od 21,9 milijardi HRK, te
- za smanjenje rizika od poplava za sve stanovnike za koje je prethodna procjena rizika od poplava utvrdila da se nalaze u području vrlo velikog rizika te za 30% stanovnika koji se nalaze u području velikog rizika od 4,6 milijardi HRK.

2.2.4. Zaštita voda

Zaštita voda se provodi unutar vodnog i vodnokomunalnog gospodarstva te uključuje načelo održivog razvoja i jedinstvo vodnog sustava radi osiguranja odgovarajućeg vodnog režima (količina i kakvoća voda), koji se temelji na odredbama Zakona o vodama[17], Državnoga plana za zaštitu voda[18], propisa iz područja zaštite voda od onečišćenja, te uvažavanju i drugih dokumenata, kao što su: Zakon o zaštiti prirode[19], Zakon o prostornom uređenju i gradnji [20], Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske[21], Zakon o zaštiti okoliša[22], Nacionalna strategija zaštite okoliša[23] i Nacionalni plan djelovanja na okoliš[24] te Zakon o komunalnom gospodarstvu[25]. Zaštita voda ima za cilj:

- spriječiti daljnje pogoršanje, zaštititi i poboljšati stanje vodnih ekosustava te, s obzirom na potrebe za vodom, kopnenih ekosustava i močvarnih područja izravno ovisnih o vodnim ekosustavima;
- promicati održivo korištenje voda na osnovi dugoročne zaštite raspoloživih vodnih resursa;
- bolje zaštititi i poboljšati stanje vodnog okoliša, među ostalim i putem specifičnih mjera za postupno smanjenje ispuštanja, emisija i rasipanja opasnih tvari s prioritetne liste, te prekid ili postupno ukidanje ispuštanja, emisija ili rasipanja opasnih tvari s prioritetne liste[26];
- osigurati postupno smanjenje onečišćenja podzemnih voda i sprječavati njihovo daljnje onečišćenje, te
- pridonijeti ublažavanju posljedica poplava i suša.

Na određenim dijelovima slivova postoji potreba za posebnim mjerama zaštite voda, pa se ista definiraju se kao posebno zaštićena područja sa strožim i sveobuhvatnijim mjerama zaštite voda od onih koje se inače provode na cijelom teritoriju Republike Hrvatske. Zaštićena područja obuhvaćaju dvije osnovne skupine: (i) područja voda koje su namijenjene za ljudsku uporabu ili su pod utjecajem ljudskih aktivnosti (npr. zone sanitarne zaštite, zone za uzgoj riba i sl.), (ii) područja u koja se ubrajaju vodeni ekosustavi i ekosustavi ovisni o vodi na temelju zakona i međunarodnih konvencija koje se odnose na zaštitu prirode (npr. nacionalni parkovi, parkovi prirode, područja zaštićena međunarodnim konvencijama i sl.).

---

[17] Zakon o vodama (NN 153/09)
[18] Državni plan za zaštitu voda (NN 8/99)
[19] Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13a)
[20] Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13)
[21] Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske (Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i stanovanja, 1997)
[22] Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13b)
[23] Nacionalna strategija zaštite okoliša (NN 46/02a)
[24] Nacionalni plan djelovanja na okoliš (NN 46/02b)
[25] Zakon o komunalnom gospodarstvu (NN 26/03)
[26] (Direktiva 2008/105/EZ o standardima kvalitete okoliša u području vodne politike, 2008)

U Strategiji upravljanja morskim okolišem i obalnim područjem Republike Hrvatske (nacrt)[27] i u Programu mjera zaštite i upravljanja morskim okolišem i obalnim područjem u Republici Hrvatskoj (nacrt)[28] određen je niz mjera koje treba poduzeti radi postizanja i/ili održavanja dobrog stanja okoliša te radi ostvarivanja ciljeva upravljanja morskim okolišem i obalnim područjem.

2.3. Očekivane promjene klimatskih parametara do 2040. te 2070. godine - Hidrologija, vodni i morski resursi

Klimatski parametri koji dominantno utječu na stanje kao i moguće promjene u sektoru vodnih resursa i hidrologije su oborine i temperature zraka, kao i na temelju njih izvedeni neki klimatski i hidrološki parametri kao što su evapotranspiracija i otjecanje. Pri tome je nužno promatrati promjene na različitim vremenskim skalama njihove pojavnosti - počevši od razine godišnjih vrijednosti i trendova njihova kolebanja, preko njihove unutargodišnje raspodjele pa do promjena u pojavama njihovih dnevnih i satnih vrijednosti, što je posebno važno kod ocjene rizika pojava poplava i mogućih posljedica kod pojava kratkotrajnih jakih oborina. U okviru provedenih klimatskih modeliranja na sustavu HPC VELEbit prikazani su rezultati koji govore o nastavljanju, a za razdoblje do 2070. godine, i intenziviranju zapaženih negativnih trendova. Dobivene procjene govore o:

- daljnjem povećanju temperatura zraka i evapotranspiracije
- stagnaciji trenda palih ukupnih oborina, ali i nepovoljnoj unutar-godišnjoj raspodjeli oborina, što je bitno za stvaranje i osiguranje vodnih zaliha i
- povećanju varijabiliteta unutargodišnjih promjena s dugotrajnijim pojavama sušnih razdoblja.

Detaljnije procjene provedene su za nekoliko odabranih referentnih lokacija, tipičnih za pojedina područja Hrvatske. Radi se o područjima s rezolucijom prostornog rastera 50 x 50 km u kojima su izdvojene šire utjecajne zone:

- Zagreba (reprezenta središnje i sjeverozapadne Hrvatske)
- Osijeka (reprezenta istočnog dijela Hrvatske)
- Rijeke (reprezenta sjevernojadranskog dijela Hrvatske)
- Splita (reprezenta srednje jadranskog i južnog jadranskog područja Hrvatske) i
- Gospića (reprezenta gorske Hrvatske).

Za svaki od navedenih lokaliteta dani su rezultati provedenih procjena po četiri različita globalna klimatska modela projekcije buduće klime s kojim je forsiran regionalni RegCM model, pri čemu je primijenjen IPCC scenarij RCP4.5. Spomenuta četiri razmatrana modela su CNRM-CM5 (na prikazima su rezultati koji se odnose na taj model dani sa kraćenom oznakom CN), EC-Earth (EC), MPI-ESM (MP) te HadGEM2 (HA).

S obzirom da za spomenute modele, odnosno njihove rezultate, nije provedena prilagodba prognoziranih vrijednosti povijesnim nizovima već svaki od modela, u većoj ili manjoj mjeri, pokazuje izvjesna sistematska odstupanja i samih vrijednosti povijesnih nizova, dobiveni rezultati u smislu ocjene mogućih promjena, prikazani u okviru t. 2.4.1. dani su u relativnim odstupanjima mjernih veličina, ili pak u postocima takvih odstupanja.

---

[27] Strategija upravljanja morskim okolišem i obalnim područjem Republike Hrvatske (nacrt) (Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, 2015)

[28] Program mjera zaštite i upravljanja morskim okolišem i obalnim područjem Republike Hrvatske (nacrt) (Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, 2016)

Očekivane promjene klimatskih i hidroloških pokazatelja na području Republike Hrvatske dobivene klimatskim modeliranjem u okviru izrade Strategije prilagodbe klimatskim promjenama, generalno se uklapaju u rezultate dvaju prethodnih EU projekata, realiziranih na području Republike Hrvatske i bliskih joj regionalnih prostora. U projektu CCWaterS analizirane su moguće promjene klimatskih prilika i uz to vezanih promjena na vodoopskrbne vodne resurse na prostoru od Austrije i Mađarske na sjeveru, do Grčke na jugu[29], a za razdoblje do zaključno 2100. godine utvrđene su značajne promjene, i svekoliki pad raspoloživosti vodnih zaliha, posebno tijekom posljednjih 30 godina ovoga stoljeća. U okviru tog projekta su na području Republike Hrvatske analizirana pilot područja Vranskoga jezera na otoku Cresu, slivnog područja vodozahvata Bokanjac u okolici Zadra te Blatskog polja na otoku Korčuli, kod koja su utvrđene i najveće moguće promjene – smanjenje raspoloživih vodnih zaliha za vodoopskrbu tijekom ekstremno sušnih mjeseci čak i za više od 50%. U projektu DRINKADRIA[30] nastavljena su istraživanja mogućih promjena klimatskih prilika i njihovih utjecaja po vodoopskrbu, pri čemu je analizirano razdoblje zaključno s 2050. godinom. Tim je projektom obuhvaćen prostor svih država s obje strane Jadranskog mora, a na području Republike Hrvatske istraživani su krški izvori u dolini Mirne, te izvor Prud u dolini Neretve kojemu je glavnina sliva u susjednoj Bosni i Hercegovini (BiH). I u okviru toga projekta dobiveni rezultati potvrđuju nepovoljni utjecaj klimatskih promjena na vodne resurse te smanjenje njihovih raspoloživih kapaciteta i do 20-tak posto.

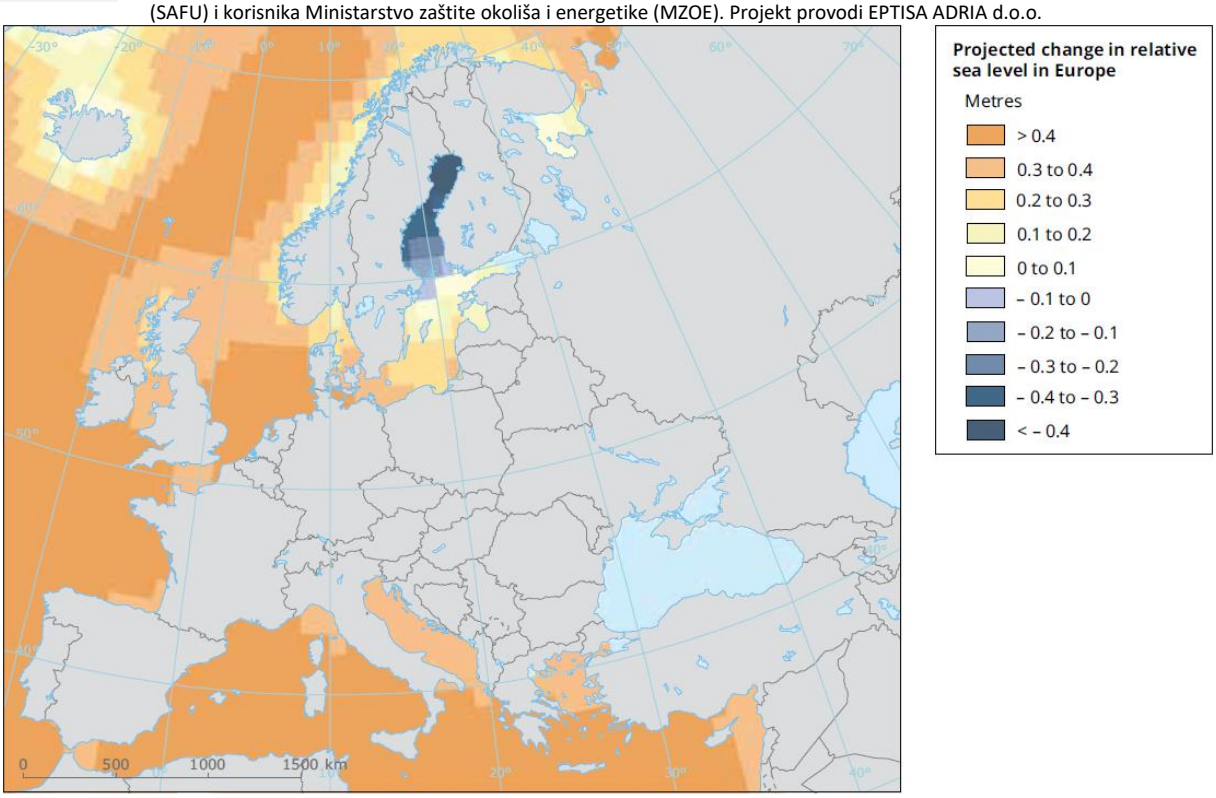
Što se pak tiče projekcija porasta razine mora na području istočne obale Jadrana, zbog prisutnih ograničenja u mogućnostima pouzdanog modeliranja takvih promjena računalnim sustavom HPC VELEbit, dane procjene temeljene su na očekivanom nastavku zapaženih trendova njihova povećanja, kao i danih procjena iznesenih u relevantnim dokumentima IPCC-a[31] i EEA[32]. Na slici 2-2 dan je prikaz prognozirane relativne promjene srednje razine mora u razdoblju 2081.-2100. godine u odnosu na povijesno razdoblje 1986.-2005. godine. Prema njima, uvažavajući određeni linearni trend povećanja razine mora tijekom 21. stoljeća, do 2040. godine bi se globalno prosječna godišnja razina Jadranskog mora mogla povećati za oko 20 cm (minimalno), a do 2070. godine za oko 30 cm (minimalno). Radi se o konzervativnim prognozama koje su po veličini prognoziranih promjena prilično usklađene s prisutnim dugogodišnjim trendovima povećanja razine mora određenim na osnovi dugogodišnjih mareografskih praćenja, te je za očekivati da bi se ubrzanim otapanjem ledenjaka takvi očekivani prirasti mogli značajnije premašiti. Naravno, na relativne promjene razine mora u odnosu na kopno utječu i pomaci, izdizanje i tonjenje kopna, tako da je konačna diferencijalna promjena rezultat uzajamnog djelovanja oba procesa.

[29] CC Waters (http://www.ccwaters.eu/)

[30] Drink Adria (http://www.drinkadria.eu/)

[31] Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, (IPCC, 2013)

[32] Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report (European Environment Agency, 2017a)



Slika 2-2: Prognozirani relativni pomak morske razine tijekom razdoblja 2081.-2100. u odnosu na povijesno razdoblje 1986.-2005.
Izvor: (European Environment Agency, 2017a) – prilagođeno prema IPCC (2013)

Danim procjenama bliske su i procjene dane od strane Orlić i Pasarić[33] dobivene na osnovi poluempirijske metode za simulaciju budućih promjena mora, prema kojoj se za kraj 21. stoljeća očekuje (globalno, scenarij RCP 4.5) porast temperature mora za oko 2 °C i porast srednje razine mora za oko 0,5 m. Čupić i suradnici[34] utvrdili su, na temelju analize registriranih mareografskih podataka iz razdoblja 1993.-2009. godine trendove porasta razine mora na mareografskim postajama Split i Dubrovnik od 3-4 mm/god (srednji i južni Jadran), odnosno oko 1 mm/ god za Rovinj (sjeverni Jadran). Prema tim trendovima, porast razine mora do 2040. godine bi na području Sjevernog Jadrana iznosio svega oko 2-3 cm, a na južnom i srednjem Jadranu oko 10 cm, a do 2070. godine svega ukupno 5-10 cm na području sjevernog Jadrana, te oko 20 cm na području srednjeg i južnog Jadrana. No, s obzirom na kratkoću niza i nedostatak novih podataka o trendovima kolebanja razine mora, najnovije globalne projekcije dane po EEA[35] se u ovom dokumentu smatraju najvjerojatnijim scenarijem.

[33] Semi-empirical versus process-based sea-level projections for the twenty-first century (Orlić & Pasarić, 2013), An improvement of the semi-empirical method of analysis and projection of sea level (Orlić & Pasarić, 2016)

[34] Klimatske promjene, porast razine mora na hrvatskoj obali Jadrana (Čupić & sur., 2011)

[35] Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report (European Environment Agency, 2017a)

Vilibić i suradnici (2013.[36] i 2015.[37]) u svojim istraživanjima utvrdili trend porasta površinske temperature Jadranskog mora od 1-2°C i saliniteta od 0,2 do 0,4 ppt u 100 godina, dok je razina mora u istom periodu porasla za oko 20 cm. Porast tamperature naročito je izražen u površinskom sloju dok je porast saliniteta izražen u obalnom području. Uz to primjećeno je slabljenje termohaline cirkulacije, što zbog smanjenja otopljenog kisika može imati izuzetne posljedice na živi svijet dubljih slojeva Jadrana.

U tijeku je više nacionalnih i međunarodnih znanstvenih istraživanja i projekata (npr. ADIOS, CARE[38] i dr.), koji su usmjereni na proučavanje klime Jadranskog mora i utvrđivanje utjecaja klimatskih promjena na svojstva Jadrana. Jadran je u znanstvenoj literaturi prepoznat kao more vrlo osjetljivo na klimatske promjene, a navedeni projekti trebali bi poslužiti za preciznu procjenu budućih klimatskih promjena i rizika u Jadranu.

2.4. Procjena budućih utjecaja klimatskih promjena na sektor - Hidrologija, vodni i morski resursi

2.4.1. Utjecaj promjene klimatskih parametara / fizičkih karakteristike u sektoru

Klimatske promjene, kako već zapažene tako i u još većoj mjeri predviđene tijekom 21. stoljeća, na vrlo se različite načine ispoljavaju na vodnim pojavama. Vrlo često se javljaju i kao združeno ispoljavanje nekoliko različitih promjena – npr. kod evapotranspiracije kao kombinacija porasta temperatura zraka i smanjenja količina palih oborina ili pak pri pojavama velikih voda i njima uzrokovanih poplava kao kombinacija porasta razine mora i velikih voda uzrokovanih intenzivnijim pojavama kratkotrajnih jakih oborina. Zbog geografskog položaja Hrvatske i značajki hidrografske mreže i podzemnih krških tokova, na manifestacije klimatskih promjena na području Hrvatske, kao i na intenzitet samih promjena, u velikoj su mjeri prisutni i prekogranični utjecaji (više u 2.4.4).

U nastavku je dan prikaz očekivanih promjena kod nekoliko tipičnih pokazatelja iz domene predmetnog sektora, temeljen na klimatskim projekcijama realiziranih u okviru predmetnog projekta na sustavu HPC VELEbit. Pri tome su, za odabrane lokacije, korištena četiri klimatska modela spomenuta u poglavlju 2.3. ovog dokumenta. Kako su rezultati analiziranih mogućih promjena glavnih utjecajnih elemenata – temperatura zraka i oborina već dijelom prikazani u dokumentu *Rezultati klimatskog modeliranja na sustavu HPC VELEbit*, u nastavku je dan kratki prikaz mogućih promjena za dvaju drugih tipičnih hidroloških pokazatelja.

Radi se prije svega o evapotranspiraciji čiji očekivani porast uvjetuje smanjenje površinskog otjecanja i smanjenje infiltracije efektivnih oborina te time i prihranjivanja podzemnih vodonosnika. Drugi pak pokazatelj su pojave kratkotrajnih jakih oborina čije povećanje, koje prognozira većina korištenih modela za većinu analiziranih lokacija, uvjetuje mogućnost intenziviranja pojava velikih voda i s njima povezanih poplava.

---

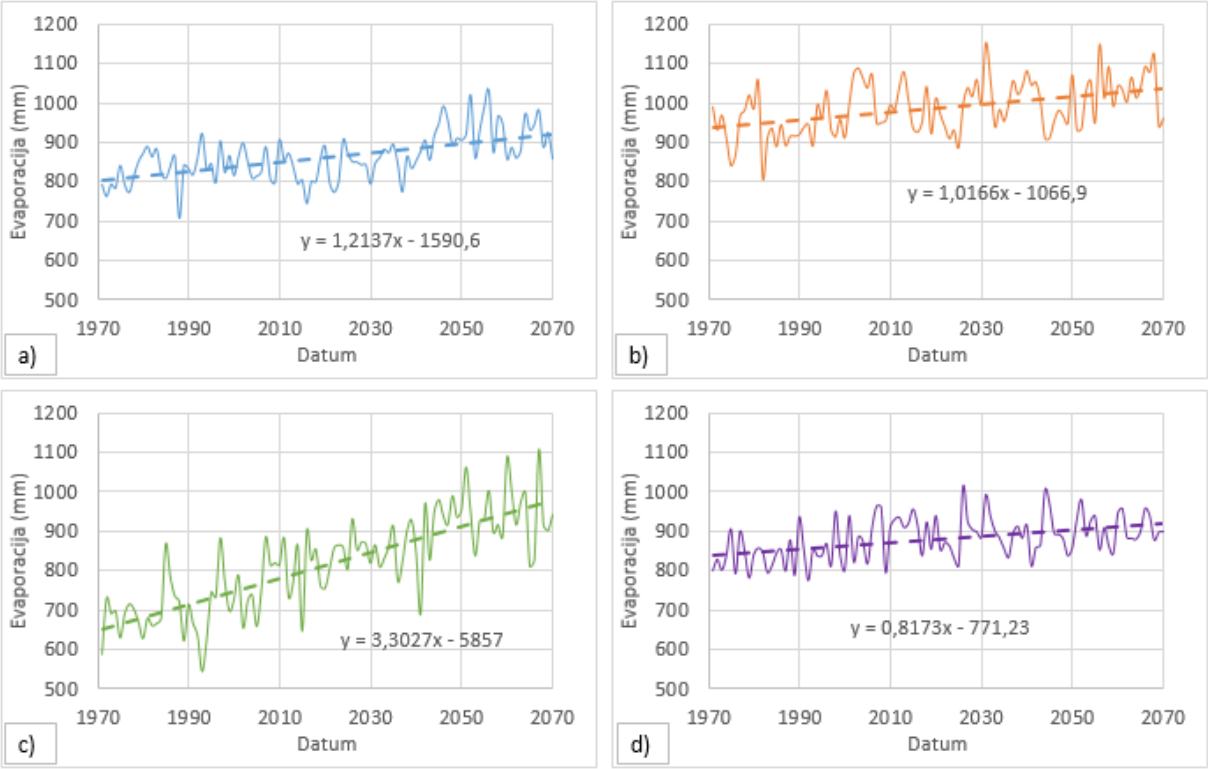
[36] Weaking termohaline circulation in the Adriatic Sea (Vilibić, Šepić, & Proust, Weaking termohaline circulation in the Adriatic Sea, 2013)

[37] Klimatske promjene u Jadranu (Vilibić, Šepić, & Dunić, Klimatske promjene u Jadranu, 2015)

[38] ADIOS – The Adriatic decadal and interannual oscillations: observations, modelling and consequences (Jadranske dekadne i godišnje oscilacije: promatranja, modeliranje i posljedice), http://baltazar.izor.hr/roscop/projekti_sel_detalji?p_prj_id=85&p_jezik=eng; CARE - *Climate of the Adriatic REgion in its global context* (Klima Jadranske regije u globalnom kontekstu), www.pmf.unizg.hr/geof/znanost/klimatologija/care

Na slici 2-3 dan je prikaz očekivanih promjena godišnjih vrijednosti evapotranspiracije za šire područje Splita kao jednog od analiziranih lokaliteta na kome se po svim primijenjenim modelima očekuje njezino izrazitije povećanje. Zbog toga su i prisutni trendovi njezina porasta s gradijentom koji se kreće oko između 0,8 i čak 3,3 mm/god, ovisno o modelu. Na drugim je područjima očekivano sljedeće:

- na području Zagreba vrijednosti gradijenta kreću se između 0,1 i 0,5 mm/god
- na području Rijeke između 0,3 i 0,5 mm/god
- na području Osijeka između praktički stagnirajućeg trenda od 0,02 mm/god pa do 0,3 mm/god te
- na području Gospića između 0,2 i 0,4 mm/god.



Slika 2-3: Višegodišnja raspodjela promjene količine evapotranspiracije – Split (u mm) generiranih srednjih mjesečnih količina evapotranspiracije za razdoblje 2011.-2040. i 2041.-2070. u usporedbi sa generiranim srednjim mjesečnim količinama evapotranspiracije povijesnog niza (1971.-2000.) prema modelu a) MP, b) CN, c) HA i d) EC

Ukoliko se pak za isti lokalitet Split promatraju očekivane promjene na razini prosječnih vrijednosti godišnjih i mjesečnih vrijednosti evapotranspiracije, s rezultatima iskazanim u postocima promjene prosječnih vrijednosti za odabrana referentna razdoblja budućnosti P1 (2011.-2040.) i P2 (2041.-2070.) u odnosu na povijesno razdoblje P0 (1971.-2000.) (Slika 2-4), vidljivo je da su, ovisno o primijenjenom modelu, dobiveni vrlo heterogeni rezultati, koji su zbog veličine iskazanih promjena ipak statistički značajni (signifikantni).

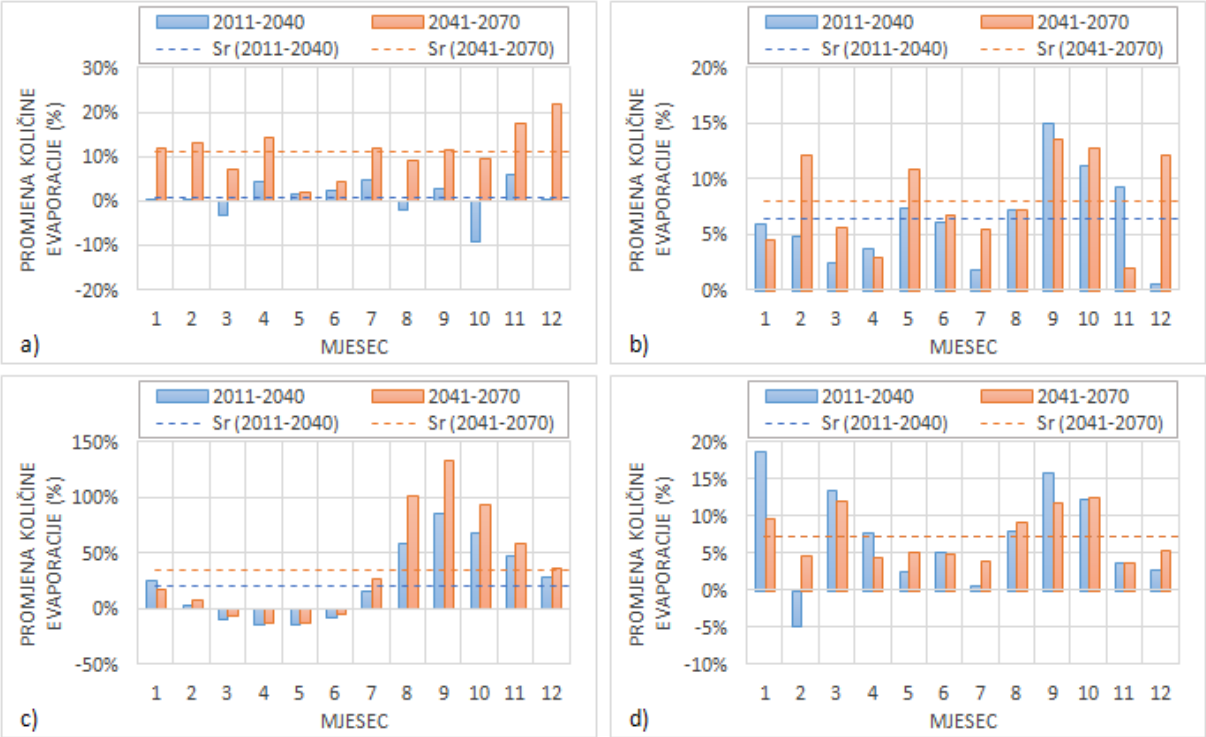
- **na razini godišnjih promjena** porasti vrijednosti evapotranspiracije se, ovisno o korištenom modelu, kreću za razdoblje P1 u odnosu na P0 između 1% i 20%, a za razdoblje P2 u odnosu na P1 između 8 i 34%.
- **na razini mjesečnih prosječnih vrijednosti**, razlike su još daleko naglašenije, a vidljivo je da su za neke mjesece prognozirane i promjene u smislu smanjenja vrijednosti evapotranspiracije za neka od budućih razdoblja.

Posebno se to odnosi na rezultate provedenih analiza temeljenih na prognoziranim vrijednostima po modelu HadGEM2, gdje je za razdoblje od ožujka do lipnja prognozirano smanjenje prosječne vrijednosti mjesečne evapotranspiracije u rasponu 7-14%. Slijede mjeseci s ekstremnim povećanjima njihovih prosječnih vrijednosti koje tijekom kolovoza i rujna kod P2 razdoblja čak premašuje 100%-tne vrijednosti povećanja u odnosu na P0 razdoblje, dok se kod P1 razdoblja takvo povećanje kreće oko 60-87% u odnosu na P0 razdoblje, što zbog iskazanih veličina promjena i njihove unutar godišnje raspodjele stavlja sumnju u pogodnost primijenjenog modela za dane procjene.

Ukoliko se promatraju prognozirane vrijednosti evapotranspiracije kod ostalih analiziranih lokaliteta i promjene njihovih vrijednosti za odabrana referentna buduća razdoblja u odnosu na odabrano povijesno razdoblje, dobivaju se sljedeći međuodnosi:

- **kod Zagreba se**, ovisno o modelu, za razdoblje P1 raspon očekivanih promjena evapotranspiracije kreće između smanjenja od 1% do povećanja od 8%. Za razdoblje P2 očekivane promjene kreću se u rasponu od 1 do 5%, ovisno o korištenom modelu, dakle kod nekih modela s čak relativnim smanjenjem prosječnih vrijednosti P2 u odnosu na P1
- **kod Osijeka** se tako kod razdoblja P1 očekuju godišnje promjene evapotranspiracije u rasponu između opadanja od 4% i porasta od 9%, a kod razdoblja P2 između opadanja od 2% i porasta od 8%
- **na lokalitetu Rijeka** se kod svih modela očekuju porasti godišnjih vrijednosti evapotranspiracije između 3 i 5% kod promatranja razdoblja P1 u odnosu na P0, te u rasponu od 3 i 6% kod promatranja razdoblja P2 u odnosu na P0
- slično je i **kod lokaliteta Gospić,** gdje se promatrajući razdoblje P1 u odnosu na P0 očekuju godišnje promjene u rasponu između 1 i 5%, a kod razdoblja P2 u odnosu na P0 u rasponu između 2 i 6%.

Mjesečne promjene su puno raznolikije i kreću se u vrlo velikim rasponima očekivanih vrijednosti promjena, a što je već istaknuto na primjeru lokaliteta gdje su takve prognozirane promjene najizrazitije.

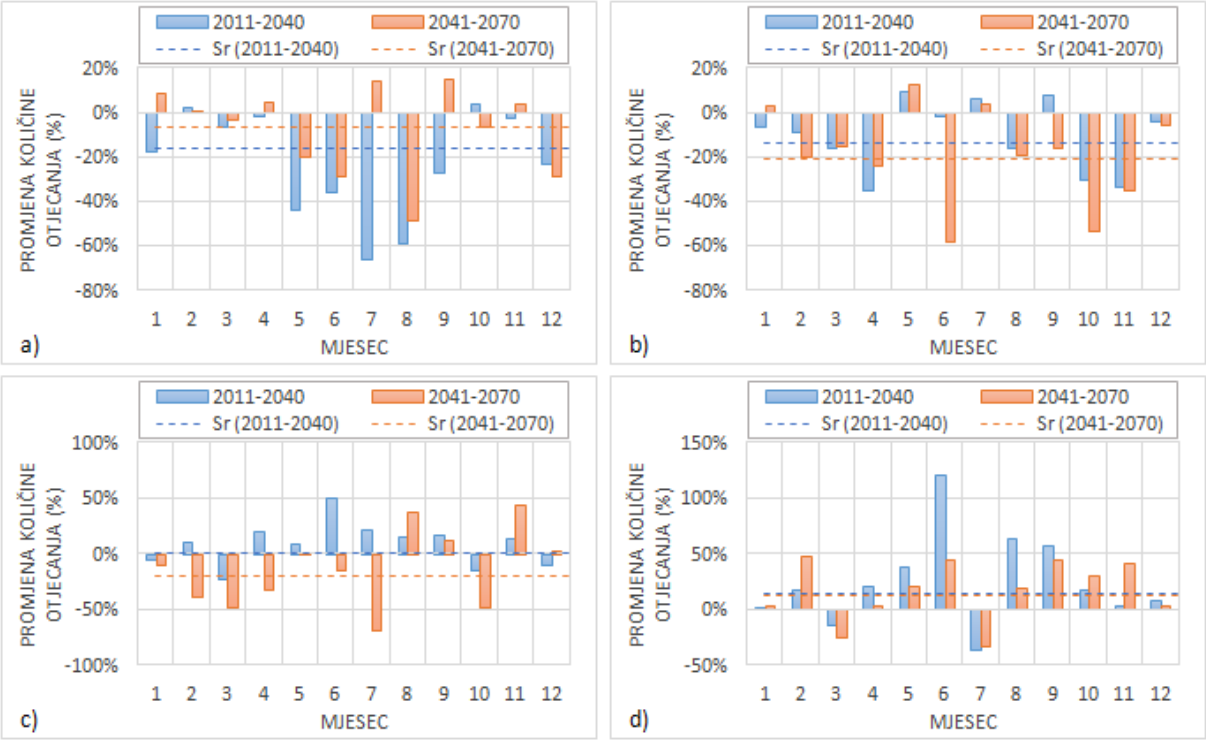


Slika 2-4: Unutargodišnja raspodjela promjene količine evapotranspiracije – Split (u %) generiranih srednjih mjesečnih količina evapotranspiracije za razdoblje 2011.-2040. i 2041.-2070. u usporedbi s generiranim srednjim mjesečnim količinama evapotranspiracije povijesnog niza (1971.-2000.) prema modelu a) MP, b) CN, c) HA i d) EC

Na sličan način provedena je i usporedba prognoziranih promjena specifičnih otjecanja, također iskazanih u postocima promjene za odabrana referentna buduća razdoblja P1 i P2 u odnosu na povijesno razdoblje P0. To je ilustrirano na primjeru lokaliteta Zagreb (Slika 2-5). Iz nje je vidljivo da većina modela prognozira smanjenje godišnje količine otjecanja, ali neki i njezino povećanje što nije očekivano s obzirom na globalna saznanja o prisutnim trendovima promjena. Tako se za razdoblje P1 očekuje promjena količine otjecanja u rasponu između smanjenja od 16% i povećanja od 14%, a za razdoblje P2 u rasponu od smanjenja za 21% do porasta od 12%. U drugim gradovima je očekivano sljedeće:

- **za područje Osijeka** se promjene kod razdoblja P1 kreću u rasponu od smanjenja od 22% do povećanja od 2%, a kod razdoblja P2 u rasponu od -24% pa do - 3%.
- **za lokalitet Gospić** očekivane promjene specifičnih godišnjih otjecanja kreću se u rasponu između -13 i +4% kod P1, te između -24 i -2% kod razdoblja P2.
- **za lokalitet Split** procjene otjecanja nisu izmodelirane zbog položaja prostorne domene u kojoj prevladava utjecaj mora.

Na razini mjesečnih podataka, prognozirane promjene kreću se u daleko većim rasponima i u pojedinim mjesecima poprimaju čak i više od 100%-tnih vrijednosti promjene. No, kod oba buduća referentna 30-godišnja razdoblja, ovisno o upotrijebljenim modelima prisutne su i iznimno velike varijacije u prognoziranim vrijednostima mjesečnih promjena.

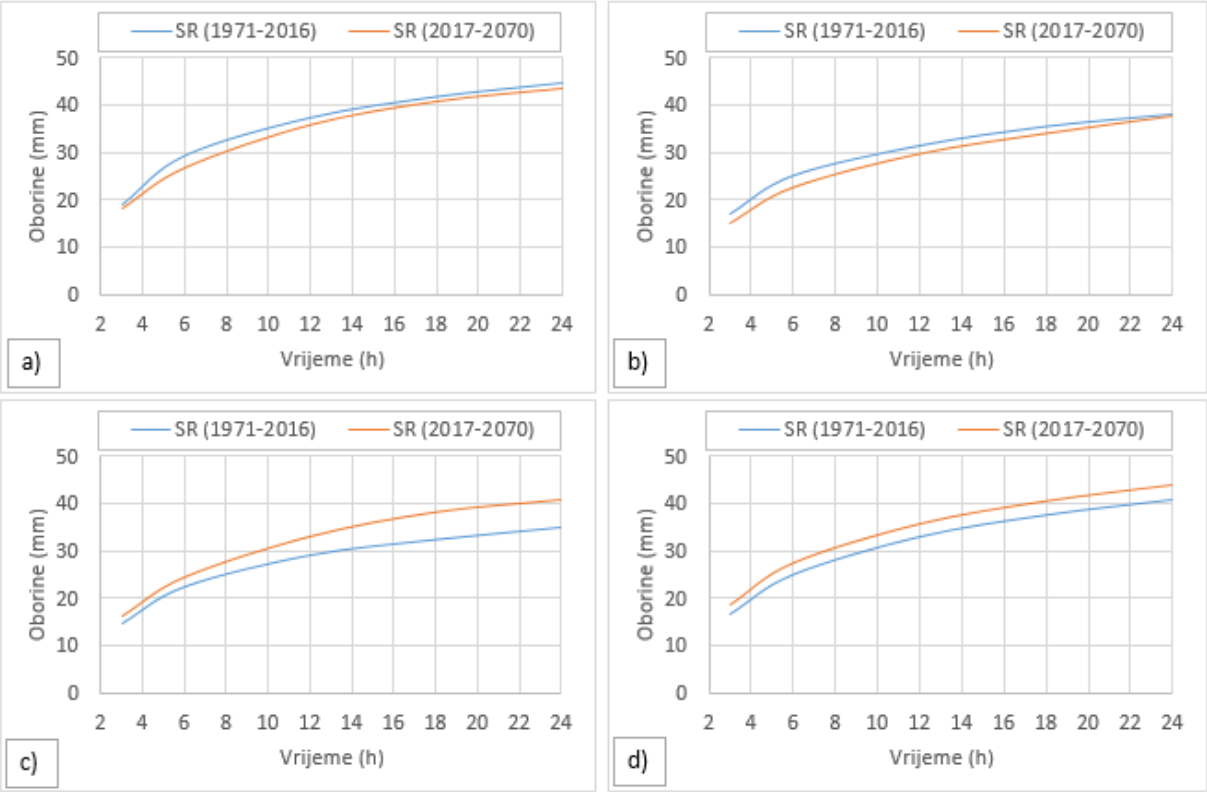


Slika 2-5: Unutargodišnja raspodjela promjene količine specifičnih otjecanja – Zagreb (u %) generiranih srednjih mjesečnih količina otjecanja za razdoblje 2011.-2040. i 2041.-2070. u usporedbi s generiranim srednjim mjesečnim količinama otjecanja povijesnog niza (1971.-2000.) prema modelu a) MP, b) CN, c) HA i d) EC

Prognozirane promjene režima kratkotrajnih jakih oborina indikator su mogućih promjena drugačijeg tipa – promjena u režimu pojava velikih voda, kao i učestalostima i vjerojatnostima njihovih pojava. Za tu su svrhu formirani nizovi generiranih povijesnih (1971.-2016.) i budućih (2017.-2070.) podataka o maksimalnim količinama palih oborina trajanja 3, 6, 12, 18 i 24 sata, te napravljene usporedbe njihovih prosječnih vrijednosti za analizirana razdoblja, te vjerojatnosti pojave 5-godišnjeg i 100-godišnjeg povratnog perioda, odnosno njihovih 20 i 1 %-tnih vjerojatnosti njihove pojave. Upravo zbog prijeko potrebne veće duljine analiziranih nizova pri analizama vjerojatnosti pojave rijetkih događaja, nisu analizirani 30-godišnji referentni nizovi P0, P1 i P2, već spomenuta dva s duljinom od oko 50 godina. Analiza vjerojatnosti pojave provedena je Gumbel-ovom raspodjelom vjerojatnosti[39] koja je jedna od najčešće dosad korištenih pri takvim ocjenama.

Primjer iskazanih promjena u srednjim vrijednostima maksimalnih godišnjih kratkotrajnih oborina dan je na slici 2-6 za područje Osijeka. Vidljivo je da su kod većine analiziranih modela (3 od 4) očekivane vrijednosti maksimalnih oborina za buduće razdoblje veće za nekoliko pa do desetak mm u odnosu na one iz povijesnog razdoblja, dok rezultati jednog od modela (MPI-ESM) pokazuju obrnutu situaciju, vrlo bliske ali ipak malo naglašenije oborine za povijesno razdoblje.

[39] Statistical theory of extreme values and some practical applications (Gumbel, 1954)

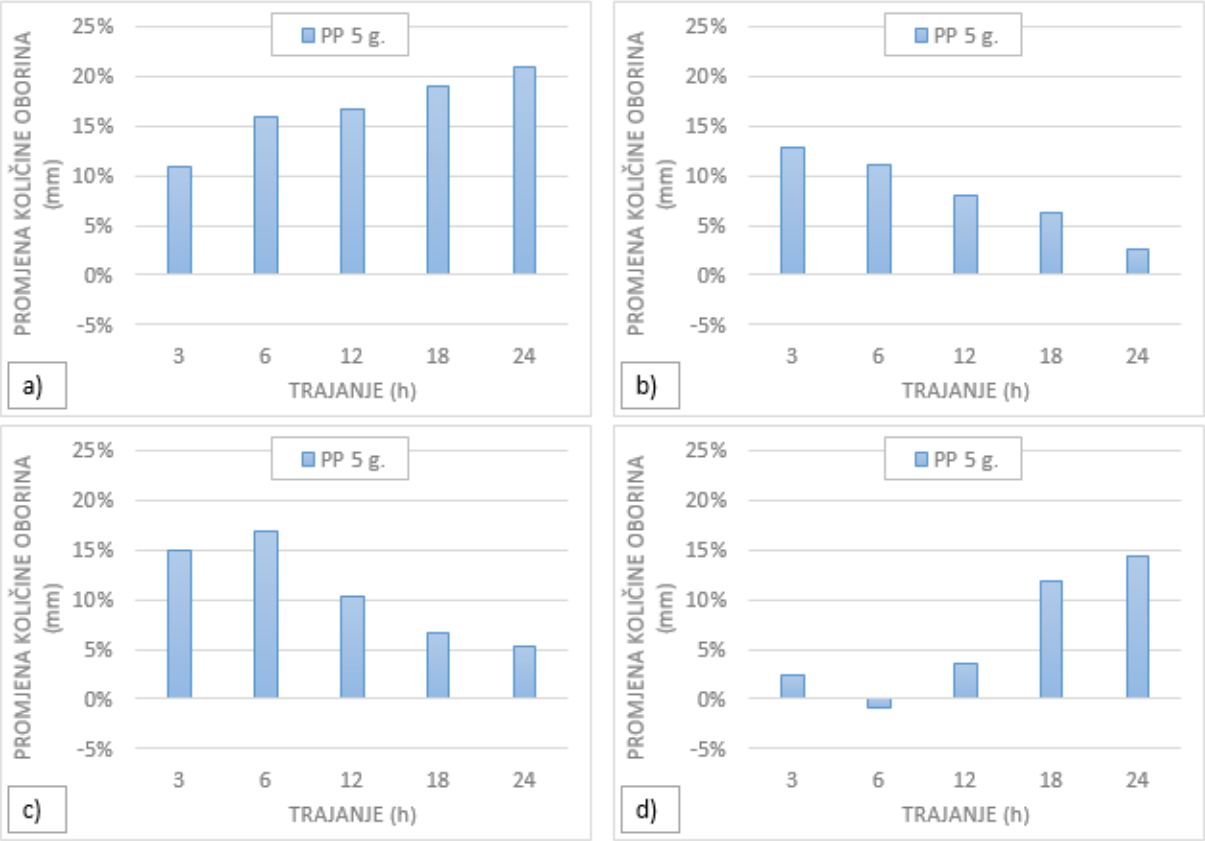


Slika 2-6: Prikaz srednjih vrijednosti generiranih maksimalnih 3, 6, 12, 18 i 24-satnih godišnjih oborina za razdoblja 1971-2016 i 2017-2070 po modelima a) MP, b) EC, c) HA i d) CN - Osijek

Primjer prikaza proračunatih vjerojatnosti pojava maksimalnih kratkotrajnih oborina (3-24 sata) dan je na slici 2-7 za područje Gospić. Vidljivo je da praktički svi modeli za sva analizirana trajanja pokazuju na moguće povećanje oborina u rasponu do najviše 20-tak %, pri čemu su kod dijela rezultata naglašeniji porasti oborina kraćih, a kod drugih duljih trajanja.

Za područje Zagreba očekivana povećanja su kod nekih modela ujednačenija i kreću se u rasponu između 10 i 20%, dok neki modeli pokazuju da bi se promjene takvoga tipa mogle kretati u rasponu od oko +/- 5%.

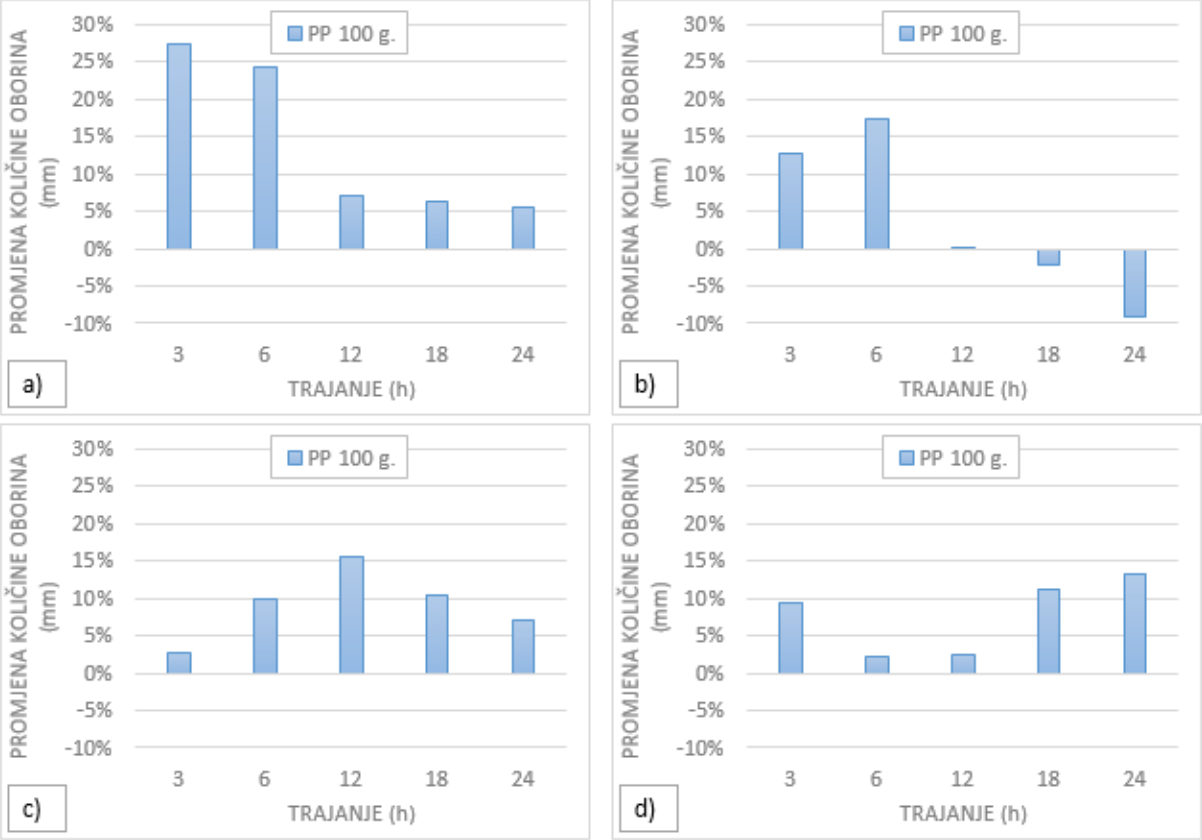
Kod Splita, Osijeka i Rijeke su očekivane promjene također u smislu povećanja do naviše oko 15%, iako neki modeli daju i trostruko manje vrijednosti mogućih promjena, a za određena trajanja oborina približno iste vrijednosti kakve su karakterizirale povijesni niz, pa čak i moguća minorna smanjenja.



Slika 2-7: Prikaz promjene (%) vjerojatnosti pojavljivanja generiranih maksimalnih 3, 6, 12, 18 i 24-satnih godišnjih oborina za 5-godišnji povratni period za razdoblje 2017-2070 u odnosu na generirano povijesno razdoblje 1971-2016 po modelima a) MP, b) EC, c) HA i d) CN – Gospić

Kod procjene jako rijetkih događanja (vjerojatnosti pojave kratkotrajnih oborina 100-godišnjeg povratnog perioda) za koje je kao primjer uzet lokalitet Rijeka (Slika 2-8), moguće promjene su, ovisno o korištenim modelima, nešto naglašenije. Kod gotovo svih se modela očekuju povećanja kratkotrajnih jakih oborina u rasponu od nekoliko, pa sve do preko 25%, s time da ima i jedan primjer modeliranih rezultata obrnutih očekivanja – smanjenja intenziteta pojave rijetkih oborina.

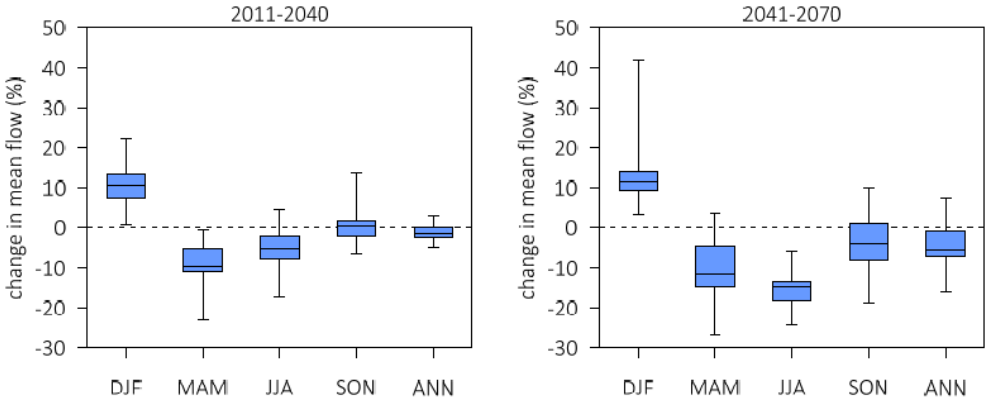
Na području Zagreba su nešto manje naglašene očekivane promjene – porasti kratkotrajnih jakih oborina do najviše 20%, uz nekoliko slučajeva čak i smanjivanja intenziteta tako rijetkih oborina trajanja do 6 sati. Slični očekivani raspon promjene – porasta intenziteta kratkotrajnih oborina do najviše oko 15 % prognoziran je i za područje Osijeka i Rijeke, s time da jedan od modela prognozira i obrnutu situaciju – minorno smanjenje intenziteta oborina duljih trajanja (18 i 24 sata) do 4%. Za područje Gospića su rezultati modeliranja po četiri korištena modela međusobno različitiji, a moguće promjene i naglašenije – kod većine modela prognozirani su porasti kratkotrajnih jakih oborina rijetkih javljanja do 20-30% u odnosu na povijesno razdoblje, s time da samo jedan od modela daje kod jednog trajanja (6) mogućnost da se oborine tog trajanja čak minorno smanje.



Slika 2-8: Prikaz promjene (%) vjerojatnosti pojavljivanja generiranih maksimalnih 3, 6, 12, 18 i 24-satnih godišnjih oborina za 100-godišnji povratni period za razdoblje 2017-2070 u odnosu na generirano povijesno razdoblje 1971-2016 po modelima a) MP, b) EC, c) HA i d) CN - Rijeka

Uz prikazane rezultate temeljene na recentnim klimatskim procjenama provedenim u okviru predmetnog projekta, u nastavku se navode i rezultati drugog recentnog projekta koji su usporedivi iz razloga što su referentna buduća stanja identična 30-godišnjim nizovima koji su odabrani i u predmetnom projektu, a jedino se razlikuju u referentnom povijesnom nizu. Radi se o projektu čija je izrada inicirana od strane Međunarodne komisije za sliv rijeke Save, pod nazivom *Water & Climate Adaptation Plan for the Sava River Basin – Final Report*[40]. U njemu su analizirane moguće promjene klimatskih prilika i njihov utjecaj na hidrološke značajke na velikoj regionalnoj skali, slivu rijeke Save koji obuhvaća i značajan prostor Hrvatske. Prognozirane promjene na razini godišnjih i sezonskih podataka o protocima dane su na slici 2-9. Vidljivo je da se na razini srednjih godišnjih protoka očekuje njihovo smanjenje tijekom bliže budućnosti unutar granice od svega oko 2%, o odnosu na u tom dokumentu odabrani povijesni referentni niz 1961.- 1990., dok je kod daljnje budućnosti očekivana ukupna promjena unutar 5-6%. No, na razini sezonskih podataka očekivane promjene su značajnije, pa uz povećanje očekivanih protoka tijekom zimskog razdoblja u veličini od oko 10% kod oba buduća razdoblja, očekuje se i značajnije smanjenje proljetnih sezonskih dotoka do 10% za bliže buduće razdoblje, te dvostruko više kod ljetnih sezonskih protoka daljnjeg budućeg razdoblja.

[40] Water & Climate Adaptation Plan for the Sava River Basin – Final Report (The World Bank, 2015)



Slika 2-9: Promjene u ansamblu srednjih vrijednosti sezonskih (zima DJF, proljeće MAM, ljeto JJA i jesen SON) i godišnjih promjena (ANN) za razdoblje bliže budućnost 2011.-2040. i dalje budućnosti u odnosu na referentno povijesno razdoblje 1961.-1990. (donje i gornje granice pravokutnika u prikazanim rezultatima označavaju varijacije unutar sliva)

Izvor: Water & Climate Adaptation Plan for the Sava River Basin – Final Report (The World Bank, 2015)

U spomenutom su dokumentu[41] analizirane promjene i u pojavnostima velikih voda, te je i tu utvrđeno da bi klimatske promjene mogle imati značajan utjecaj na njihovu pojavnost (tablica 2-3). Za buduće razdoblje 2071.-2100. procijenjeno je da bi se maksimalne protoke duž analiziranih postaja na rijeci Savi mogle za analizirane postaje na području Hrvatske povećati u rasponu 10-21% kod 10%-tne vjerojatnosti (povratni period PP 10 godina), 13-25% kod 1%-tne vjerojatnosti (PP 100 godina) te 14-22% kod 0,1%-tne vjerojatnosti (PP 1000 godina).

Tablica 2-3: Vjerojatnosti pojave maksimalnih protoka za odabrane postaje duž toka Save (u m^3s^{-1})

Hidrološka stanica	Sadašnji uvjeti (razdoblje)			Razdoblje 2071.-2100.			Povećanje (%)		
	Vjerojatnost			Vjerojatnost			Vjerojatnost		
	10%	1%	0,1%	10%	1%	0,1%	10%	1%	0,1%
Čatež	2524	3027	3400	3560	4687	5060	41	55	49
Crnac	2240	2456	2613	2460	2780	3030	10	13	16
Slavonski Brod	2966	3535	4041	3332	4050	4605	12	15	14
Županja	3585	4215	4759	4343	5268	5802	21	25	22
Sremska Mitrovica	5140	6000	6760	5666	6526	7556	10	9	12

Izvor: Water & Climate Adaptation Plan for the Sava River Basin – Final Report (The World Bank, 2015)

2.4.2. Očekivana ranjivost te moguće posljedice promjena

U Republici Hrvatskoj se ranjivost vodnih resursa na promjene uzrokovane mogućim promjenama klimatskih prilika donedavno analizirala i iskazivala uglavnom samo na temelju kvalitativnih ekspertnih prognoza, bez ulaženja u detaljnije kvantifikacije temeljene na uzročno-posljedičnim vezama promjena klimatskih veličina i hidroloških značajki pojedinih vodnih sustava. No, problem ranjivosti toga sektora na klimatske promjene je prepoznat i u jednom od temeljnih planskih dokumenata vodnog gospodarstva, Planu upravljanja vodnim područjima 2016.-2021. godine.[42] Ovaj planski dokument ima dvije komponente: upravljanje stanjem voda i upravljanje rizicima od poplava, pri čemu obje uzimaju u obzir klimatske promjene. Klimatske promjene utječu na hidrološki režim tj. na količinu i kvalitetu voda, koje imaju utjecaj na osiguranje dostatnih količina vode za vodoopskrbu,

[41] Water & Climate Adaptation Plan for the Sava River Basin – Final Report (The World Bank, 2015)

[42] Plan upravljanja vodnim područjima 2016.-2021. (Vlada Republike Hrvatske, 2016)

očuvanje života i zdravlja ljudi, zaštitu kopnenih površinskih i morskih voda, zaštitu i poboljšanje stanja vodnih ekosustava.

U spomenutom se Planu[43] navodi da metodologija za ocjenu utjecaja klimatskih promjena na promjenu režima voda nije donesena, ali je napravljeno nekoliko parcijalnih istraživanja ograničenog prostornog obuhvata. Istraživanja generalno ukazuju na „negativne“ trendove, prema kojima se očekuje produženje sušnih razdoblja i povećanje dinamičnosti hidrograma (brža izmjena malih i velikih voda).

Što se tiče poplava, očekuje se povećanje rizika od poplava zbog promjena trajanja, intenziteta i učestalosti ekstremnih oborina, u kombinaciji s promjenama u načinu korištenja zemljišta. Također, postavlja se pitanje hoće li se zbog navedenih promjena trebati mijenjati dosadašnji pristup upravljanja rizicima od poplava. Povećanje rizika od poplava u priobalnom i otočnom području dogodit će se i zbog izdizanja razine mora.

Među tim parcijalnim istraživanjima ograničenog obuhvata su i istraživanja koje su proveli stručnjaci Građevinskog fakulteta u Rijeci sa svojim suradnicima na više istraživačkih projekata vezanih uz ocjene mogućih promjena na izvorištima vodoopskrbe u Istri (izvori u dolini Mirne), dolini Neretve (izvor Prud) te Bokanjačkog blata kod Zadra, otočkih resursa kao što su Vransko jezero na otoku Cresu i Blatskog polja na Korčuli, Vranskog jezera kod Biograda na Moru, te rijeke Krke.[44] Kod svih se istraživanih lokaliteta pokazala prisutnost velike ranjivosti na moguće klimatske promjene i njihove posljedice po njihove hidrološke značajke, te povećanje zastupljenosti ekstremnih hidroloških situacija. To se prije svega odnosi na utvrđene veće učestalosti i intenziteta pojava dugotrajnijih suša sa smanjenim dotocima u njihovim slivovima tijekom ekstremnih sušnih prilika te time i smanjenjem raspoloživih vodnih zaliha za njihovo korištenje i potrebe samih ekosustava. Zbog veće varijabilnosti, utvrđena je veća osjetljivost na negativne promjene kod manjih slivova, odnosno vodnih pojava s manjim dotocima i s manjim srednjim godišnjim protocima. Razlog tome je vrlo velika prostorna heterogenost u pojavnosti sušnih razdoblja i intenzitetima pojava suša, tako da se unutar većih površina bolje uravnotežuju ekstremi smanjenih dotoka.

No, osim na same protoke kao najčešće parametre pri hidrološkim analizama, utvrđeno je i da se manifestacije kritičnih sušnih prilika uvjetovanih mogućim klimatskim promjenama u još naglašenijoj mjeri mogu manifestirati na promjenama nekih drugih hidroloških pokazatelja kao što su razine voda i s njima u priobalnim područjima povezane pojave iznimno velikih zaslanjivanja priobalnih akvatičkih sustava, kao što je spomenuti sustav Vranskog jezera kod Biograda.

U najnovijem dokumentu[45] Građevinskog fakulteta u Rijeci analiziran je i utjecaj klimatskih promjena na temperature voda rijeke Krke unutra NP Krka, te je, na temelju rezultata nekoliko klimatskih modela, utvrđeno da postoji rizik povećanja srednjih godišnjih temperatura voda rijeke Krke na području NP Krka (lokalitet Skradinski buk) za oko 2,5 ^{0}C, najvećih srednjih mjesečnih i do oko 1,5 ^{0}C više. Slične se promjene, s različitim intenzitetom utjecaja, očekuju i kod drugih akvatičkih sustava, pri čemu je za očekivati veću ranjivost na promjenu kakvoće voda i njezinih temperaturnih značajki kod vodnih sustava koje karakterizira i veći stupanj promjene/pogoršanja režima protoka zbog okolnosti da se na takvim sustavima multipliciraju negativni učinci klimatskih promjena.

---

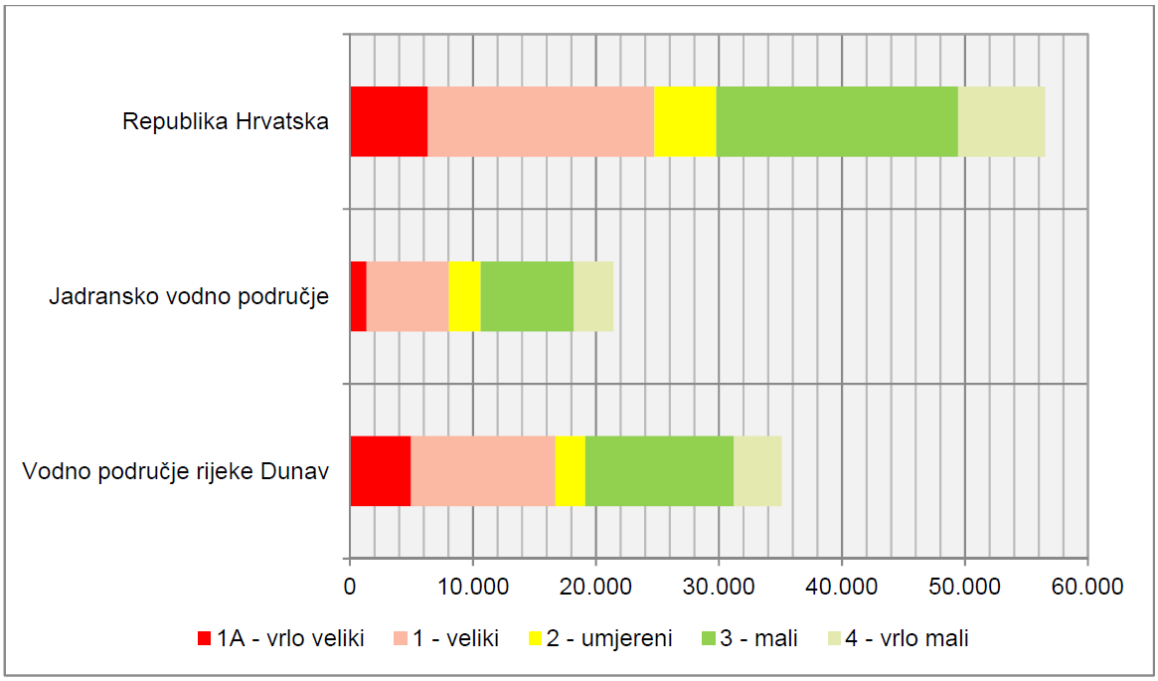
[43] Plan upravljanja vodnim područjima 2016.-2021. (Vlada Republike Hrvatske, 2016)

[44] Hidrološka istraživanja voda rijeke Krke - trendovi i utjecaji klimatskih promjena/varijacija (Građevinski fakultet Rijeka, 2016)

[45] *Ibid*

U prethodno spomenutom projektu (potpoglavlje 2.3.) vezanom uz procjene utjecaja klimatskih promjena na vodni režim Save[46] utvrđena je također velika ranjivost na promjene u vodnom režimu i kod tako velikih vodnih sustava. Očekivane klimatske promjene, i posljedično porast razine mora, imat će dodatne posljedice i na povećanje ranjivosti od poplava ugroženih područja iz razloga koincidencije pojava dviju manifestacija posljedica klimatskih promjena – naglašenijih pojava velikih voda i smanjenja mogućnosti njihove evakuacije unutar postojećih gabarita korita vodotoka na utjecajnim dionicama njihova ušća u more, zbog utjecaja uspora mora na hidrauliku tečenja velikih voda.

Upravo je tematika poplavnih rizika bila tema *twinning* projekta „Izrada karata opasnosti od poplava i karata rizika od poplava“ koji se je tijekom 2013. i 2014. realizirao na području Hrvatske s Ministarstvom poljoprivrede i Hrvatskim vodama kao domaćim partnerskim institucijama, unutar kojeg je razvijen metodološki pristup izradi takvih prikaza. Sam dokument „Prethodna procjena rizika od poplava“[47] dao je takve procjene (Slika 2-10). Iako pri izradi tog dokumenta nije razmatrano i povećanje rizika od poplava uslijed utjecaja klimatskih promjena, dani dokument, kao i s njim vezane definirane Karte opasnosti od poplava te Karte rizika od poplava[48] pružaju dobar uvid u rasprostranjenost područja ranjivih na pojave poplava.



Slika 2-10: Površine (km^2) preliminarno procijenjenih rizika od poplava
Izvor: Prethodna procjena rizika od poplava (Hrvatske vode, 2013a)

Za očekivati je da će od strane Hrvatskih voda inicirani i upravo započeti projekt negrađevinskih mjera upravljanja rizicima od poplava VEPAR (Vodno Ekološko Praćenje, Analize i Rješenja), a kojemu je vodeći partner Proning DHI iz Zagreba pri planiranim unaprjeđenjima sustava za hidrološko prognoziranje i modeliranje opasnosti od poplava voditi računa i o očekivanim promjena hidroloških značajki vodnih pojava kao posljedici klimatskih promjena.

[46] Water & Climate Adaptation Plan for the Sava River Basin – Final Report (The World Bank, 2015)

[47] Višegodišnji program gradnje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i građevina za melioracije 2013.-2017. (Hrvatske vode, 2013b)

[48] Karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava (Hrvatske vode, 2014)

Zbog očekivanog porasta razine mora naročito će biti izloženi otoci i priobalje, odnosno niske obale i plaže, ali i izgrađena infrastruktura koja se nalazi na priobalnom području. S druge pak strane visoke i stijenovite obale gotovo i neće biti pogođene ovim promjenama. S obzirom na nisku nadmorsku visinu potencijalno vrlo ranjiva mjesta na porast razine mora su otočna naselja kao što su: Cres, Mali i Veli Lošinj, Krk, Rab, Lopar, Pag, Murter, Krapanj, Supetar, Bol, Stari Grad, Vis, Vela Luka, Korčula i dr. te brojna mjesta duž obale kao npr. Umag, Novigrad, Pula, Rijeka, Bakar, Nin, Sukošan, Vodice, Šibenik, Trogir, Kaštela, Split, Makarska, Ston, Dubrovnik i druga. Dakako, da će porast razine mora imati utjecaj i na riječna ušća, priobalna jezera (npr. Vransko jezero kod Biograda, a moguće i na Vransko jezero na otoku Cresu) te priobalna močvarna područja (npr. delta rijeke Neretve).

Sažeti prikaz mogućih važnijih posljedica klimatskih promjena na sektor hidrologije i s njom vezanih vodnih i morskih resursa za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine dan je u tablici 2-4.

Tablica 2-4: Potencijalni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i stupanj ranjivosti – Hidrologija, vodni, i morski resursi

Potencijalni utjecaj	Mogućnost pojavljivanja[49]	Stupanj utjecaja[50]	Stupanj ranjivosti[51]
Promjene karakteristike klime: Smanjenje protoka			
Smanjenje količina voda u vodotocima i na izvorištima	4	5	srednji
Smanjenje vodnih zaliha u podzemlju i snižavanje razina podzemnih voda	4	4	visok
Smanjenje razine vode u jezerima i drugim zajezerenim prirodnim ili izgrađenim sustavima	4	5	visok
Zaslanjivanje priobalnih vodonosnika i akvatičkih sustava	3	5	visok
Promjene karakteristike klime: Porast temperatura			
Porast temperatura vode praćen smanjenjem prihvatne sposobnosti akvatičkih prijemnika	4	4	visok
Promjene karakteristike klime: Povećanje ekstremnih vodnih valova			
Povećanje učestalosti i intenziteta poplava na ugroženim područjima	4	4	visok
Povećanje učestalosti i intenziteta pojava bujica	4	4	visok
Intenziviranje fluvijalnih erozijskih procesa	3	3	srednji
Povećanje učestalosti i intenziteta poplava od oborinskih voda na urbanim područjima	5	5	visok
Promjene karakteristike klime: Intenziviranje pojava dugotrajnijih vodnih razdoblja			
Povećanje rizika od pojava klizišta	3	3	srednji
Promjene karakteristike klime: Povećanje razine mora			
Povećanje rizika od pojava poplava na ušćima vodotoka	4	5	visok
Smanjenje učinkovitosti priobalne infrastrukture	5	5	visok
Intenziviranje zaslanjivanja riječnih ušća i priobalnih vodonosnika	4	5	visok
Erozija obala i prirodnih žala	3	4	srednji

Socioekonomski učinci mogućih posljedica utjecaja klimatskih promjena na vodni sektor u Republici Hrvatskoj nisu do sada cjelovitije razmatrani, izuzev što s u okviru dokumenta *Water & Climate Adaptation Plan for the Sava River Basin*, u njegovom Aneksu 6 *Guidance Note on Economic Evaluation of Climate Change Impacts in the Sava River Basin*[52] sadržane i ekonomske procjene utjecaja klimatskih promjena na sektor poljoprivrede koji je ovisan o raspoloživosti vodnih zaliha za

[49] 5 = više od 90%, 4 = više od 66%, 3 = više od 50%, 2 = više od 33%, 1 = manje od 33%
[50] 5 = vrlo visok, 4 = visok, 3 = srednje visoke, 2 = nizak, 1 = vrlo nizak
[51] nizak (zeleno), srednji (narančasto), visok (crveno)
[52] Water & Climate Adaptation Plan for the Sava River Basin – Final Report (The World Bank, 2015)

poljoprivrednu proizvodnju odabranih poljoprivrednih kultura. Naravno, mogući utjecaji klimatskih promjena manifestirati će se i na puno drugih sektora iz domene okoliša, društva i gospodarstva, a što podrazumijeva jačanje međusektorske suradnje u cilju osiguranja najprikladnijih mjera prilagodbe.

Generalno gledajući, klimatske promjene svojim utjecajem na hidrološke značajke generirat će negativne utjecaje na socioekonomske prilike, te će trebati osigurati suradnju svih nadležnih institucija u Republici Hrvatskoj kao i proaktivnu prekograničnu suradnju sa zemljama iz utjecajnih područja zajedničkih slivova kako bi se cjelovito upravljalo u kontekstu rizika od klimatskih promjena. Naravno, u tom kontekstu nužno je osigurati i dodatna sredstva (kako iz domaćih izvora tako i iz EU fondova) za minimalizaciju mogućih negativnih promjena, kao i smanjenje negativnih antropogenih pritisaka čiji su učinci na vodne sustave u uvjetima prisutnosti klimatskih promjena sve naglašeniji.

Očekuje se senzibilizacija stanovništva na probleme vezane uz vodu te u puno većoj mjeri nego do sada razmatranja mogućnosti racionalnijeg višekratnog korištenja voda. Posebno se to odnosi na vodne resurse u urbanim ili uz urbane sredine, gdje su i pritisci, pa i promjene hidroloških značajki otjecanja najveći.

Priobalne sredine, a pogotovo urbana područja biti će izložene i dodatnom pritisku - porastu razine mora, što će uz negativne učinke na prirodne sustave (prije svega veći intenzitet zaslanjivanja priobalnih vodonosnika, te dublji utjecaj mora na ušća vodotoka) imati utjecaja i na obalnu vodno-komunalnu infrastrukturu, koju će trebati dodatno zaštiti i/ili rekonstruirati.

2.4.3. Potencijalni pozitivni utjecaji klimatskih promjena na sektor hidrologije, vode i morskih resursa

Prema do sada provedenim razmatranjima i ocjenama, očekivani utjecaji klimatskih promjena u vodnom sektoru (kao što su intenziviranje pojava dugotrajnih suša i s druge strane poplavnih situacija, te porast temperatura voda). Očekuje se povećanje varijabilnosti u izmjenama sve naglašenijih i sušnih i vodnih hidroloških prilika, pa mogući kratkotrajni pozitivni učinci (npr. smanjenje rizika aktiviranja klizišta tijekom trajanja višegodišnjih sušnih razdoblja) periodički opet mogu postati vrlo naglašeni.

Također, očekivani utjecaji na morske resurse (kao što su npr. porast razine, kiselosti ili temperature mora i sekundarne posljedične pojave kao što je npr. zaslanjivanje obalnih izvora, povišena eutrofikacija i dr.) neće i ne mogu imati nikakvih značajnijih dugoročnih pozitivnih učinaka.

2.4.4. Međusektorski i prekogranični utjecaji

Vodni resursi i more i promjene njihovih hidroloških i mareografskih značajki, kao i njihove temperature, imaju vrlo jak međusektorski utjecaj s gotovo svim sektorima koji su u okviru predmetnog dokumenta prepoznati kao ranjivi sektori na klimatske promjene. Posebno se to odnosi na sektore bioraznolikosti, prostornog planiranja i upravljanja priobalnim područjima, energetike, poljoprivrede te upravljanja rizicima, iako nesumnjiva poveznica postoji i sa sektorima šumarstva, zdravlja i turizma.

Klimatske promjene vrlo često istovremeno generiraju dvojake pritiske – s jedne strane utječu na smanjenje raspoloživosti vodnih resursa, a s druge na pojačanje potreba za vodom (poljoprivrede, turizma) upravo tijekom takvih kritičnih sušnih prilika. Vodni režim dominantno utječe na akvatičke

ekosustave, značajke staništa i njihovu rasprostranjenost. Prema Baković[53] utjecaj klimatskih promjena na akvatičke sustave zabilježen je u gotovo svim dijelovima Zemlje. Pregled 143 publicirane studije koji su objavili Root i suradnici 2003. godine[54] pokazuje da životinje i biljke već pokazuju specifične promjene koje su konzistentne s klimatskim trendovima koji su se počeli javljati u dvadesetom stoljeću. Otprilike 80% promjena se poklapa sa zabilježenim promjenama temperature, ali potrebno je naglasiti da se promjena temperature može očitovati i kroz dostupnost vlage. Također, postoji i cijeli drugi niz čimbenika koji se vezuju uz klimatske promjene kao što su npr. neravnomjeran raspored padalina, smanjenje srednjih godišnjih protoka vode i mnoge druge. Pojedini su ekosustavi i uz njih vezani procesi, kao npr. stvaranje sedrenih barijera koje oblikuju formiranje naših posebno vrijednih jezera u zaštićenim područjima NP Plitvička jezera i NP Krka posebno su osjetljivi na promjene abiotičkih faktora jer isti utječu i na biogene promjene, pa tako i na same procese sedrenja. Isto tako, smanjenje protoka u koritima vodotoka i povećanje temperature vode utječe na smanjenje učinaka samopročišćavanja vode tih vodotoka koji su prijemnici onečišćenih ili dijelom pročišćenih voda svoga sliva.

Termičke manifestacije klimatskih promjena imaju sličan utjecaj i na morske ekosustave, i to kako u pogledu međusektorskih utjecaja na njihovu bioraznolikost, tako i u pogledu utjecaja na ribarstvo, dok je u pogledu količinskih utjecaja porasta razine mora naglašen međusektorski utjecaj na prostorno planiranje, odnosno prostorno-planske sadržaje u priobalnim područjima.

I dok kod vodnih resursa prekogranični i lokalni utjecaji imaju različiti stupanj utjecaja, kod mora je praktički isključivo prisutan (i važan) prekogranični utjecaj.

Hidroenergetika je neposredno ovisna o hidrološkim prilikama, i očekivanja povećanja javljanja ekstremnih hidroloških prilika sigurno će nepovoljno djelovati na taj sektor. Poljoprivreda je u svijetu najveći korisnik voda. Za očekivati je da u uvjetima očekivanih klimatskih promjena i u Hrvatskoj, kao jedna od mjera prilagodbe, ukoliko se želi osigurati neovisnost u proizvodnji vlastitih rezervi hrane, bude i razvoj navodnjavanja. Za te potrebe nužno je planirati i graditi sustave za prostorno-vremensku redistribuciju voda, što će s druge strane stvarati i pojačane pritiske na prirodne vodne sustave. Očekivani povećani rizici od poplava, kako s velikih slivova tako i na manjim bujičnim vodotocima, predstavljaju jedan od najvećih izazova u sektoru upravljanja rizicima.

Ekstremne hidrološke prilike kakve se očekuju prema raspoloživim procjenama utjecaja klimatskih promjena, utječu i još u većoj mjeri će utjecati na **zdravstvene prilike** – kako u pogledu otežanih uvjeta osiguranja dostatnih količina pitke vode za potrebe stanovništva, tako i u pogledu rizika da velike vode i njime uzrokovane i očekivano sve naglašenije poplave utječu na mogućnost pojava hidričnih epidemija.

Turizam je jedan od sektora koji ima najveće zahtjeve za osiguranjem voda za potrebe svoje djelatnosti, pa se u očekivanim uvjetima klimatskih promjena očekuju povećani pritisci na vodne resurse kako u pogledu oduzimanja voda iz prirodnih sustava za potrebe tog sektora, tako i povrata dijelom pročišćenih otpadnih voda u te sustave koji će imati smanjenu moć samopročišćavanja.

Šumarstvo je djelatnost koja je, posebno u ravničarskim uvjetima gdje su prisutne poplavne šume, neposredno povezana s hidrološkim prilikama. No, iako manje vidljiva, postoji i obrnuta povezanost šumarstva i vodnog sektora. Ona se očituje u funkciji šuma kao prirodnog regulatora otjecanja, koji

[53] Utjecaj klimatskih promjena/varijacija na pojedine akvatičke ekosustave Nacionalnog parka „Krka“ (Baković, 2016)
[54] Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Bates & sur., 2008)

smanjuje ekstreme i ublažava pikove hidrograma otjecanja. Isto tako, šumski vegetacijski pokrov pozitivno utječe na smanjenje fluvijalne i eolske erozije.

Prostorno planiranje i upravljanje obalnim područjem su iznimno povezani s vodnim sektorom, kako u smislu definiranja ograničenja koje uvjetuju vodne pojave, tako i osiguranja prostornih rješenja za optimalnu zaštitu vodnih resursa, njihovo korištenje i zaštitu od štetnih učinaka njihova djelovanja. Takav međusektorski pristup postaje još veći imperativ u uvjetima očekivanih klimatskih promjena na ranjivim područjima. Posebna interakcija s prostornim planiranjem se očekuje u priobalju zbog porasta razine mora i novih rubnih uvjeta kod izgradnje objekata vodno-komunalne infrastrukture.

Očekivane promjene hidroloških režima imat će direktan utjeca na **poljoprivredu** na način da se će generalno raspoložive količine vode u vegetaciji smanjiti. S druge pak strane u vlažnom periodu godine očekuje se porast kratkotrajnih oborina i intenziviranje problematike odvodnje poljoprivrednih tala. U priobalju, porast razine mora stvarati će dodatan pritisak na hidromelioracijske sustave i pojačati opasnost od zaslanjivanja poljoprivredna tala.

Jaki međusektorski utjecaji vodnoga sektora sa svim ostalima spomenutim sektorima uvjetuju i da se rješenja prilagodbe klimatskim promjenama trebaju imperativno tražiti u suglasju s ostalim sektorima.

Velik dio površinskih ili podzemnih voda koje protječu na području Hrvatske ima karakter prekograničnih voda (Dunav, Drava, Sava, Neretva, itd.) tako da je za Jadranski sliv tzv. *koeficijent neovisnosti* 0,507 koji pokazuje udio vlastitih voda u obnovljivim vodnim resursima 0,509, a na Crnomorskom slivu svega 0,142, odnosno na razini cjelokupnog teritorija Republike Hrvatske Koeficijent neovisnosti iznosi svega 0,234. Iz iznesenog je vidljivo vlastiti vodni resursi s kojima ona raspolaže čine svega oko četvrtine od ukupne vodne bilance, te da je Hrvatska u vrlo velikoj mjeri izložena prekograničnim utjecajima. Prekogranični utjecaj klimatskih promjena, kao i utjecaj kombiniranih antropogenih pritisaka uslijed promjena prirodnog režima otjecanja u slivu, na području Hrvatske je najdominantniji na području sliva Neretve i susjedne joj Trebišnjice uglavnom uslijed postojećih i planiranih hidro-tehničkih zahvata u slivu. Na hrvatskoj strani na tom području je nužno provoditi planiranje novih zahvata, kao i mjera za prilagodbu klimatskim promjenama, a vodeći računa o sve snažnije rastućim prekograničnim utjecajima.

3. POLJOPRIVREDA

Ključne poruke

- Prema nekim predviđanjima, poljoprivreda je sektor koji će pretrpjeti najveće štete od posljedica klimatskih promjena. Očekuje se da će do 2050. godine, uslijed klimatskih promjena, prinos poljoprivrednih kultura u Republici Hrvatskoj biti smanjen za 3–8%.
- Suša u ljetnim mjesecima je u razdoblju 1980. – 2014. godine bila je najveći pojedinačni uzrok šteta koje hrvatskoj poljoprivredi nanosi varijabilnost klime.
- Klimatska varijabilnost u razdoblju 2013. – 2016. godine prouzrokovala je štetu od ukupno 3 milijarde HRK, što je jednako 43% izravnih potpora isplaćenih za poljoprivredu u istom razdoblju.
- BAU mjere ne mogu postići zadovoljavajući postotak površina pod navodnjavanjem i proizvodnjom u zatvorenom, niti značajnije podići razinu organske tvari u tlu – te u odnosu na postojeće stanje rezultiraju manjim obimom poljoprivredne proizvodnje.
- Uočeno je da klimatske promjene već utječu na fenološke faze jabuka, vinove loze, masline i kukuruza – vegetacija počinje ranije, traje kraće, ali i prinosi opadaju.
- Manjak vode u tlu (suša) i povišene temperature zraka u nadolazećem vremenu bit će dva ključna problema u borbi poljoprivrede s klimatskim promjenama.
- Klimatske promjene imat će i neke pozitivne učinke na sektor poljoprivrede. Omogućit će uzgoj nekih novih kultura i sorti na područjima u kojima to do sada nije bilo moguće.

3.1. Pregled i važnost sektora, opći utjecaj klime na sektor - Poljoprivreda

3.1.1. Općeniti prikaz sektora u Republici Hrvatskoj te prikaz važnosti sektora za Republku Hrvatsku

Poljoprivreda u Republici Hrvatskoj predstavlja vrlo značajan gospodarsko-socijalni sektor. Osim što proizvodi hranu za ljude i stoku te sirovine za prehrambenu industriju, poljoprivreda u Republici Hrvatskoj je izuzetno važna i u svjetlu društvenog razvitka. Gotovo svaki treći stanovnik Republike Hrvatske je početkom ovog tisućljeća živio u poljoprivrednom kućanstvu.[55] Prema posljednjim podacima istraživanja o strukturi poljoprivrednih gospodarstva, u 2013. godini, u Republici Hrvatskoj je djelovalo 157.450 poljoprivrednih gospodarstava, prosječne veličine 10,0 ha.[56] U prosincu 2016. godine, u Upisnik poljoprivrednih gospodarstava bilo je upisano 149.441 subjekata koji su obrađivali ukupno 1.112.732 ha, s prosječnom veličinom gospodarstva od 7,4 ha.[57]

Hrvatska poljoprivredna proizvodnja odvija se na dva paralelna, ali polarizirana kolosijeka. Prvi čini stotinjak tisuća tržišno orijentiranih poljoprivrednih gospodarstava.[58] Njima je poljoprivredna proizvodnja osnovna djelatnost, zaposlenje i izvor dohotka. Na drugom kolosijeku je pak stotinjak tisuća malih, mahom staračkih poljoprivrednih gospodarstava i kućanstva koja ne proizvode za tržište. Za većinu njih, bavljenje poljoprivredom nije izbor, već nužnost i strategija preživljavanja.

Obiteljska poljoprivredna gospodarstva su temelj hrvatske poljoprivrede. Čine čak 97% subjekata zavedenih u Upisniku poljoprivrednih gospodarstava.[59] Početkom 21. stoljeća, obiteljska poljoprivredna gospodarstva posjedovala su 80% cjelokupnog poljoprivrednog zemljišta, 75%

[55] Popis poljoprivrede 2003 (Državni zavod za statistiku, 2003).
[56] Farm structure survey 2013 - main results (Eurostat, 2016).
[57] Izvještaj broj 3-Prikaz broja, površine ARKOD-a i broja PG-a s obzirom na veličinu i sjedište PG-a (APPRRR, 2017 b)
[58] Prema nekim analizama, svega 18% poljoprivrednih gospodarstava u Hrvatskoj „*komercijalno je održivo ili uopće aktivno*“ (Meth-Cohn & Božić, 2013).
[59] Izvještaj broj 3-Prikaz broja, površine ARKOD-a i broja PG-a s obzirom na veličinu i sjedište PG-a (APPRRR, 2017 b)

oranica, 85% stoke i 98% traktora – i činila oko 95% radne snage u poljoprivredi.[55] No, u međuvremenu je došlo do snažne polarizacije i neravnomjerne raspodjele resursa u sektoru. U 2012. godini, 1% najvećih gospodarstava raspolagalo je čak trećinom poljoprivrednog zemljišta – jednako kao i 90% gospodarstava.[60] Slična, neravnomjerna distribucija postoji i u pogledu plaćanja poljoprivrednih potpora. Svega 1% najvećih korisnika prima 34% ukupnog iznosa izravnih plaćanja.[60]

Poljoprivredna proizvodnja u Republici Hrvatskoj je, zahvaljujući raznolikosti klime, reljefa i tala, vrlo raznovrsna. No, obimom je znatno manja nego li ranije. Republika Hrvatska je još prije stotinjak godina imala 3,15 milijuna hektara poljoprivrednog zemljišta. No zbog depopulacije i manjeg brojka stoke (hrvatski stočni fond je danas 1,5 puta manji nego 1991. godine, te čak 2,4 puta manji nego 1911. godine), većina poljoprivrednog zemljišta je zarasla u šumsku vegetaciju ili je postala dio infrastrukture. U 2015. godini, Republika Hrvatska je imala 1.537.629 ha korištenih poljoprivrednih površina od čega su 55% sačinjavale oranice, 40% trajni travnjaci (livade i pašnjaci), po 2% voćnjaci i vinogradi te 1% maslinici[61]. Žitarice su zauzimale 58% svih zasijanih površina, industrijsko bilje 20%, zelena krma s oranica 14%, ugar 4%, korjenasti i gomoljasti usjevi 3%, a povrće, jagode, cvijeće te ostalo bilje svega 1%[61]. U 2012. godini, Republika Hrvatska je imala 847.650 uvjetnih grla (UG) stoke, od čega su 42% činila goveda, 34% svinje, 13% perad, 8% ovce, 2% kopitari i 1% koze[62]. Krajem 2016. godine, Republika Hrvatska je u sustavu nadzora ekološke proizvodnje imala 91.203 ha, skoro 6% korištene poljoprivredne površine.[63] Republika Hrvatska inače ima 738.126 ha državnog poljoprivrednog zemljišta, većinu kojeg čine pašnjaci i oranice[64]. No, gotovo 60% tog zemljišta je neiskorišteno, a najviše ga je u Ličko-senjskoj županiji.[64]

Navodnjava se svega oko 1,1% poljoprivrednog zemljišta,[65] a uzgoj u zaštićenom prostoru (staklenici i plastenici) se obavlja na svega oko 400 ha[65], odnosno svega 0,026% korištene poljoprivredne površine. Prosječan sadržaj humusa u poljoprivrednim tlima je oko 2%, što je za oko 50% niže od minimalne razine za optimalnu proizvodnju[66]. Poljoprivredna tla su u dosta lošem stanju i u pogledu režima vode. Od ukupnih melioracijskih površina koje zahtijevaju izgradnju hidromelioracijskih sustava za površinsku odvodnju, ovi sustavi su potpuno izgrađeni na 43% površina, djelomično izgrađeni na 19% površina, dok na 37% površina nisu izgrađeni uopće.[67] No, situacija je još gora u pogledu podzemne odvodnje. Od ukupnih poljoprivrednih površina na kojima je potrebno izvesti cijevnu drenažu, svega ih 15% u potpunosti ima izgrađenu drenažu, 3% djelomično, dok na 82% površina nisu izgrađeni nikakvi drenažni sustavi.[67] Republika Hrvatska raspolaže s oko 24.000 km detaljnih melioracijskih kanala za odvodnju suvišnih voda (kanali III. i IV. reda). Provedbom Programa čišćenja detaljnih melioracijskih građevina za odvodnju i navodnjavanje, obnovljeno je i stavljeno u

[60] Plodno tlo za razvoj:Kako najbolje iskoristiti članstvo u Europskoj uniji za ruralna područja Hrvatske (Meth-Cohn & Božić, 2013)
[61] Statistički ljetopis Hrvatske 2016 (Državni zavod za statistiku, 2016b)
[62] Određivanje mogućih kombinacija M10 i M11 iz Programa ruralnog razvoja 2014-2020 uz procjenu mjera (Znaor & Karoglan Todorović, 2015)
[63] Strateški plan Ministarstva poljoprivrede za razdoblje 2017.-2019. (Ministarstvo poljoprivrede, 2016b)
[64] Predstavljen informacijski sustav za pregled i raspolaganje državnim poljoprivrednim zemljištem (APPRRR, 2014)
[65] Program ruralnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje 2014. – 2020. (Ministarstvo poljoprivrede, 2015)
[66] Environmental and economic consequences of large-scale conversion to organic farming in Croatia (Znaor D. , 2008 b)
[67] Stanje melioracijskih sustava za odvodnju i navodnjavanje u Republici Hrvatskoj (Šoštarić, Romić, Marušić, Josipović, & Petošić, 2016)

funkciju oko 50% ovih kanala.[68] U razdoblju 1991.–2005. godine, sredstva od slivne naknade i zamjenska sredstva s melioracijskih i ostalih površina bila su dostatna za podmirenje tek između četvrtine i trećine troškova minimalnog redovnog održavanja hidromelioracijskih sustava površinske odvodnje.[69]

U 2015. godini, u sektoru poljoprivrede bilo je zaposleno 190.000 osoba, što čini 14% ukupnog broja zaposlenih u Republici Hrvatskoj[70], koje je po svojoj strukturi staro i slabo obrazovano.[71]

Ekonomska snaga poljoprivrednog sektora uvelike ovisi o javnim potporama, koje su izuzetno visoke u odnosu na dodatnu vrijednost koju sektor stvara, a uvoz poljoprivrednih proizvoda i hrane je izuzetno visok u odnosu na izvoz, što je zorno vidljivo i iz ključnih ekonomskih podataka za 2015. godinu[72]:

- vrijednost poljoprivredne proizvodnje je iznosila 17,3 milijardi kn
- bruto dodana vrijednost iznosila je 8,2 milijarde HRK, a neto dodana vrijednost 5,9 milijardi kn
- u strukturi ukupnog bruto domaćeg proizvoda, poljoprivreda je sudjelovala s 5,2%
- za izravne potpore u poljoprivredi, isplaćeno je 2,6 milijarda HRK, što je ekvivalent od 44% stvorene neto dodane vrijednosti u poljoprivredi
- izvezeno je poljoprivrednih proizvoda u vrijednosti od 2,7 milijardi kn, odnosno 17% ukupne vrijednosti poljoprivredne proizvodnje
- uvezeno je poljoprivrednih proizvoda u vrijednosti 4,0 milijardi kn, te je ostvarena pokrivenost uvoza izvozom iznosila svega 68%[73]
- prehrambenih proizvoda je uvezeno za 13,5 milijardi kn, a pokrivenost uvoza izvozom iznosila je svega 52%, te je ostvaren deficit vanjskotrgovinske bilance od 6,4 milijardi kn.[74].

Zaposlenici u sektoru poljoprivrede su slabije plaćeni nego li u većini ostalih sektora. Prema zadnje dostupnim podacima, prosječna neto isplaćena plaća po zaposlenome u poljoprivrednoj djelatnosti u 2013. godini iznosila je 4.274 kn, što je za 23% niže od prosječne neto isplaćene plaće po zaposlenome u Republici Hrvatskoj[75]. Oko 5.000 poljoprivrednih gospodarstava[76] (svega 3,3% upisanih u Upisnik poljoprivrednih gospodarstava) ima osigurane usjeve, nasade i/ili stoku od vremenskih nepogoda, bolesti, nametnika i/ili okolišnih incidenata. Utjecaj klime na sektor poljoprivrede i ranjivost sektora

3.1.2. Utjecaj klimatskih promjena na sektor poljoprivrede i ranjivost sektora

Poljoprivreda je izravno izložena vremenskim prilikama, odnosno klimatskim promjenama. Intenzitet fizikalnih i (bio)kemijskih procesa koji se odvijaju u tlu, biljkama i domaćim životinjama, uvelike su određeni vlagom/vodom u tlu i temperaturom zraka. Kada je riječ o vodi, na poljoprivredu negativno djeluju i suša i velika količina oborina (koja nerijetko uzrokuje poplave). Manjak vlage u tlu otežava ili posve sprječava nicanje zasijanih poljoprivrednih kultura, odnosno u kasnijim fenološkim fazama,

[68] Inventarizacija sustava podzemne odvodnje na poljoprivrednim površinama u Republici Hrvatskoj, ocjena stanja i preporuke za obnovu i održavanje (Petošić, S., I, Bakić, & V., 2015)
[69] Značenje crpnih stanica za vodni režim melioracijskih područja (Marušić, J., & Pondeljak, 2006)
[70] Ekonomski računi za poljoprivredu u 2015 (Državni zavod za statistiku, 2016a)
[71] Izvještaj broj 3-Prikaz broja, površine ARKOD-a i broja PG-a s obzirom na veličinu i sjedište PG-a (APPRRR, 2017 b)
[72] Ekonomski računi za poljoprivredu u 2015 (Državni zavod za statistiku, 2016a)
[73] *Ibid*
[74] *Ibid*
[75] Godišnje izvješće o stanju poljoprivrede u 2013. godini (Ministarstvo poljoprivrede, 2014)
[76] (Večernji list, 2017)

njihov razvoj i dozrijevanje. Travnjaci su posebno osjetljivi na dugotrajnu sušu. Traže visok postotak vlage u tlu i u atmosferi. U sušnim uvjetima smanjuju se prinosi travnjaka, a dobivena krma je lošije hranidbene vrijednosti. I jedno i drugo se negativno odražava na stočarsku proizvodnju. Osim gubitka količine i kakvoće krmiva, u sušnim razdobljima presušuju lokve i drugi otvoreni izvori pitke vode za stoku. Uslijed svega ovoga, stoka gubi na težini, opada joj produktivnost i imunitet te se lakše razbolijeva. No, i prevelik sadržaj vlage u tlu otežava nicanje, razvoj i dozrijevanje biljaka. Visoka vlažnost tla usporava fiziološku aktivnost korijena, naročito razvitak njegovog apsorpcijskog dijela – korijenove kape. Ovo, zajedno s pojačanim kemijskim i mikrobiološkim procesima koji se odvijaju u redukcijskim uvjetima bez kisika i uz obilje vode, vodi ka uginuću biljke. Za regulaciju režima vode u tlu je izuzetno važan humus.

Štete poljoprivredi nanose i izrazito niske, odnosno visoke temperature zraka. Pri niskim temperaturama dolazi do pojave mraza. Mraz je naročito opasan za voćarsku proizvodnju. Pri temperaturi zraka od -1,2 do 2 °C izmrzavaju zametnuti plodovi, dok cvatovi izmrzavaju na temperaturi od -2 do 3 °C. S druge pak strane, visoka temperatura, uz povećan intenzitet sunčevog zračenja uzrokuje opadanje cvjetnih zametaka, skraćuje vegetacijsko razdoblje, vrijeme fotosinteze i smanjuje prinose. Pri maksimalnim dnevnim temperaturama zraka iznad 30 °C koje traju više od 10 uzastopnih dana, poljoprivredne kulture koje se uzgajaju u Hrvatskoj ulaze u stanje toplinskog stresa i prestaju s rastom. Visoke prosječne temperature zraka u razdoblju izvan vegetacije narušavaju fiziološke procese voćaka u stadiju dormantnosti. Voćne vrste koje se uzgajaju u Hrvatskoj tijekom razdoblja vegetacijskog mirovanja u tkivu stabala moraju akumulirati određenu sumu niskih temperatura. U pomanjkanju istoga, voćke kasne s otvaranjem lisnih i cvjetnih pupova. Cvatnja je neujednačena i slaba, čemu pridonosi i visok postotak abortiranih cvjetova. K tome, zbog otežanog pupanja postranih pupova, slabijeg intenziteta je i listanje. I stoka teško podnosi visoke temperature. Brže dehidrira, ima povećanu potrebu za vodom – i ukoliko je cijeli dan izložena izravnom suncu i visokim temperaturama – malaksa, što se negativno odražava na njenu produktivnost i zdravstveno stanje. Ovome, dakako, doprinosi i pojava većeg broja nametnika, koji se uslijed visokih temperatura brže razmnožavaju.

Osim oscilacije režima vode u tlu i temperature zraka, štete poljoprivredi nanose i snježne oborine, jaki vjetrovi i tuča. Olujni vjetrovi, a ponekad i veće snježne oborine, uzrokuju polijeganje usjeva, te lome grane u voćnjacima, vinogradima, maslinicima i povrtnjacima. Jaki vjetrovi također potiču isušivanje površinskih slojeva tla, što je poželjno ukoliko je tlo vrlo mokro, ali nepoželjno ukoliko u tlu nema dovoljno vlage, jer ubrzava sušu. Pri većim snježnim oborinama, naročito ukoliko padnu u kratkom razdoblju, može doći do loma (negrijanih) staklenika i plastenika, budući da njihova konstrukcija ne može izdržati težinu snježnog pokrivača. Posljedica ovoga su visoke ekonomske štete jer je obnova plastenika i staklenika izuzetno skupa. Tuča oštećuje biljno tkivo, uslijed čega, osim primarnih oštećenja izazvanih fizičkim udarcem, dolazi i do sekundarnih oštećenja koje uzrokuju biljni patogeni i štetnici, kojima je tuča olakšala prodor u biljno tkivo.

Većina posljedica klimatskih promjena, naročito učestalije suše i toplija atmosfera, kao što je gore prikazano – na poljoprivredu utječe negativno. No, klimatske promjene mogu imati i pozitivne učinke na poljoprivrednu proizvodnju. Povišena razina ugljičnog dioksida u atmosferi pogoduje razvoju biljaka uslijed efekta „gnojidbe ugljičnim dioksidom“, što se očituje u njihovoj bujnijoj biomasi i snažnijem korjenovom sustavu (premda biljke bujnije biomase, naročito većih prizemnih listova, imaju smanjen dotok svjetlosti u smjeru stabljike, što otežava strujanje zraka i povećava relativnu vlažnost zraka, potičući rast i sporulaciju biljnih patogena). Pozitivan učinak klimatskih promjena na poljoprivredu ogleda se i tome što promjena klime omogućuje uzgoj poljoprivrednih kultura, odnosno sorti koje je ranije bilo moguće uzgajati samo u toplijim područjima.

Hrvatska poljoprivreda je izrazito ranjiva na klimatske promjene zbog nerazvijenog sustava navodnjavanja, nerazvijenog sustava drenaže te prvenstveno zbog niskog sadržaja humusa (organske tvari koja dobro veže vodu) u poljoprivrednim tlima. Navodnjava se svega 1,1%, a pod stakleničkom i plasteničkom proizvodnjom je svega 0,026% korištenih poljoprivrednih površina. Većina poljoprivrednih površina nema odgovarajuće sustave za površinsku i podzemnu odvodnju (drenažu). Ranjivost na klimatske promjene potencira i nizak sadržaj humusa u tlu, koji pohranjuje vodu u tlu te je ključan u borbi protiv suše.

3.2. Trenutačno stanje i utjecaj klimatskih parametara na sektor - Poljoprivreda

3.2.1. Štete u sektoru poljoprivrede uzrokovane varijabilnošću klime

U skladu sa Zakonom o zaštiti od elementarnih nepogoda (Narodne novine 73/97) i Metodologijom za procjenu šteta od elementarnih nepogoda (NARODNE NOVINE 96/98), županije na čijim teritorijima dođe do elementarne nepogode imaju pravo proglasiti elementarnu nepogodu, a nastalu štetu i zahtjev za pomoć iz državnog proračuna za otklanjanje posljedica šteta prijaviti u Registar šteta za poljoprivredu koji je ustrojen 2014. godine. Primjerice, tako je u 2016. godini, ukupno 18 županija proglasilo elementarnu nepogodu od mraza na području 258 gradova/općina. Pravo na pomoć iz državnog proračuna ostvaruje se na razini lokalne samouprave, područne (regionalne) samouprave i na razini države, ali samo za izravne štete koje nisu osigurane kod društava za osiguranje. Procjenu šteta od elementarnih nepogoda obavljaju općinska, gradska i županijska povjerenstva uz konačnu suglasnost Ministarstva poljoprivrede i Državnog povjerenstva – samostalnog tijela Hrvatskog sabora sa sjedištem u Ministarstvu financija.

Postojeća klimatska varijabilnost je već značajno ugrozila gospodarski prosperitet hrvatske poljoprivrede. Suša u toplom dijelu godine predstavlja najveći pojedinačni uzrok šteta koje hrvatskoj poljoprivredi nanosi varijabilnost klime. U razdoblju 1980.–1993.godine, na sušu je otpadalo 42% materijalnih šteta svih prirodnih katastrofa.[77] U razdoblju 1995.–2014. godine, suša je činila čak 39% ukupnih šteta koje su uzrokovale ekstremne vremenske i klimatske nepogode.[78] U samo dvije godine (2000. i 2003.) prijavljene štete od suše u poljoprivredi iznosile su 3,4 milijardi kn.[79] U razdoblju 2000.–2007. godine ekstremni vremenski uvjeti su nanijeli prosječne gubitke u iznosu od 1,3 milijardi kn, od čega je državna komisija za potvrđivanje šteta priznala 81%. Međutim, zbog pomanjkanja novca u državnoj blagajni, poljoprivrednicima je isplaćeno svega 10% priznatih šteta. Vrijednost prijavljenih šteta iznosila je za oko 25% više od prosječnih godišnjih izravnih potpora u ratarstvu za isto razdoblje.[80] Pojednostavljeno govoreći, sav novac koji je država u tom razdoblju uložila u ratarsku proizvodnju, "pojele" su vremenske (ne)prilike. Ova šteta je iznosila otprilike 3,5% BDP-a, odnosno oko 30% bruto dodane vrijednosti koju je proizveo sektor poljoprivrede.[81] I u razdoblju 2000.–2007. godine, suša je prouzrokovala daleko najviše štete, čineći 65% ukupne štete.

No, u posljednjih nekoliko godina, točnije u razdoblju 2013.–2016. godine, hrvatskoj poljoprivredi nije najviše štete nanijela suša, već poplave. Iz javno dostupnih podataka Ministarstva financija za štete od elementarnih nepogoda u 2013. i 2014. godini [82] te podatka Ministarstva poljoprivrede o štetama

[77] Prirodne katastrofe, poljodjelstvo i gospodarenje vodama (Sijerković & Čapka, 1994)
[78] Poljoprivreda i klimatske promjene (Vučetić, 2016)
[79] Stanje melioracijskih sustava za odvodnju i navodnjavanje u Republici Hrvatskoj (Šoštarić, Romić, Marušić, Josipović, & Petošić, 2016)
[80] A Climate for Change – Agriculture (Znaor D. , 2008)
[81] *Ibid*
[82] Elementarne nepogode (Ministarstvo financije, 2017)

koje je u 2016. godine, prouzrokovao mraz[83], moguće je iščitati da je klimatska varijabilnost u te tri godine[84] prouzrokovala štetu od ukupno 3 milijarde HRK (Tablica 3-1).

Tablica 3-1: Vrijednost prijavljenih šteta od elementarnih nepogoda u poljoprivredi za 2013., 2014. i 2016. godinu

Vrsta nepogode	Iznos štete	
	milijuni HRK	%
Poplava	1.278	41,8
Mraz	1.009	33,0
Oborine	565	18,5
Tuča	118	3,9
Suša	51	1,7
Ostalo	34	1,1
Ukupno	3.055	100
Isplaćeno za izravne potpore	7.110	
Štete kao % izravnih potpora	43,0	

Izvor: Elementarne nepogode: (Ministarstvo financije, 2017) *i Prve službene procjene šteta od elementarne nepogode mraza* (Ministarstvo poljoprivrede, 2016c)

3.2.2. Opažena promjena agro-klimatskih parametara

Manjak vode (suša) i povišene temperature zraka dva su ključna problema u vezi s vremenskim prilikama i poljoprivrednom proizvodnjom u Republici Hrvatskoj. U razdoblju 1994.–2003. godine hrvatsko poljoprivredno tlo je pokazalo puno veće pomanjkanje vode u odnosu na razdoblje 1961.-2003. godine. Od 1994.–2003. godine prosječan godišnji deficit vode iznosio je 57 litara po četvornom metru, ili 19% više u odnosu na razdoblje od 1961.– 2003. godine.[85] Analizirani vremenski niz od 50 godina (1951. -2001.) ukazuje da se suše u istočnom djelu Republike Hrvatske (oko Osijeka), za poljoprivredu jednom od najvažnijih područja, javljaju gotovo svake druge godine. No, i na području srednje Dalmacije, koje je izuzetno važno zbog voćarske, povrtlarske i proizvodnje maslina – svaka treća godina je bila sušna.[86] Za uzgoj nekih poljoprivrednih kultura (kukuruz, šećerna repa, rajčica i jabuka), u Hrvatskoj prosječno nedostaje od 100 do 600 mm vode u sušnim godinama, te ovisno o intenzitetu i trajanju suše, smanjenje uroda pojedinih kultura iznosi od 20 do 80%.[86]

Osim suše, poljoprivrednim kulturama štete i izrazito visoke temperature zraka. Apsolutni maksimumi temperature zraka iznad 35 °C su u Republici Hrvatskoj izmjereni u svim područjima osim viših predjela gorske Hrvatske.[78] Toplinski stres, definiran kao maksimalna dnevna temperatura zraka iznad 30 °C koja traje barem 10 uzastopnih dana uz vjerojatnost pojave od 20% (dakle, da se dogodi barem jednom u 6 godina od 30 promatranih godina) negativno djeluje na razvoj poljoprivrednih kultura i u Hrvatskoj je sve učestaliji.[78] U referentnom klimatskom razdoblju 1961.–1990., najugroženije područje na toplinski stres je bilo područje srednje Dalmacije (Dalmatinska zagora i srednjodalmatinski otoci), dok je u razdoblju 1981.–2010., to područje zahvatilo sva područja

[83] Prve službene procjene šteta od elementarne nepogode mraza (Ministarstvo poljoprivrede, 2016c)
[84] U 2015. nije bilo prijavljenih šteta od elementarnih nepogoda.
[85] Irrigation requirements and potentials of agricultural crops in northern Croatia (Šimunić, Senta, & Tomić, 2006)
[86] Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj (NAPNAV) (Vlada Republike Hrvatske, 2005)

Hrvatske osim gorske Hrvatske i Medvednicu.[87] Povećanje temperature uočeno je ne samo u atmosferi, već i u raspodjeli vrijednosti maksimalne temperature površinskog sloja tla. Primjerice, temperatura tla iznad 45 °C u trajanju duljem od 10 dana na dubini tla od 2 cm, ranije se javljala samo na dubrovačkom području, no od 2000. godine pojavljuje se duž cijelog Jadrana te u istočnoj Slavoniji.[88]

Uočeno je da klimatske promjene u Republici Hrvatskoj utječu na fenološke faze jabuka, vinove loze, masline i kukuruza. Više sorti jabuka, bez obzira na klimatsku zonu, pokazuju raniji početak listanja i cvjetanja za 2–6 dana/10 god., što se pripisuje toplijim zimama i proljećima.[89] Nadalje, u jesen se kod jabuka zamjećuje velika raznolikost u pogledu razdoblja žućenja i opadanja lišća – i to u svim klimatskim zonama. Jesenske novije sorte jabuke (jonatan i zlatni delišes) osjetljivije su na klimatske promjene nego li starinske sorte (bobovec, kanada i kolačarka), te je opaženo njihovo skraćivanje vegetacijskog razdoblja u unutrašnjosti Hrvatske i produljenje u gorskoj Hrvatskoj. [78] No, premda fenološka analiza na jabukama i nekim drugim voćarskim kulturama pokazuje raniji početak vegetacije u proljeće, nije svugdje opaženo jednoznačno produljenje vegetacijskog razdoblja u jesen, što se pripisuje izraženijem porastu srednje temperature zraka u proljeće nego u jesen. [78]

Skraćivanje trajanja vegetacije zabilježeno je i kod vinove loze. U unutrašnjosti Hrvatske (graševina) i Istri (malvazija), proljetne fenofaze vinove loze počinju ranije za 2–3 dana/10 god.[90] Puna zrelost i berba grožđa u kontinentalnoj Hrvatskoj i Istri pokazuju signifikantno raniji početak.[78] U Dalmaciji je razdoblje od početka do punog zrenja grožđa u prosjeku skraćeno za oko tjedan dana, a u kontinentalnoj Hrvatskoj za oko dva tjedna.[78] U ekstremno toplim godinama početkom 21. stoljeća, rane i kasne sorte vinove loze su dozorile gotovo istovremeno, a grožđe je sadržavalo izuzetno visok postotak šećera, uslijed čega je i sadržaj alkohola u vinu bio vrlo visok.[78]

I vegetacija maslina je promjenjena. Opaženo je da na sjevernom Jadranu masline cvjetaju ranije 2 dana/10 god., a u Dalmaciji 3 dana/10 god.[91] U Dalmaciji dolazi ne samo do ranijeg cvjetanja, već i do ranijeg zrenja plodova masline za 2 dana/10 god.[91] Ove, kao i ostale gore navedene promjene ranijih pomaka vegetacije za svega nekoliko dana u 10 godina možda ne zvuče dramatično. No, pomak od 3 dana u 10 godina će biti pomak od mjesec dana kroz 100 godina. Ranije započinjanje i skraćenje vegetacijskog razdoblja, za maslinu, ali i većinu ostalih kultura obično znači i manji prinos. Prerano kretanje vegetacije u proljeće biljku više izlaže mogućnostima mraza, a kraća vegetacija smanjuje razdoblje fotosinteze, uslijed čega dolazi do smanjenja prinosa.

Rezultati modeliranja fenoloških faza i prinosa kukuruza u klimatskim uvjetima u razdoblju 1949.–2004. ukazali su na značajno skraćivanje vegetacijskog razdoblja kukuruza za oko 5 dana/10 god. i smanjenja prinosa kukuruza za 216 kg/ha u 10 godina na zagrebačkom području.[92]

Podataka o utjecaju klimatskih varijabilnosti na cijenu i dostupnost hrane u Republici Hrvatskoj nema.

---

[87] Analiza toplinskog stresa za potrebe poljodjelstva u Hrvatskoj u prošlim, sadašnjim i budućim klimatskim uvjetima; Analysis of heat stress for the agricultural purposes in Croatia in the past, present and future (Feist, 2011; Vučetić & Feist, 2013).

[88] Soil temperature regime and vulnerability due to extreme soil temperatures in Croatia (Sviličić, Vučetić, Filić, & Smolić, 2016)

[89] Razvojene faze i zimsko mirovanje jabuke u Hrvatskoj (Krulić & Vučetić, 2011)

[90] Utjecaj klimatskih promjena na fenološke faze vinove loze i Huglinov indeks u Hrvatskoj; Climate change impact on phenological stages of grapevine and Huglin index in Croatia (Čiček, 2011; Vučetić & Čiček, 2012).

[91] Variations of phenological stages of olive-trees along the Adriatic coast (Vučetić & Vučetić, 2005)

[92] Modelling of maize production in Croatia: present and future climate (Vučetić, 2011a); Modeliranje utjecaja klimatskih promjena na prinose kukuruza u Hrvatskoj (Vučetić, 2011b)

3.3. Očekivane promjene klimatskih parametara do 2040. te 2070. godine - Poljoprivreda

Sljedeći klimatski parametri su važni za sektor poljoprivrede:

1. temperatura zraka: maksimalna temperatura zraka (Tmax) i minimalna temperatura zraka (Tmin)
2. oborine
3. evapotranspiracija
4. vlažnost tla
5. prihvatni kapacitet tla za vodu
6. dubina korijena.

Prema rezultatima klimatskog modeliranja koje je načinjeno u okviru ovog projekta, očekivane promjene klimatskih parametara važnih za poljoprivrednu proizvodnju, moguće je sažeti kako slijedi:

1) **Temperatura:** do 2040. godine očekuje se u svim sezonama porast prizemne temperature između 1,1 i 1,2 °C, a u razdoblju do 2070. godine najveći porast srednje temperature zraka do 2,2 °C.
2) **Maksimalna temperatura zraka (*Tmax*):** do 2040. godine predviđen je porast maksimalne temperature između 1 i 1,5 °C, a pretpostavlja se da će se ovaj trend nastaviti i u razdoblju do 2070. godine, s rasponom od 1,4 do 2,3 °C.
3) **Minimalna temperatura zraka (*Tmin*):** najveći projiciran porast minimalne temperature do 2040. godine u zimskim mjesecima je između 1,2 °C u sjevernoj Hrvatskoj i primorju, do 1,4 °C. U razdoblju 2041.-2070. se ponovno najveći porast minimalne temperature očekuje u zimi – od 2,1 do 2,4 °C u kontinentalnom dijelu, te od 1,8 do 2 °C u primorskim krajevima.
4) **Oborine:** do 2040. godine projicirana promjena ukupne količine oborine ima različit predznak: dok se u zimi i za veći dio Republike Hrvatske u proljeće očekuje manji porast količine oborine, u ljeto i u jesen prevladavat će smanjenje količine oborine u čitavoj zemlji. U razdoblju do 2070. godine očekuje se u svim sezonama, osim u zimi smanjenje količine oborine.
5) **Evapotranspiracija:** u budućoj klimi do 2040. godine projicirano je povećanje evapotranspiracije u proljeće i u ljeto i do oko 10 mm. No, u većem dijelu sjeverne Hrvatske ne očekuje se promjena ukupne ljetne evapotranspiracije. Porast evapotranspiracije nastavlja se u proljeće i u razdoblju 2041.-2070. godine, ali neće prelaziti 20 mm, dok se u ljetnim mjesecima ne očekuje promjena evapotranspiracije u odnosu na referentnu klimu, 1971.-2000. godinu, osim na Jadranu.
6) **Vlažnost tla:** očekuje se da će se u razdoblju do 2040. godine vlažnost tla smanjiti u sjevernoj Hrvatskoj, a sredinom 21. stoljeća u čitavoj Republici Hrvatskoj (u središnjem dijelu sjeverne Hrvatske i za više od 50 mm). Najveće smanjenje vlažnosti tla očekuje se u ljetnim i jesenskim mjesecima.
7) **Prihvatni kapacitet tla za vodu:** korištena 50-km rezolucija je pregruba za detaljniju specifikaciju tipova korištenih tala, pa modeliranjem nije bilo moguće doći do kvalitetnih podataka o prihvatnom kapacitetu tla za vodu. S obzirom na veliku raznolikost tipova poljoprivrednih tala i njihovu neravnomjernu distribuciju, za pretpostaviti je da niti rezolucija od 12,5-km[93] ne bi dala bitno pouzdaniji podatak o prihvatnom kapacitetu tla za vodu.
8) **Dubina korijena:** ovo je statičko (fiksno) polje u RegCM modelu koje za poljoprivredna područja pokazuje dubinu od 1 m.

[93] Klimatsko modeliranje s rezolucijom od 12,5 km se provodi u vrijeme pripreme ovog dokumenta i rezultati se očekuju krajem 2017. godine.

3.4. Procjena budućih utjecaja klimatskih promjena na sektor - Poljoprivreda

3.4.1. Utjecaj promjene klimatskih parametara / fizičkih karakteristika u sektoru

Promjena klimatskih parametara koji se odnose na sektor poljoprivrede, a koji su opisani u dokumentu *Rezultati klimatskog modeliranja na sustavu HPC Velebit za potrebe izrade nacrta Strategije prilagodbe klimatskim promjenama Republike Hrvatske do 2040. s pogledom na 2070. i Akcijskog plana (Podaktivnost 2.2.1.)*, će dovesti do povećanja temperature zraka, veće vjerojatnosti pojave suša tijekom ljetnih mjeseci, kao i do ekstrema u smislu količine, rasporeda i intenziteta oborina, te temperature zraka, a posljedično i tla.

Agrometeorološka i fenološka opažanja na poljoprivrednim kulturama u Hrvatskoj ukazuju da je u razdoblju do 2040., te do 2070. godine, za očekivati značajne promjene koje će klimatska varijabilnost prouzrokovati u sektoru poljoprivrede. U tekstu koji slijedi dat je sažetak zabilježenih promjena, za koje je očekivati da će se nastaviti i u budućnosti. Među ovima, najznačajnije je skraćivanje vegetacijskog razdoblja te gubitak prinosa.

Očekuje se da će se i u budućnosti hrvatska poljoprivreda morati boriti s dvije oprečne klimatske varijabilnosti koje će je nastaviti ugrožavati: **na jednoj strani nedostatak vode i sve dulja sušna razdoblja, a na drugoj strani poplave.** Ukratko, budućnost hrvatske poljoprivrede okarakterizirat će borba za vodu i s vodom. U tlima koja ne budu imala dovoljnu razinu humusa i visok prihvatni kapacitet za vodu, odnosno na tlima koja neće imati mogućnost navodnjavanja, doći će do učestalih suša i gubitka prinosa. Republika Hrvatska nema podataka o stanju tala (a tako ni poljoprivrednih tala) pa nije moguće točnije opisati stanje tala u scenariju bez mjera prilagodbe i s njima.[94]

Zbijena tla s lošim vodozračnim omjerom i niskim sadržajem humusa bit će podložna poplavama. Ovakva tla neće imati sposobnost upijanja vode, već će voda, ukoliko postoje oborine, s njih otjecati, odnosno na njima stagnirati. Prinos poljoprivrednih kultura na tlima na kojima stagnira voda (a većina poljoprivrednih tala u Hrvatskoj nema odgovarajuće sustave površinske i podzemne odvodnje) će također biti smanjen.

3.4.2. Očekivana ranjivosti te moguće negativne posljedice promjena

Za razliku od većine ostalih ljudskih djelatnosti, poljoprivreda je istovremeno i uzročnik i žrtva klimatskih promjena. Promjena klime odrazit će se i negativno i pozitivno na poljoprivredu. No, s motrišta prilagodbe, važnije je sagledati one negativne učinke – povećanje broja dana s ekstremno visokim temperaturama, smanjenje prosječne količine oborina, sve učestalije suše; smanjenje prihvatnog kapaciteta poljoprivrednih tala za vodu, širenje bolesti i štetnika, itd.[78] Za očekivati je da će ekstremne vremenske pojave: suša, poplave, izrazito visoke ili niske temperature, tuča, olujni vjetrovi i dr., u budućnosti nanijeti ogromne gospodarske štete sektoru poljoprivrede te smanjiti njezin proizvodni potencijal. Stoga ne čudi da će prema nekim predviđanjima, **upravo sektor poljoprivrede pretrpjeti najveće štete od posljedica klimatskih promjena**. [81]

S obzirom na klimatske promjene i na sve učestalije ekstremne vremenske i klimatske nepogode, poljoprivreda u Republici Hrvatskoj, a osobito ona na Jadranu i istočnoj Hrvatskoj, spada u izrazito ranjivu djelatnost. [78] Sve dulja sušna razdoblja, kao i sve veća ugroženost poljoprivrednih kultura od toplinskog stresa tijekom posljednjih desetljeća, posebice u Dalmaciji, jasan su signal, prije svega voćarima, maslinarima i vinogradarima da počnu s provedbom mjera prilagodbe na klimatske

[94] Za više informacija o stanju tala pogledati dokument Hrvatske agencije za okoliš i prirodu (HAOP): *Naglasci iz izvješća o stanju okoliša u Republici hrvatskoj*, str. 39-40.

promjene. [78] Klimatski model ne daje jednoznačne vrijednosti razvoja toplinskog stresa u budućnosti, ali je on, zbog procijenjenog jasnog signala porasta temperature u svim sezonama, vrlo izvjestan, a to bi svakako imalo daljnje negativne posljedice na poljoprivrednu proizvodnju u budućnosti.

U Republici Hrvatskoj se, do sada, nisu obrađivale strateške, odnosno procjene dugoročnih posljedica i šteta koje bi klimatske promjene mogle nanijeti hrvatskom agraru. Pouzdanih simulacijskih modela nema, odnosno tek su u nastajanju. Za procjenu utjecaja klimatskih promjena na specifične kulture, odnosno poljoprivredne proizvode, odlično oruđe za proučavanje složenog međudjelovanja vremena, klime, tla i prinosa poljoprivrednih kultura – jesu agrometeorološki modeli, tzv. modeli prinosa i vremena (eng. *crop-weather model*). U Hrvatskoj se, nažalost, ovakvim modeliranjem bavi vrlo mali broj znanstvenika, a njihova dosadašnja istraživanja bila su ograničena uglavnom na kukuruz.[95] Prema predviđanjima hrvatskih znanstvenika, do kraja stoljeća moguća je ranija berba kukuruza do mjesec i pol dana, uz pad prinosa zrna do 25% u odnosu na sadašnje klimatske uvjete – dakako, ako bi se zadržale jednake agrotehničke mjere i hibridi kukuruza kao što su danas.[96] Slične rezultate su pokazala i slovenska istraživanja: kraće vegetacijsko razdoblje kukuruza do mjesec dana i smanjenje prinosa do 33% do kraja 21. stoljeća.[97] Predviđanja hrvatskih znanstvenika je da će do 2050. godine, uslijed klimatskih promjena prinos poljoprivrednih kultura u Hrvatskoj biti smanjen za 3–8%.[98] Samo na kukuruzu, štete uzrokovane globalnim zatopljenjem mogle bi iznositi i do 116 milijuna HRK u 2050. godini, odnosno 305 milijuna HRK u 2100. godini.[81]

Europska agencija za okoliš predviđa da će **istočna Hrvatska biti među europskim područjima s najvećom stopom erozije uzrokovane oborinama**[99] (radi se uglavnom o kanalskoj eroziji vode na ravničarskim poljoprivrednim površinama u tlima s malom vodoupojnošću velikim dijelom uzrokovano i smanjenjem organske tvari u tlima). UNDP predviđa [81] da uslijed klimatskih promjena može doći do porasta razine mora, što bi naročito pogodilo dolinu Neretve. Pritjecanje morske vode i salinizacija tla, kao i moguće plavljenje jednog dijela doline Neretve nanijelo bi ogromne socio-gospodarske štete tom izuzetno važnom voćarsko-povrtlarskom području, koje, između ostalog, proizvodi preko 95% hrvatskih mandarina.

Suha, topla klima pogodovat će bržem razmnožavanju biljnih bolesti, uslijed čega je za očekivati i veću upotrebu pesticida. Promjena klime mogla bi prouzrokovati i salinizaciju obalnih područja i pad produktivnosti travnjaka, a jake bure povećanu smrtnost janjaca i kozlića. Za sada u Hrvatskoj nema nikakvih istraživanja i pokazatelja o utjecaju klimatskih promjena i ranjivosti na stočarstvo. No, za očekivati je da će povećanje temperature zraka i učestalije suše imati dvojak negativan učinak na stočarstvo. Produktivnost stoke će opasti ne samo zbog manje proizvodnje krmiva s travnjaka, koji su izuzetno osjetljivi na sušu i visoke temperature zraka, već i zbog lošijeg zdravstvenog stanja stoke uslijed vrućina i nametnika koji će se pojačano razmnožavati zahvaljujući toplom i suhom vremenu.

Sažeti prikaz mogućih važnijih posljedica klimatskih promjena na sektor poljoprivrede za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine dan je u tablici 3-2.

---

[95] Većinu hrvatskih radova i podataka koje imamo na ovu tematiku plod su rada skupine svega nekolicine znanstvenika s Državnog hidrometeorološkog zavoda, predvođenih dr. sc. Višnjom Vučetić.
[96] Modeliranje utjecaja klimatskih promjena na prinose kukuruza u Hrvatskoj (Vučetić, 2011b)
[97] The use of dynamic crop model for simulation of plant growth and development for prediction of crop yield in changed climate conditions (Ceglar, 2011)
[98] Modelling of maize production in Croatia: present and future climate (Vučetić, 2011a) i Modeliranje utjecaja klimatskih promjena na prinose kukuruza u Hrvatskoj (Vučetić, 2011b)
[99] Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report (European Environment Agency, 2017a)

Tablica 3-2: Potencijalni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i stupanj ranjivosti –Poljoprivreda

Potencijalni utjecaj	Mogućnost pojavljivanja[100]	Stupanj utjecaja[101]	Stupanj ranjivosti[102]
Promjene karakteristike klima: Povećanje temperature uz učestalije suše			
Skraćivanje vegetacijskog razdoblja kukuruza, uz niže prinose	5	5	visok
Promjene karakteristike klima: Učestalije suše			
Niži prinosi kod svih kultura i veća potreba za vodom	5	5	visok
Promjene karakteristike klima: Povećanje temperature			
Duži vegetacijski period omogućit će uzgoj nekih novih kultura i sorata	4	4	visok
Promjene karakteristike klima: Povećanje temperature			
Skraćivanje vegetacijskog razdoblja jabuka u unutrašnjosti Hrvatske i produljenje u gorskoj Hrvatskoj	4	3	srednji
Promjene karakteristike klima: Povećanje temperature			
Skraćivanje trajanja vegetacije kod vinove loze. Visok sadržaj šećera u grožđu i visok sadržaj alkohola u vinu	4	3	srednji
Promjene karakteristike klima: Smanjenje količina i promjene rasporeda oborina			
Ranije cvjetanje i zrenje maslina	4	3	srednji
Promjene karakteristike klima: Rjeđe, ali intenzivnije oborine			
Učestalije poplave i stagnacija površinske vode - koje će smanjiti ili posve uništiti prinose.	3	4	visok

Važno je napomenuti da među potencijalnim utjecajima klimatskih promjena na poljoprivredu nisu navedeni vjetar, tuča i mraz iz razloga jer su ovdje navedeni utjecaji temeljeni na rezultatima klimatskog modela i dostupnih znanstvenih radova za Republiku Hrvatsku. Iz ovih proizlazi da nema argumenata za jednoznačno uvrštenje vjetra, tuče i mraza u ovu tablicu, ali se njihov negativan utjecaj (i povećanje istog) u budućoj klimi ne može u potpunosti isključiti. Pretpostavljeno će nova generacija klimatskog modela te modeliranje na višoj rezoluciji prilikom revizije Strategije prilagodbe klimatskim promjenama dati bolje rezultate za ove parametre.

3.4.3. Potencijalni pozitivni utjecaji klimatskih promjena na sektor poljoprivrede

Promjena klime, prije svega očekivano zatopljenje, imat će i pozitivne učinke po sektor poljoprivrede. Predviđa se da će se godišnji broj aktivnih dana vegetacije (s temperaturom iznad 5 °C) povećati za 35–84 dana u nizinskim područjima, a razdoblje s temperaturom iznad 20 °C za 45 – 73 dana.[103] Ovo će omogućiti uzgoj nekih novih kultura i sorata. Areal uzgoja pojedinih kultura će se pomicati ovisno o potrebama tih kultura za toplinom, svjetlom i vodom, uslijed čega će doći do promjene plodoreda u ratarskim područjima.[103] Zbog nestanka jako hladnih zima i kasnoproljetnih mrazeva, pomicat će se i područja pogodna za uzgoj voća, vinove loze i masline. Skraćivanje vegetacijskog razdoblja jabuka u unutrašnjosti Hrvatske i produljenje u gorskoj Hrvatskoj, ukazuje na mogućnost sve povoljnijeg uzgoja jabuka u gorskoj Hrvatskoj.[78] Povećanje temperature omogućuje ranije dozrijevanje vinove loze, te i u unutrašnjosti Hrvatske uzgoj (većinom crnih) sorti tipičnih za priobalje.[78] Stoga je za očekivati da će se u vinorodnim područjima Hrvatske u razmjerno skoroj budućnosti promijeniti sortiment vinove loze. Sorte koje je nekoć bilo moguće uzgajati isključivo u priobalju, rasprostrijet će se i na druga područja Hrvatske, a jaka, većinom crna vina, tipična za Dalmaciju, proizvodit će se i

[100] 5 = više od 90%, 4 = više od 66%, 3 = više od 50%, 2 = više od 33%, 1 = manje od 33%
[101] 5 = vrlo visok, 4 = visok, 3 = srednje visoke, 2 = nizak, 1 = vrlo nizak
[102] Nizak, srednji, visok
[103] Šesto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (NN 18/14, 2014)

drugdje. Uslijed ovoga promijenit će se i „vinski atlas“ Hrvatske, a mnoga vina izgubiti regionalni karakter.

Promjena klime rezultirat će većim površinama pod navodnjavanjem, uslijed čega će doći do viših prinosa, a u određenim situacijama i bolje kakvoće poljoprivrednih kultura. Toplija i suša klima smanjit će i zaraze mikozama.

Nadalje, za očekivati je da se klimatske promjene pozitivno odraze na problem rješavanja odvodnje voda s poljoprivrednog zemljišta, koji je u Hrvatskoj vrlo značajan. Zbog prijetnje od dugih razdoblja stagnacije vode uslijed velikih oborina i poplava te lošeg hidrološkog režima hrvatskih tala, Hrvatska će biti prisiljena riješiti problem financiranja održavanja sustava odvodnje na poljoprivrednim površinama što se, kontraverzno, može smatrati i pozitivnom posljedicom za hrvatsku poljoprivredu.

3.4.4. Međusektorski i prekogranični utjecaji

Za očekivati je da će primjena određenih mjera prilagodbe na klimatske promjene u poljoprivredi utjecati i na neke druge sektore, ponajprije na upravljanje vodnim resursima, kao i obrnuto. Navodnjavanje i regulacija odvodnje površinskih i visokih podzemnih voda s poljoprivrednih tala spadaju među važnije mjere prilagodbe na klimatske promjene u sektoru poljoprivrede u Hrvatskoj. Mjere vezane uz navodnjavanje i odvodnju, sektor poljoprivrede će morati uskladiti sa sektorom upravljanja vodama. No, budući da navodnjavanje i izgradnja sustava odvodnje mogu biti ugroza nekim prirodnim staništima, a posebice šumama, sektor poljoprivrede će trebati ući u otvoreni dijalog sa sektorom zaštite prirode i okoliša te sektorom šumarstva. Primjerice, i dalje je otvoreno pitanje hoće li kanal Dunav-Sava, koji se uvelike gradi radi navodnjavanja poljoprivrednih površina, smanjiti razinu podzemne vode u Slavoniji – te neće li ovaj projekt isušiti šume i zaslaniti poljoprivredno tlo. Otvoreno je pitanje i kako će taj kanal utjecati na vodni režim bazena Spačva–Bosut. Riječ je o izuzetno važnom retencijskom području koji brani značajan dio Hrvatske (ali i Beograd) od poplava.

Izuzetno važna bit će i suradnja između sektora poljoprivrede i meteorologije, a poznavanje agroklimatskih prilika u Hrvatskoj bit će ključno za budući razvoj poljoprivrede.

U slučaju poljoprivrede prekogranični utjecaj klimatskih promjena nije sasvim jasan jer su klimatske promjene globalni fenomen. No u svakom slučaju to se svakako očitava u, npr., vidu posljedica kao što su poplavljivanja poljoprivrednih površina i gospodarskih objekata, suša u određenim međudržavnim regijama i druge posljedice klimatskih promjena koje nisu ograničene državnim granicama.[104]

[104] Prekogranični utjecaj klimatskih promjena daleko je izraženiji, uključivo i u poljoprivredi, u slučaju ublažavanja klimatskih promjena nego što je to u slučaju prilagodbe – no postoje iznimke, a to su npr. složeni odnosi prirodnih (utjecaji promjena razine mora), antropogenih (hidrotehnički projekti u gornjim tokovima rijeke u BiH) i klimatskih utjecaja (promjene u režimima oborina, utjecaj na promjene srednje razine mora i vezano zaslanjivanje tala) na poljoprivrednim prostorima delte rijeke Neretve.

4. ŠUMARSTVO

Ključne poruke

- U kontekstu klimatskih promjena šumarstvo se smatra jednim od ranjivijih sektora.
- U Republici Hrvatskoj ima jako malo istraživanja i spoznaja o utjecaju klimatskih promjena na šumske ekosustave te je teško na osnovi toga dati procjenu ranjivosti sektora.
- Potencijalno je najveća vjerojatnost pomicanja fenoloških faza šumskog drveća, smanjenja produktivnosti pojedinih šumskih ekosustava, veća učestalost šumskih požara i produljenje njihove sezone, te mogućeg pomicanja rasprostranjenosti šumskih vrsta i štetnika, uključujući i invazivne vrste.
- U slučaju povećanja učestalosti i intenziteta negativnih vremenskih pojava (ledoloma, vjetroloma i sl.) očekivano je da će se pojaviti i veće štete na šumskim ekosustavima. Samo jedan ledolom u 2014. godini koji je pogodio pet županija uzrokovao je štetu od gotovo milijardu eura.
- Zbog različitog stanja i gospodarenja državnim i privatnim šumama, kao i ovisno o tome jesu li šume u zaštićenim područjima ili ne, postoji vjerojatnost da isti negativni utjecaji neće jednako utjecati na privatne i državne šume.

4.1. Pregled i važnost sektora, opći utjecaj klime na sektor - Šumarstvo

4.1.1. Općeniti prikaz sektora u Republici Hrvatskoj te prikaz važnosti sektora za Republiku Hrvatsku

Šume i šumska zemljišta su dobra od interesa za Republiku Hrvatsku te su kao takva zaštićena Ustavom Republike Hrvatske (čl. 52). Pokrivaju 2.759.039 ha od čega je u državnom vlasništvu 76% (1.840.616 ha), a u vlasništvu šumoposjednika 24% (652.060 ha) (Tablica 4-1). Trgovačko društvo Hrvatske šume d.o.o. gospodari s 97% državnih šuma.

Iako su šume zbog svojih općekorisnih funkcija[105] iznimno bitne i u urbanim sredinama, važnost šumarstva je još uvijek veća za lokalne zajednice u ruralnim sredinama zbog pružanja mogućnosti zapošljavanja u područjima koja su često puta pod utjecajem depopulacije. Primjerice, Hrvatske šume d.o.o. kao najveći poslodavac u šumarstvu zapošljavaju nešto više od 7000 radnika.[106] Doprinos šumarstva BDP-u je oko 1% a u 2015. godini izvoz drvoprerađivača iznosio 10,4% ukupnog izvoza Republike Hrvatske, a zajedno šumarstvo i drvna industrija sudjeluju sve skupa s oko 3,5% u ukupnom BDP-u.[107]

Jedna od posebnosti financiranja gospodarenja šumama u Republici Hrvatskoj je i Naknada za općekorisne funkcije šuma koju plaćaju svi pravni subjekti.[108]

[105] Zakon o šumama (NN 140/2005, 82/2006, 129/2008, 80/2010, 124/2010, 25/2012, 68/2012, 148/2013, 94/2014)

[106] Godišnje izvješće 2015. (Hrvatske šume d.o.o., 2015)

[107] (Glas Slavonije, 2016)

[108] Zakon o šumama (NN 140/2005, 82/2006, 129/2008, 80/2010, 124/2010, 25/2012, 68/2012, 148/2013, 94/2014)

Tablica 4-1: Struktura površina šuma i šumskog zemljišta šumskogospodarskog područja (ha)

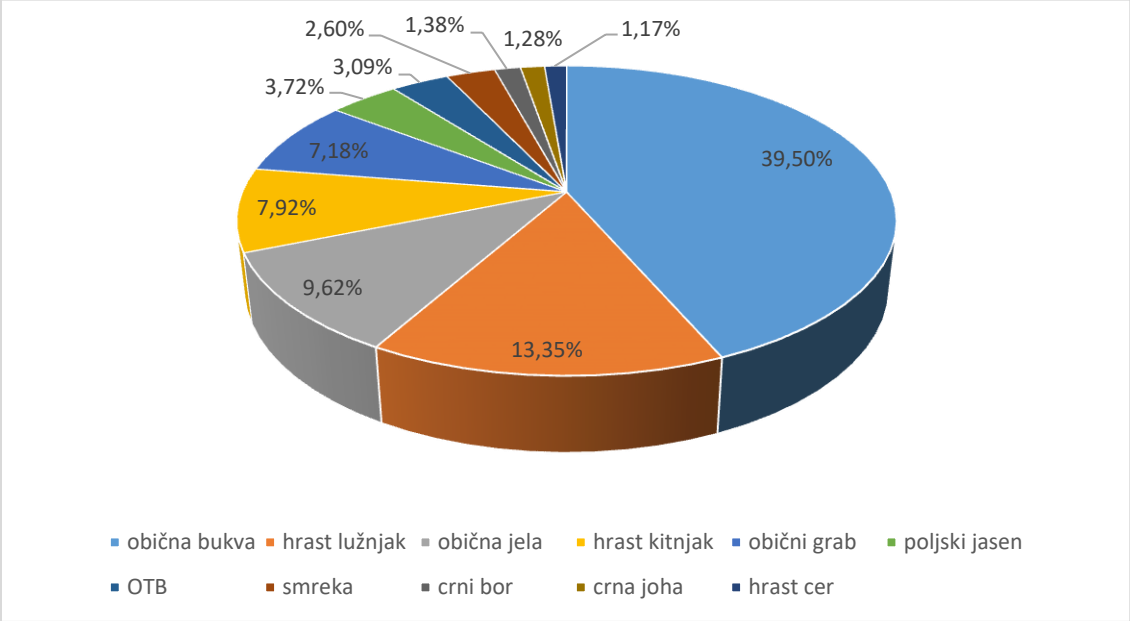
Vlasništvo	Namjena šume	Iskaz površina šuma i šumskog zemljišta				
		Obraslo	Neobraslo		Neplodno	Ukupno
			Proizvodno	Neproizvodno		
Šume u vlasništvu Republike Hrvatske kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o.	Gospodarske šume	919.129,22	36.531,65	10.641,99	15.362,47	981.665,33
	Zaštitne šume	528.783,44	99.420,33	8.342,84	14.084,73	650.631,34
	Šume posebne namjene	321.096,03	54.311,27	4.426,55	12.330,10	392.163,95
	Ukupno	**1.760.008,69**	**190.263,25**	**23.411,38**	**41.777,30**	**2.024.460,62**
Šume u vlasništvu Republike Hrvatske koje koriste druge pravne osobe	Gospodarske šume	709,00	2,79	0,96	8,46	721,21
	Zaštitne šume	0	0	0	0	0
	Šume posebne namjene	70.898,72	916,26	258,20	63,15	72.136,33
	Ukupno	**71.607,72**	**919,05**	**259,16**	**71,61**	**72.857,54**
Ukupno - vlasnik Republika Hrvatska	Gospodarske šume	919.838,22	36.534,44	10.642,95	15.370,93	982.386,54
	Zaštitne šume	528.783,44	99.420,33	8.342,84	14.084,73	650.631,34
	Šume posebne namjene	391.994,75	55.227,53	4.684,75	12.393,25	464.300,28
	Ukupno	**1.840.616,41**	**191.182,30**	**23.670,54**	**41.848,91**	**2.097.318,16**
Šumoposjedničke šume	Gospodarske šume	433.972,75	7.896,27	1.196,85	357,05	443.422,92
	Zaštitne šume	181.354,52	29,42	60,70	19,84	181.464,48
	Šume posebne namjene	36.732,65	38,77	27,65	34,42	36.833,49
	Ukupno	**652.059,92**	**7.964,46**	**1.285,20**	**411,31**	**661.720,89**
Republika Hrvatska – ukupno	Gospodarske šume	1.353.810,97	44.430,71	11.839,80	15.727,98	1.425.809,46
	Zaštitne šume	710.137,96	99.449,75	8.403,54	14.104,57	832.095,82
	Šume posebne namjene	428.727,40	55.266,30	4.712,40	12.427,67	501.133,77
	Ukupno	**2.492.676,33**	**199.146,76**	**24.955,74**	**42.260,22**	**2.759.039,05**

Izvor: *Nacrt šumskogospodarske osnove područja 2016.-2025.* (Hrvatske šume d.o.o., 2016)

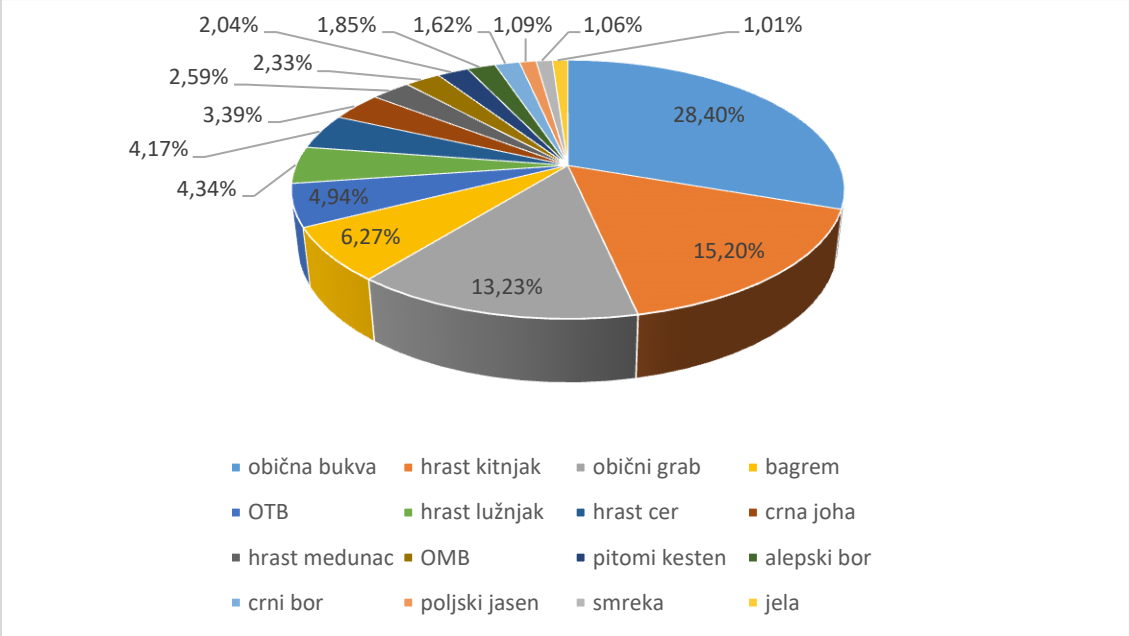
Hrvatske šume imaju veliku biološku raznolikost te ih je 95% prirodnog porijekla. Oko 260 je autohtonih drvenastih šumskih vrsta, od čega je gospodarski važnih oko 50,[109] dok je najzastupljenija obična bukva, a slijede je hrastovi lužnjak i kitnjak.[110] Udio vrsta u drvnoj zalihi razlikuje se u državnim šumama i šumama šumoposjednika (Slike 4-1 i 4-2). Vrsta koje imaju udio manji od 1% nisu prikazane grafički.

[109] Stanje u sektoru šumarstva i drvne industrije (Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije, 2015)

[110] Nacrt Šumskogospodarske osnove područja 2016.-2025. (Hrvatske šume d.o.o., 2016)



Slika 4-1: Udio vrsta u drvnoj zalihi u vlasništvu Republike Hrvatske. OTB - ostala tvrda bjelogorica
Izvor: *Nacrt šumskogospodarske osnove područja 2016.-2025.* (Hrvatske šume d.o.o., 2016)



Slika 4-2: Udio vrsta u drvnoj zalihi u privatnim šumama. OTB - ostala tvrda bjelogorica, OMB - ostala meka bjelogorica
Izvor: Nacrt šumskogospodarske osnove područja 2016.-2025. (Hrvatske šume d.o.o., 2016)

Šumama se bez obzira na vlasništvo prema Zakonu o šumama treba gospodariti u skladu s principima održivog gospodarenja šumama (eng. *sustainable forest management*). Već od 2002. godine tvrtka Hrvatske šume d.o.o. nositeljica međunarodnog FSC (engl. *Forest Stewardship Council*) certifikata za održivo gospodarenje šumama u državnom vlasništvu.[111] S druge strane procjenjuje se da postoji oko

[111] http://consult.hrsume.hr/certifikat.gif

600.000 privatnih šumovlasnika. Gospodarenje privatnim šumama opterećeno je brojnim problemima.[112] Prije svega se to odnosi na uglavnom male parcele, rascjepkani posjed, mnoštvo vlasnika, neriješene imovinsko-pravne odnose, pa tako dio vlasnika ne zna nužno gdje je njihova šuma ili njome uopće aktivno ne gospodari. Za privatne šumoposjednike je 2006. godine osnovana Šumarska savjetodavna služba koja se 2014. godine objedinila s poljoprivrednom i savjetodavnom službom za ribarstvo u jedinstvenu Savjetodavnu službu.[113] Uloga Savjetodavne službe propisana je Zakonom o savjetodavnoj službi[132], a aktivnost šumarskog dijela Službe usmjerena je na promicanje održivoga gospodarenja privatnim šumama u skladu s mogućnostima (ograničen broj ljudi koji rade na pružanju savjetodavnih usluga).

Šumama se gospodari u skladu s dugoročnim i kratkoročnim planovima. Najvažniji dokument je Šumskogospodarska osnova područja koja se donosi svakih 10 godina, a predstavlja projekciju gospodarenja za narednih 40 godina. Najnovija Šumskogospodarska osnova područja je u postupku odobravanja i odnosi se na period 2016.-2025. godine. Za privatne šume izrađuju se programi gospodarenja. Planove i programe gospodarenja šumama odobrava Ministarstvo poljoprivrede. Šumskogospodarski planovi usklađeni su s prostornim planovima i uvjetima zaštite prirode.

Tablica 4-2: Ukupna drvna zaliha i tečajni godišnji prirast prema vlasništvu na osnovnu trenutačne i prethodne Šumskogospodarske osnove područja

Vremenski period	Vlasništvo	Ukupna drvna zaliha	Tečajni godišnji prirast
		milijun m^3	
Šumskogospodarska osnova područja (2006-2015)	Državno	319,7	8,4
	Privatno	78,3	2,1
	Ukupno	**398,0**	**10,5**
Šumskogospodarska osnova područja (2016-2025)	Državno	334,9	7,9
	Privatno	83,7	2,2
	Ukupno	**418,6**	**10,1**

Izvor: Nacrt šumskogospodarske osnove područja 2016.-2025. (Hrvatske šume d.o.o., 2016)

Planirani etat šumskogospodarskog područja za naredno desetogodišnje razdoblje (plan korištenja drvne zalihe) planiran je na površini od približno 1,3 milijuna ha u količini od približno 80,4 milijuna m^3. U državnim šumama siječe se samo dio prirasta, drvna zaliha stalno se povećava te se time osigurava potrajnost prihoda.

Propisana drvna zaliha za sječu i užita drvna zaliha se razlikuju, a posebno kad se radi o privatnim šumama gdje je primjerice u razdoblju 2006.-2015. izvršenje prema drvnoj zalihi iznosilo samo jednu trećinu od propisane (Tablica 4-3).

[112] Forest Land Ownership Change in Croatia. COST Action FP1201 FACESMAP country report (Krajter Ostoić S. , i dr., 2015) i Private Forest Owners in the Western Balkans - Ready for the Formation of Interest Associations (Glück, i dr., 2011)

[113] Zakon o savjetodavnoj službi (NN 50/2012; 138/2013, 2013)

Tablica 4-3: Ukupno propisana i užita drvna zaliha na šumskogospodarskom području po vlasništvu

Vlasništvo		Propis		Izvršenje (2006.-2014. + plan sječa 2015. godine)			
		Površina	Drvna zaliha	Površina		Drvna zaliha	
		Ha	m^3	ha	%	m3	%
Republika Hrvatska	Hrvatske šume d.o.o.	909.366,39	57.935.018	763.809,96	84	53.639.369	93
	Ostale pravne osobe	17.923,79	661.366	1.762,65	10	128.463	19
	Ukupno	927.290,18	58.596.384	765.572,61	83	53.767.832	92
Šume šumoposjednika		374 519,15	7.047.369	17.832,37	5	2.392.543	34
Šumskogospodarsko područje		1.301.809,33	65.643.753	783.404,98	60	56.160.375	86

Izvor: Nacrt šumskogospodarske osnove područja 2016.-2025. (Hrvatske šume d.o.o., 2016)

4.2. Trenutačno stanje i utjecaj klimatskih parametara na sektor - Šumarstvo

4.2.1. Prikaz trenutačnog stanja u smislu utjecaja klimatskih parametara na sektor

Pojavnost šuma ovisi o brojnim čimbenicima. Tako klasificiraju sinekološke[114] čimbenike na sljedeći način:[115]

- **klimatske** - svjetlost, toplina, voda, zračna kretanja i sl.
- **edafske** - razvitak reljefa i tala, fizikalna svojstva tla, kemijska svojstva tla, listinac, biološka svojstva tla i sl.
- **geomorfološke** - nadmorska visina, izloženost, nagib, oblik terena i sl.
- **biotske** - fitogeni, zoogeni i antropogeni.

Iz toga je razvidno da su klimatski čimbenici samo jedan skup čimbenika koji utječe na rasprostranjenost šumskih zajednica te da je rasprostranjenost rezultat međuovisnosti brojnih čimbenika. Pri tome je važno naglasiti da se utjecaj ekoloških čimbenika razlikuje gledamo li njihovo djelovanje na šumu kao zajednicu ili se to odnosi na pojedinačno stablo ili skupine stabala.

Zbog specifičnog položaja Republika Hrvatska bogata je biljnim svijetom pa je tako izdvojeno preko 60 šumskih zajednica[116] (fitocenozi) koje su razvrstane unutar dviju velikih svjetskih regija, a to su mediteranska (40% površine, 17 šumskih zajednica) i eurosibirsko-sjevernoamerička šumska regija (60% površine, 45 šumskih zajednica). Granica regija prolazi primorskim padinama Dinarida. Šumska vegetacija tih regija dijeli se na dva mediteranska i pet kontinentalnih vertikalnih vegetacijskih pojasa koji se dalje dijele na horizontalne vegetacijske zone.[117]

[114] Sinekologija multidisciplinarno istražuje vanjske i unutarnje uvjete u razvoju i rasprostranjenosti biljne zajednice

[115] Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj (Vukelić & Rauš, 1998)

[116] Biljna zajednica koja se sastoji od šumskog drveća, grmlja i prizemnog rašća.

[117] Fitogeografsko raščlanjenje klimazonalne šumske vegetacije Hrvatske (Trinajstić, 1998) i Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj (Vukelić & Rauš, 1998)

Mediteranska regija

Mediteransko-litoralni pojas (obalni pojas)

Stenomediteranska zona – šume alepskog bora

Klimatološki u ovoj zoni značajni parametri su temperatura (srednji minimum najhladnijeg mjeseca iznad 6 °C) i oborine (srednja godišnja količina oborina manja od 1000 mm). U geografskom smislu ova zona obuhvaća najveći dio jadranskih otoka južnije od Kornata, odnosno najsuši i najtopliji dio Hrvatskog primorja.

Eumediteranska zona – šume hrasta crnike

Nešto vlažnija klima s ukupnom godišnjom količinom oborina iznad 1000 mm, srednji minimum najhladnijeg mjeseca 4 - 6 °C. Geografski obuhvaća područje krajnji zapadni dio Istre, topliji dio Kvarnerskih otoka te od Zadra prema jugu uskim obalnim pojasom.

Submediteranska zona – šume bijelog graba i hrasta medunca
Još vlažnija klima sa srednjim minimumom najhladnijeg mjeseca ispod 2 °C, godišnja količina oborina iznad 1200 mm. Geografski obuhvaća sjevernojadransko priobalno i dio otočnog područja do 350 m nadmorske visine, te niže dijelove Dalmatinske zagore nadmorskih visina 400-600 m.

Mediteransko-montanski pojas

Hemimediteranska zona –šume crnike i crnog graba

Srednji minimumi najhladnijeg mjeseca su oko 2 - 4 °C, a godišnja količina oborina oko 1200 mm. Dolazi u najvišim dijelovima jadranskih otoka i poluotoka Pelješca na nadmorskim visinama 400-600m.

Epimeditaranska zona – šume hrasta medunca i crnog graba

Srednji minimumi najhladnijeg mjeseca kreću se oko 2 °C s ukupnom godišnjom količinom oborina oko 1400 mm. Na sjevernojadranskom primorju dolazi na nadmorskim visinama već od 300 m, a u dalmatinskom zaleđu iznad 600 m.

Eurosibirsko-sjevernoamerička regija

Nizinski pojas

Nizinski pojas čini okosnicu šumske vegetacije sjeverno od Karlovca, i to u posavskom području na visinama 90-150 m, u pokupskom bazenu na visinama 250-300 m, te u ličkom bazenu 600-650 m n.v. Obilježen je šumama hrasta lužnjaka, poljskog jasena, crne johe, vrba i topola. Ključni ekološki čimbenik za ove šume je voda, bilo da se radi o poplavnoj (šume vrba i topola), podzemnoj (šume hrasta lužnjaka) ili i jednoj i drugoj (crna joha i poljski jasen). Razina podzemne i poplavne vode ovisi o količini oborina, stoga je oborina iznimno bitan klimatski čimbenik za ove tipove šuma posebno za hrast lužnjak kao gospodarski najvažniju vrstu.

Brežuljkasti pojas

Nastavlja se na nizinski pojas i dolazi na 150-500 m n.v. Brežuljkastom pojasu pripadaju brežuljci i donji dijelovi panonskog gorja, zatim područje južno od Karlovca, rubovi ličkih polja i u Istri. Glavna vrsta u ovom pojasu je hrast kitnjak, a zajednice su vezane za tipove i sastav tla, pa razlikujemo šume hrasta kitnjaka i običnog graba te šume hrasta kitnjaka i pitomog kestena. U ovom pojasu dolaze i termofilne šume hrasta medunca i crnog graba.

Brdski pojas

U panonskom dijelu ovaj pojas rasprostire se od 350 m n.v., u Dinaridima iznad 600 m, dok mu je gornja granica između 700 i 900 m n.v. Prosječna godišnja temperatura je između 7 i 9 °C, a prosječna godišnja količina oborina iznad 1200 mm, a u dinarskom području i više. Glavna vrsta u ovom pojasu je obična bukva koja čini i najveći udio u drvnoj zalihi.

Gorski pojas

Ovaj pojas izražen je na Dinaridima i panonskom gorju na 600-1100 m n.v., dok se na sjevernim padinama Medvednice i Papuka spušta i niže. U klimatskom smislu to je područje umjereno hladne klime s prosječnim godišnjim temperaturama između 6 i 7 °C i oborinama od 1200 mm na sjeveru do 3000 mm u Gorskom kotaru. Ovo je pojas šuma bukve i jele koje su i ekonomski značajne. U smislu šumskih zajednica to su acidofilne šume jele i mješovite šume bukve i jele. U ovom području nalaze se i poznate prašume Čorkova uvala kod Plitvičkih jezera te Devčića tavani i Nadžak-bilo na sjevernom Velebitu.

Pretplaninski pojas

Granični je pojas šumske vegetacije i dolazi na 1100-1700 m n.v. Prosječna godišnja temperatura iznosi oko 4 °C, dok je srednja godišnja količina oborina oko blizu 2000 mm. Šume u ovom području nisu ekonomki značajne već imaju zaštitni karakter. U nižem dijelu su to pretplaninske bukove šume te borealne jelove i smrekove šume, dok je u višem dijelu prisutna klekovina bora krivulja.

4.2.2. Utjecaj klimatskih pojava na šume

U posljednje vrijeme česte su negativne posljedice klimatskih varijabilnosti. Na primjer:

Vjetar: Najizraženiji događaj je vjetrolom uzrokovan olujom, popularno nazvanom Teodor, 11. studenoga 2013. godine koji je samo na Medvednici porušio 40 000 m^3 stabala.[118]

Led: Ledolom od 31. siječnja do 5. veljače 2014. godine zahvatio je područja Primorsko-goranske, Ličko-senjske, Karlovačke i Zagrebačke županije. Procijenjena šteta na šumi i šumskom zemljištu nakon ledoloma iznosila je 942 milijuna eura (6.971 milijuna HRK).[119] Šteta je procijenjena metodom brze procjene (opisano u Vuletić et al., 2014). Stabla su zbog ledoloma fiziološki oštećena što ih čini pogodnim medijem za sekundarne štetnike (prije svega potkornjake i to na smreki), a vrhunac njihove gradacije očekivao se upravo 2016. godine što se i obistinilo (prema izvještaju Zdravstveno stanje šuma u Gorskom Kotaru - ugroženost potkornjacima koji za Ministarstvo poljoprivrede izrađuje Hrvatski šumarski institut). Daljnji problem je sanacija šteta od ledoloma na privatnim parcelama koje nisu uvijek dostupne, a ako se ne saniraju predstavljaju daljnji izvor zaraze. Poduzeti su koraci suradnje Ministarstva poljoprivrede s predstavnicima sektora i lokalne zajednice kako bi se riješio ovaj problem, odnosno pronašao način poticanja privatnih šumoposjednika u saniraju šteta i što učiniti ako vlasnik ne poduzima ništa u rješavanju problema. Prema informativnoj obavijesti Ministarstva poljoprivrede[120]

> *„Štete na šumama uzrokovane ledolomom, uz sve mjere koje su provedene i koje će se provesti, neće se riješiti jednokratnom akcijom već će imati dalekosežne posljedice na*

[118] Park prirode Medvednica (PP Medvednica, 2017)
[119] Assessment of forest damage in Croatia caused by natural hazards in 2014 (Vuletić, Kauzlarić, Balenović, & Krajter Ostoić, 2014)
[120] Aktivnosti Ministarstva poljoprivrede vezane uz pojavu potkornjaka u Gorskom kotaru (Ministarstvo poljoprivrede, 2017)

zdravlje, vitalnost i strukturu šuma koje će biti potrebno intenzivno sanirati u narednom razdoblju (do 30 godina), no štete i posljedice će se osjećati kroz značajno dulji vremenski period, u kojemu je za očekivati smanjenje prirasta i vrijednosti općekorisnih funkcija šuma."

Poplave: Poplave u svibnju 2014. godine uzrokovale su štete i u šumama, ali vrijednost tih šteta do sada nije procijenjena. Ukupna prijavljena šteta do 5. rujna 2014. godine iznosila je 2,4 milijarde HRK,[121] ali se to nije odnosilo na šume.

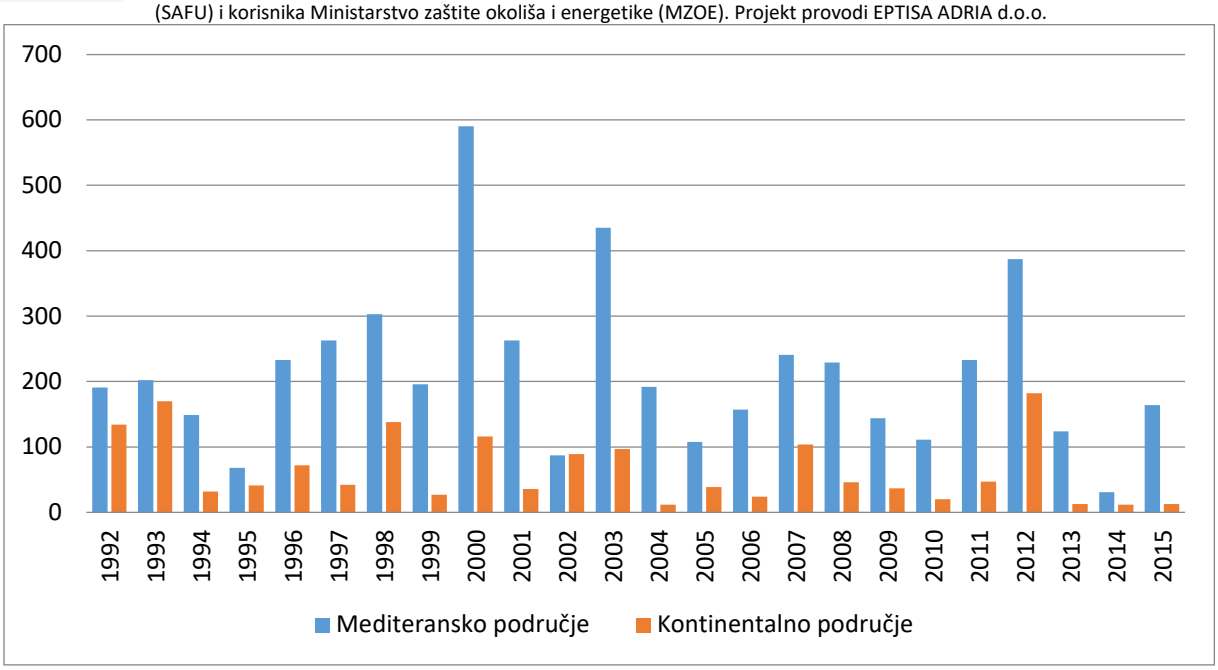
Klima utječe i na **pojavnost šumskih štetnika** bilo da se radi o autohtonim vrstama koje potencijalno mogu mijenjati svoje stanište bilo da se radi o invazivnim vrstama. U projektu „Defolijatori kao invazivni šumski štetnici u uvjetima klimatskih promjena – DIFPEST" (2014.-2017.) se polazi od pretpostavke da se zatopljenjem očekuje ekspanzija štetnika u nova klimatska područja jer je više projekata pokazalo kako su genotipovi u zadnjoj dekadi pojačano migrirali na sjever. Dalje se navodi da se „*bilježenjem promjena koje nastaju kao rezultat interakcije štetnik-domaćin-klimatske promjene, stvara baza za monitoring što bi trebalo biti osnova za donošenje odluka i postavljanje strategije kontrole*."[122] Na osnovi studija slučaja u projektu se radi na istraživanju migracije jedne izolirane populacije u drugu (na primjeru gubara, *Lymantria dispar*), iz jedne klimatsko-zemljopisne regije u drugu (na primjeru jasenove grbice, *Abraxas pantaria*) te potencijalno invazivne vrste u novo klimatsko-zemljopisno područje na primjeru šimširevog moljca (*Cydalima perspectalis*). Očekuje se da će rezultati koristiti za predviđanje i modele analize rizika od navedenih štetnika.

U mediteranskom području najvažniji negativni utjecaj na šume imaju **požari** čija se veća učestalost očekuje kao posljedica porasta temperature i klimatskih promjena. Prema Registru šumskih požara kojeg vodi Ministarstvo poljoprivrede ukupno su u periodu od 1992.-2015. godine bila 6.644 šumska požara, od čega u mediteranskom području 5.101, a na kontinentu 1.543 (slika 4-3) za razdiobu broja šumskih požara po godinama. Prosječno je to 292 šumska požara godišnje od čega 223 na mediteranskom području i 69 na kontinentu. U nekim godinama, kao što su 2000., 2003. i 2012. broj požara je znatno veći od prosjeka što je u korelaciji sa iznimno sušnim godinama.

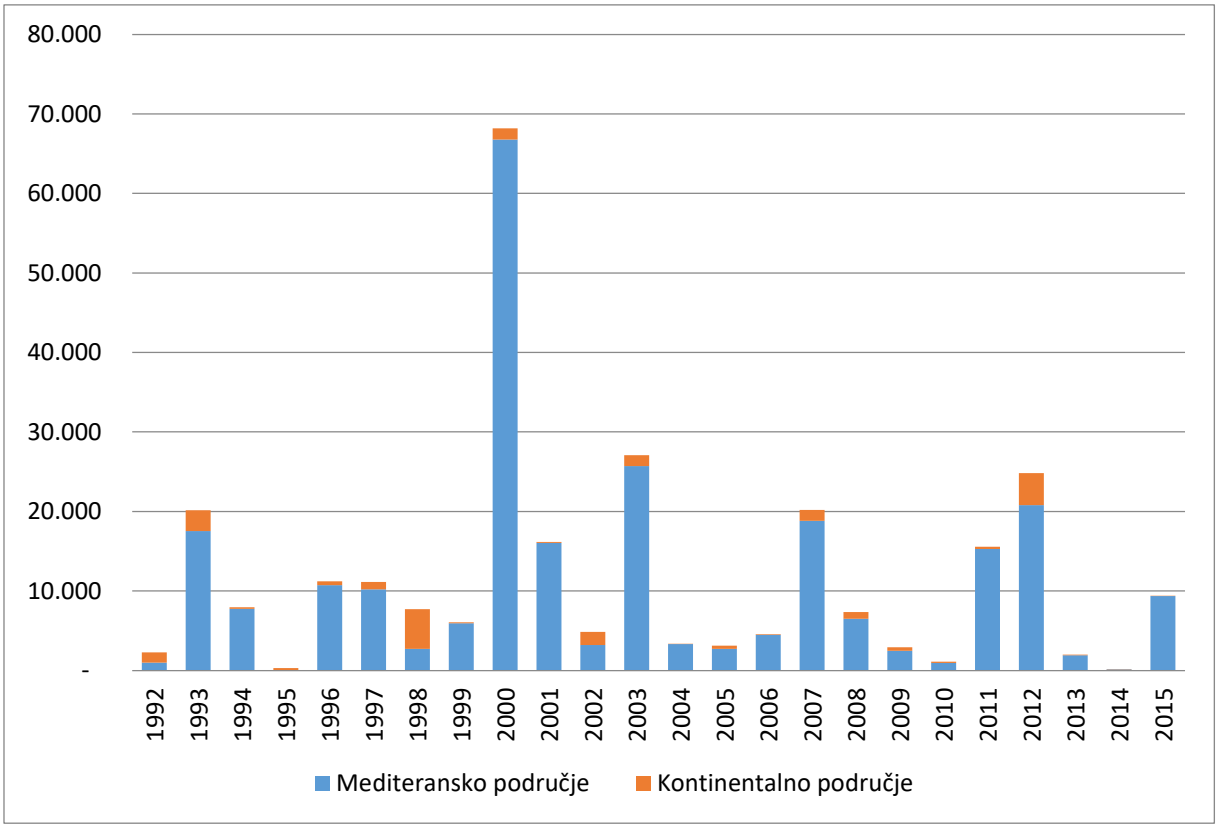
Opožarena površina u navedenom periodu iznosi 315.227 ha od čega 291.837 ha u mediteranskom području, a 23.390 ha u kontinentalnom području (slika 4-4 daje detaljnu razdiobu opožarene površine po godinama). Prosječno je to 13.892 ha godišnje, od čega 12.834 ha u mediteranskom i 1.058 ha u kontinentalnom području.

[121] Mrežna stranica Vlade Republike Hrvatske (Vlada Republike Hrvatske, 2014)

[122] Defolijatori kao invazivni šumski štetnici u uvjetima klimatskih promjena (DIFPEST) (Hrvatski šumarski institut, 2017a)



Slika 4-3: Broj šumskih požara po godinama u periodu 1992.-2015. godine za mediteransko i kontinentalno područje Republike Hrvatske Izvor: Ministarstvo poljoprivrede *(pismena komunikacija)*

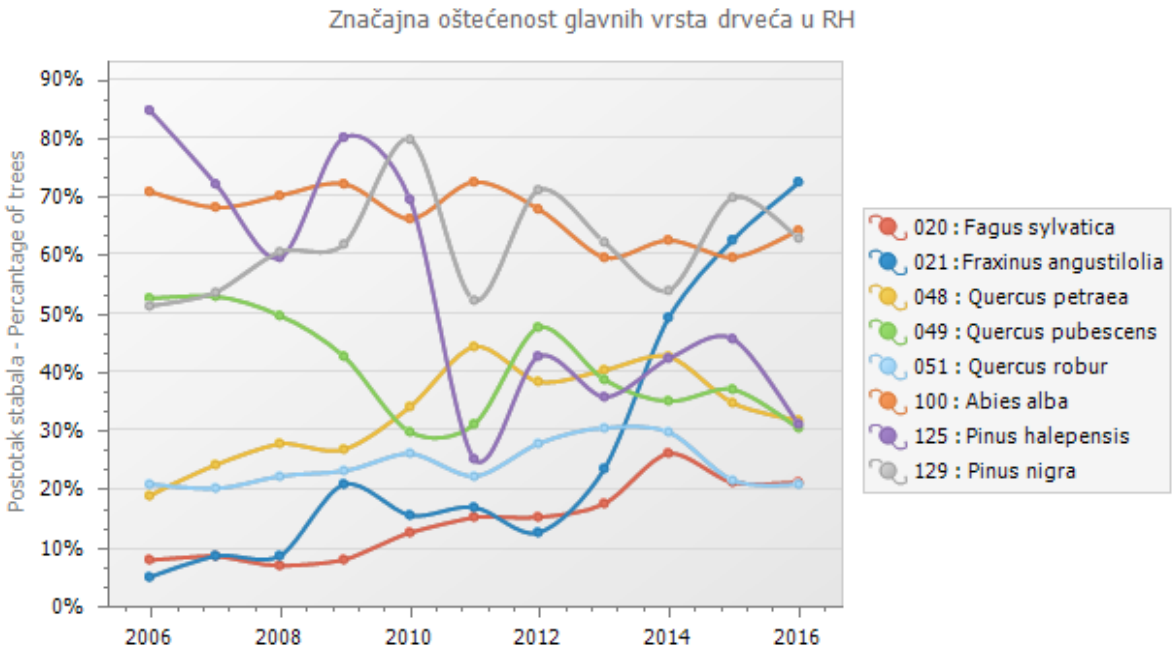


Slika 4-4: Opožarena površina šuma po godinama u periodu 1992.-2015. za mediteransko i kontinentalno područje Republike Hrvatske (ha) Izvor: *Ministarstvo poljoprivrede (pismena komunikacija)*

Iz podataka se vidi da se najviše požara i najviše opožarene površine javlja u mediteranskom području (obalno područje i otoci). Ipak, u povoljnim vremenskim uvjetima vjerojatnost pojave požara moguća je i na kontinentu i izvan najvrućih ljetnih mjeseci. Primjer je veliki šumski požar na Strahinjčici u

ožujku 2012. godine.[123] Štete od šumskih požara su visoke, pa su primjerice samo u Splitsko-dalmatinskoj županiji i samo u 2003. godini iznosile 600 milijuna HRK.[124] Na razini Republike Hrvatske prosječni godišnji troškovi protupožarne zaštite šuma (izrada i nadzor projekta, osmatračka protupožarna služba, izrada i održavanje promatračnica, izrada i održavanje protupožarnih prometnica, postavljanje znakova upozorenja, radovi na suzbijanju požara i čuvanje šuma) u periodu 1992.-2007. iznosili su približno 115 milijuna HRK.[125]

Kad se govori o općem stanju drveća na osnovu motrenja (monitoringa) stanja drveća prema metodologiji UNECE-ICP Forests, u Hrvatskoj se takva motrenja provode od 1987. godine, a nacionalni koordinacijski centar je na Hrvatskom šumarskom institutu.[126] Ta motrenja su započeta radi praćenja prekograničnog dalekosežnog zračnog onečišćenja, ali pokazuju i trend zdravstvenog stanja drveća jer se stres koji drveće trpi djelovanjem klimatskih promjena samo može pogoršati.



Slika 4-5: Prikaz kretanja značajne osutosti (više od 25% osutosti) krošanja nekih vrsta šumskog drveća u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2005.-2015.

Izvor: Oštećenost šumskih ekosustava Republike Hrvatske (Potočić, i dr., 2015)

Napomena: Fagus sylvatica – obična bukva, *Fraxinus angustifolia*- poljski jasen, *Quercus petraea*- hrast kitnjak, *Quercus pubescens* – hrast medunac, *Quercus robur*- hrast lužnjak, *Abies alba*- obična jela, *Pinus halepensis*- alepski bor, *Pinus nigra*- crni bor.

Na temelju slike 4-5. zaključujemo da je u navedenom periodu kod nekih vrsta postotak stabala sa značajnom osutošću manje-više konstantno nizak (npr. obična bukva – *Fagus sylvatica*), dok je kod obične jele (*Abies alba*) stalno relativno visok. Također u posljednjih nekoliko godina vidi se povećanje postotka stabala sa značajnom osutošću kod poljskog jasena (*Fraxinus angustifolia*).

[123] Vremenska analiza velikog šumskog požara na Strahinjčici u ožujku 2012. (Kuraži & Vučetić, 2015)

[124] Holistički model integralne zaštite od požara raslinja Splitsko-dalmatinske županije (Stipaničev D. , 2008)

[125] Šumski požari u Republici Hrvatskoj (Jurjević, Vuletić, Gračan, & Seletković, 2009)

[126] Vidi: http://www.icp.sumins.hr

4.3. Očekivane promjene klimatskih parametara do 2040. te 2070. godine - Šumarstvo

Modelirani su maksimalna i minimalna temperature zraka te oborine. Modeliranje klime za referentno razdoblje (1971.-2000. godina) pokazalo je da se izdvajaju tri karakteristična područja maksimalnih temperatura: sjeverna Hrvatska, gorski predjeli i primorska Hrvatska. Osim u zimi, vrijednosti simuliranih srednjih maksimalnih temperatura (tzv. *tasmax*) u sjevernom i primorskom dijelu su slične. U sjevernoj Hrvatskoj maksimalna temperatura u srednjaku ansambla je podcijenjena u odnosu na izmjerene vrijednosti na klimatološkim postajama iz Zaninović i dr. (2008). Najveća razlika između modeliranih i izmjerenih vrijednosti *tasmax* je u jesen: oko 14 °C u RegCM-u u srednjaku ansambla, a izmjerene između 15 i 17 °C. U ostalim sezonama modelirane vrijednosti *tasmax* su bliže izmjerenim. U gorskoj i primorskoj Hrvatskoj također nalazimo niže *tasmax* u srednjaku ansambla nego što su opažene vrijednosti. U neposredno budućoj klimi (2011.-2040.) projiciran je gotovo jednoličan porast maksimalne temperature u srednjaku ansambla u svim sezonama osim u proljeće i to između 1 i 1,5 °C. Porast srednjih maksimalnih temperatura projiciran je u svim godišnjim dobima i za period 2041.-2070.

Kad se radi o simuliranim zimskim minimalnim temperaturama (tzv. *tasmin*) u srednjaku ansambla RegCM mogle bi se u gorskim i sjeverozapadnim predjelima pridružiti više vrijednosti iz intervala između -4 i -8 °C. Primjerice, izmjerene vrijednosti su u Gospiću -4, a u Ogulinu -2 °C.[127] U ostalim krajevima sjeverne Hrvatske *tasmin* je nešto viša, od -2 do -4 °C, osim na planinama Slavonije. U primorskim krajevima *tasmin* doseže 4 °C što se donekle slaže s izmjerenim vrijednostima. U proljeće su minimalne temperature na Jadranu do 12 °C (toliko je izmjereno u Dubrovniku), a u gorskoj Hrvatskoj između 0 i 2 °C što je nešto niže nego u Zaninović i sur. (2008). Proljetna tasmin u sjevernoj Hrvatskoj također je nešto niža od izmjerenih osim u Slavoniji gdje odgovara stvarnom stanju (Osijek 6 °C). U ljeto je *tasmin* na sjeveru zemlje (8 do 12 °C) malo niža od izmjerenih (13 do 14 °C), a podcijenjene vrijednosti također imamo u gorskim i primorskim krajevima. Modelirane jesenske minimalne temperature su relativno dobro opisane u sjevernoj Hrvatskoj, ali su ponovno podcijenjene na primorju i u višim predjelima gorske Hrvatske. Najveći projiciran porast minimalne temperature u srednjaku ansambla do 2040. u zimskim mjesecima je između 1,2 °C u sjevernoj Hrvatskoj i primorju do 1,4 °C u Gorskom Kotaru. U ostalim sezonama porast *tasmin* bio bi nešto manji, a najmanji u proljeće. U razdoblju 2041.-2070. se ponovno najveći porast minimalne temperature očekuje u zimu – od 2,1 do 2,4 °C u kontinentalnom dijelu, te od 1,8 do 2 °C u primorskim. U svim ostalim sezonama porast *tasmin* će biti nešto manji nego onaj zimski.

Prostorni gradijent oborine u srednjaku ansambla najjači je zimi kad sezonska količina oborine raste od 90 mm u istočnoj Slavoniji i sjeverozapadnoj Hrvatskoj pa sve do 360 mm na jugu zemlje. Na sjeveru je ova količina manja od one zabilježene na postajama (Osijek 126 mm, Zagreb 139 mm), dok je na jugu količina simulirane oborine veća od izmjerene (Split 227, Dubrovnik 316[128]). U proljeće su količine oborine na kontinentu između 90 i 180 mm (Osijek 151, Varaždin 186 mm), a u Lici i Zagori između 180 i 270 mm (Gospić 312, Knin 257). Modelirane ljetne, pretežno pljuskovite, oborine su u kontinentalnim krajevima osjetno manje (90-180 mm) nego što su izmjerene vrijednosti (Osijek 209, Zagreb 265). Ovo je najvjerojatnije posljedica nedovoljne razlučivosti procesa malih prostornih skala u RegCM-u s 50-km rezolucijom. U Lici je ljetna oborina (između 180 i 270 mm) relativno dobro simulirana (Gospić 239 mm), kao i 90-180 mm na Jadranu (Hvar 106, Dubrovnik 145). Jesenski

[127] Klimatski atlas Hrvatske (Državni hidrometeorološki zavod, 2008)
[128] *Ibid*

maksimum u unutrašnjosti Dalmacije (nešto više od 360 mm) dobro je prikazan (Knin 334 mm), dok je u ostalim krajevima jesenska oborina podcijenjena u modelu.

U budućoj klimi (2011.-2040. godina) projicirana promjena ukupne količine oborine ima različiti predznak: dok se u zimu i za veći dio Hrvatske u proljeće očekuje manji porast oborine, u ljeto i u jesen prevladavat će smanjenje količine oborine u čitavoj zemlji. Porast količine oborine je u zimi manji od 20 mm; u proljeće je porast u zapadnim predjelima još i manji, dok je smanjenje količine oborine u Slavoniji i južnim predjelima zanemarivo. Ljetno smanjene količine oborine je također zanemarivo, a slično je i ujesen u većem dijelu zemlje, osim na krajnjem jugu gdje će smanjenje biti nešto izraženije – do oko 45 mm. I u razdoblju 2041.-2070. godine u svim sezonama osim zimi očekuje se smanjenje količine oborine.

4.4. Procjena budućih utjecaja klimatskih promjena na sektor – Šumarstvo

4.4.1. Utjecaj promjene klimatskih parametara / fizičkih karakteristika u sektoru

U zadnjem periodičnom izvještaju „*Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report*“ (hrvatski: Klimatske promjene, utjecaji i ranjivosti u Europi 2016. Izvještaj zasnovan na indikatorima) Europske agencije za okoliš[129] u poglavlju 4.4. Terestrički ekosustavi, tlo i šume, navode se sljedeće ključne poruke:

- *Zamijećene klimatske promjene imaju veliki utjecaj na terestričke ekosustave, kao što su promjene u stanju tla, promjene u pojavi fenoloških faza, horizontalna i vertikalna migracija biljaka i životinja (općenito prema sjeveru i u više nadmorske visine te promjene u interakciji i sastavu zajednica, uključujući i lokalni nestanak vrsta.*
- *Očekuje se da će se u budućnosti povećati relativni značaj klimatskih promjena kao glavnog uzroka promjena bioraznolikosti i promjena u ekosustavima.*
- *Procijenjeno je da je u Europi 14% staništa i 13% vrsta od interesa već pod pritiskom klimatskih promjena. U bliskoj budućnosti očekuje se da će se broj staništa ugroženih klimatskim promjenama udvostručiti. Projicirano je da će mnoge Natura 2000 vrste izgubiti prikladne klimatske niše.*
- *Modelirane i projicirane promjene u vlažnosti tla, kao što su značajno smanjenje u mediteranskoj regiji i povećanje u dijelovima sjeverne Europe imaju direktan utjecaj na terestričke ekosustave.*
- *Šumski ekosustavi i njihove usluge (općekorisne funkcije šuma) pod utjecajem su migracija vrsta prema višim nadmorskim visinama i većim geografskim širinama, povećanja rizika od šumskih požara, pogotovo u južnoj Europi te povećanja pojave šumskih štetnika. Projekcije pokazuju da će četinjače koje su prilagođene na hladnoću izgubiti dio svojih staništa koje će nadomjestiti listače. Općenito, očekuje se da će rast šuma usporiti u južnoj Europi, a povećati se u sjevernoj Europi, ali s velikim regionalnim varijacijama.*
- *Vjerojatno je da će klimatske promjene pogoršati problem invazivnih vrsta u Europi.*

[129] Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report (European Environment Agency, 2017a)

Okvir 4-1: Modeliranje u sektoru šumarstva

Studija koju su proveli Lindner *et al*. (2010)[130] daje pregled i sumira postojeće znanje o opaženim i projiciranim utjecajima klimatskih promjena na šume u Europi. Dat je pregled osjetljivosti, potencijalnih utjecaja, kapaciteta za prilagodbu te ranjivosti na klimatske promjene za šume u Europi. Najvažniji utjecaji klimatskih promjena na šume i usluge šuma prikazani su sumarno za borealnu, umjereno oceansku, umjereno kontinentalnu, mediteransku i planinske regije. U sjevernoj i zapadnoj Europi predviđa se povećanje atmosferskog CO_2 i više temperature te se očekuje pozitivan utjecaj na rast šuma i proizvodnju drva barem u skoroj budućnosti, dok se za južnu i istočnu Europu očekuje da će zbog povećanja suše prevagnuti negativni utjecaji.

Istraživanje utjecaja klimatskih promjena na produktivnost šumskih ekosustava u Republici Hrvatskoj provodi se na Hrvatskom šumarskom institutu na procesnom modelu Biome-BGCMuSO i za sada se koristi samo za šume hrasta lužnjaka na dvije lokacije - u Jastrebarskim lugovima (pokupski bazen) i u Spačvi (spačvanski bazen). Procesni model podrazumijeva matematički formuliran skup povezanih bio(geo)kemijskih procesa kojima se opisuju tokovi materije i energije unutar promatranog ekosustava, te izmjena s njegovom okolinom te ovise o meteorološkim prilikama. Prednost im je da omogućuju projekcije, a mana da traže veliki broj parametara, varijabli i procesa. Za izvođenje modela kritične su pogonske varijable, dok za modeliranje budućnosti trebaju projekcije pogonskih varijabli. Prednost modela Biome-BGCMuSo je da se može osim za hrast lužnjak primijeniti za bilo koju drugu vrstu, međutim za to bi bilo potrebno prilagoditi model za svaku vrstu odnosno šumski ekosustav, kao i za lokalitet na kojem se nalazi. Tako primjerice model ne uključuje iste parametre ako se radi o šumi hrasta lužnjaka u pokupskom bazenu ili u spačvanskom bazenu jer su okolišni uvjeti drukčiji. Također, mana modela je što ne uzima u obzir međuvrsnu kompeticiju. Međutim o međuvrsnoj interakciji još uvijek ima premalo spoznaja i na svjetskoj razini.[131]

Utjecaj klime na produktivnost šuma istražuje se i u sklopu projekta EFFEctivity koji provodi Hrvatski šumarski institut, a financira Hrvatska zaklada za znanost (HRZZ).[132] U projektu se kombiniraju različite metode (terenska mjerenja, mikrometeorološka metoda vrtložene kovarijance (engl. *eddy covariance*), daljinska istraživanja i metoda kronosekvence) kako bi se modelirala produktivnost šuma hrasta lužnjaka. Dosadašnji rezultati istraživanja u Jastrebarskim lugovima pokazuju trend smanjenja produktivnosti hrasta lužnjaka u razdoblju 2015.-2100. godine,[133] dok za Spačvu još uvijek nema objavljenih rezultata.

Kao rezultat klimatskih promjena primijećen je trend pomaka u pojavi pojedinih fenoloških faza (pupanje, listanje, cvjetanje). Primjerice Vitasse i dr.[134] su radili procjenu utjecaja klimatskih promjena na fenologiju šumskog drveća u umjerenom pojasu. Uzeli su u obzir četiri listopadne i dvije vazdazelene vrste koje su široko rasprostranjene u Europi, a imaju i ekonomski značaj.[135] Rezultati

---

[130] Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems (Linder, et al., 2010)

[131] Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report (European Environment Agency, 2017a)

[132] Mrežna stranica: http://www.sumins.hr/projekti/effectivity/, EFFEctivity - Procjena i predviđanje produktivnosti šumskog ekosustava objedinjavanjem terenskih izmjera, daljinskih istraživanja i modeliranja; projekt HRZZ, provodi ga Šumarski institut.

[133] Modeliranje produktivnosti ekosustava biogeokemijskim modelom Biome-BGCMuSo u uvjetima promijenjene klime- Primjer hrasta lužnjaka (Marjanović, Ostrogović, & Zorana, 2016)

[134] Assessing the effects of climate change on the phenology of European temperate tree (Vitasse, et al., 2011)

[135] Obična jela, *Abies alba* Mill.; gorski javor, *Acer pseudoplatanus* L.; obična bukva, *Fagus sylvatica* L.; gorski jasen, *Fraxinus excelsior* L.; obična božika, *Ilex aquifolium* L.; hrast kitnjak, *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.

simulacija do kraja 21. stoljeća predviđaju dulji vegetacijski period za hrast kitnjak u odnosu na običnu bukvu sugerirajući moguće pomake u visinskoj rasprostranjenosti ovih vrsta, jer se vrste mogu prilagođavati fenološkim promjenama samo do određene granice. Obzirom da se oslanjaju na modeliranje, ovakva istraživanja su opterećena ograničenjima, te treba biti oprezan kod interpretacije njihovih rezultata.

U Hrvatskoj su Pilaš i dr (2014)[136] istraživali odgovor glavnih tipova šuma na klimatske anomalije u periodu (1998.-2005.) te su ustanovili da se javlja oportunističko ponašanje obične bukve i hrastova kao odgovor na promjene klimatskih uvjeta.

Kad je riječ o istraživanjima vezanim za promjene u horizontalnoj i vertikalnoj rasprostranjenosti šuma u Hrvatskoj, opseg istraživanja je skroman. Primjerice, Antonić i dr. (2000)[137] su koristili model rasprostranjenosti glavnih tipova šuma u Republici Hrvatskoj do 2030. godine. Širenje rasprostranjenosti nizinskih šuma ne može se sa sigurnošću ustvrditi jer model nije uključivao promjenu hidrološkog režima koji je važan faktor rasprostranjenosti nizinskih šuma. Prema rezultatima prilično je sigurno da će doći do smanjenja rasprostranjenosti šuma jele i bukve u Gorskom kotaru, kao i smanjenja rasprostranjenosti područja šuma hrasta crnike, dok se predviđa širenje rasprostranjenosti šume hrasta medunca. Nadalje su Anić et al. (2009) istraživali utjecaj klimatskih promjena na ekološku nišu obične jele koristeći CCM3 scenarij s dvostrukim povećanjem stakleničkih plinova za period 2000.-2100. Rezultati pokazuju vjerojatnost značajnog smanjenja prostorne distribucije ekološke niše jele za 85% u odnosu na današnje stanje.

Kao što se govori o mogućem pomicanju rasprostranjenosti vrsta i zajednica, u skladu s tim vjerojatno je i pomicanje šumskih štetnika. Primjerice istraživanje koje su proveli Vanhanen et al. (2007) koristeći CLIMEX softver za modeliranje na osnovu tri scenarija klimatskih promjena (povećanje temperature za 1,4, 3,6 i 5,8 °C) pokazuje da ovi klimatski scenariji predviđaju moguće pomicanje sjeverne granice pojave smrekovog prelca (*Lymantria monacha*) i gubara (*Lymantria dispar*) za 500-700 km na sjever, te pomicanje južne granice za 100-900 km na sjever.[138] Gubar je značajan štetnik na hrastovima, uključujući i na hrastu lužnjaku, koji je među ekonomski najvrjednijim vrstama. Nacionalno istraživanje vezano između ostalog za rasprostranjenost gubara provodi se u sklopu projekta DIFPEST Hrvatske zaklade za znanost (vidi potpoglavlje 4.2.2.), ali rezultati još nisu objavljeni.

Na osnovu stručnog mišljenja istraživača iz područja zaštite šuma do sada nije bilo istraživanja o utjecaju klimatskih promjena na širenje invazivnih vrsta u Hrvatskoj. Za gubara se može reći da je potencijalno invazivan ako se pretpostavi da će u budućnosti doći do pomicanja njegovog staništa, ali su ta istraživanja tek u tijeku.

Prije davanja konkretnije procjene utjecaja klimatskih promjena na šumarski sektor potrebno provesti daljnje modeliranje u sklopu procesnih biogeokemijskih modela koji uključuju šumski ekosustav u cjelini (biljka-tlo-atmosfera) (primjerice Biome-BGCMuSo). Modeli koji uzimaju u obzir samo atmosfersko modeliranje sami za sebe nisu dovoljni za procjenjuju ranjivosti i utjecaja na kompleksan ekosustav kakav je šuma. Drugim riječima rezultat modeliranja u RegCM modelu bi trebao poslužiti kao ulaz (input) za daljnja istraživanja. Kada bi se htjelo raditi predikcije na području

[136] Response strategies of the main forest types to climatic anomalies across Croatian biogeographic regions inferred from FAPAR remote sensing data (Pilaš, Medved, Medak, & Medak, 2014)
[137] Spatial distribution of major forest types in Croatia as a function of macroclimate (Antonić, Bukovec, Križan, Marki, & Hatić, 2000)
[138] Climate change and range shifts in two insect defoliators: gypsy moth and nun moth – a model study (Vanhanen, Veteli, Päivinen, Kellomäki, & Niemelä, 2007)

čitave Republike Hrvatske osim hrasta lužnjaka i za druge gospodarski važne vrste bilo bi potrebno raditi parametrizaciju modela za te ekosustave (donekle moguće na osnovu literature), ali za validaciju modela ipak su potrebni terenski podatci.[139] U tom smislu procjenu utjecaja i ranjivosti u budućnosti bi trebalo modelirati procesnim biogeokemijskim modelima za nekoliko gospodarski važnih vrsta (hrast lužnjak, običnu bukvu, običnu jelu itd.), a odabir tih vrsta bi bio rezultat konsenzusa šumarskih stručnjaka. Osim toga ne znamo kako će pojedina vrsta reagirati na stres, tj. koji će biti utjecaj klimatskih promjena na pojedinu vrstu. Primjerice, ako i znamo da će se u budućnosti smanjiti količina oborina i povećati sušni periodi, to ne znači da će to imati negativan utjecaj primjerice na hrast lužnjak ako on na nekoj mikrolokaciji može doći do podzemne vode. Inače, podaci o visinama podzemne vode u šumama su nešto o čemu ne postoji dovoljno informacija. Do sada je bilo nekih pokušaja sustavnog praćenja nivoa podzemne vode[140], ali ne postoji prostorni i vremenski kontinuitet u tom praćenju. Slična situacija je i sa motrenjem tla. U sklopu projekta Hrvatskog šumarskog instituta „Promjena zaliha ugljika u tlu i izračun trendova ukupnog dušika i organskog ugljika u tlu te odnosa C:N“ za Hrvatsku agenciju za okoliš i prirodu (2014.-2017.) između ostalog radilo se o uspostavi sustava motrenja (terenske izmjere) zaliha ugljika i onda procjena promjene s obzirom na prijašnje podatke, što je u konačnici korisno i za parametrizaciju i validaciju Biome-BGCMuSo modela. Nadalje pojedine vrste mogu imati različitu ekološku valenciju (raspon životnih uvjeta) što znači da mogu podnositi veće raspone promjene klimatskih parametara. Odgovor pojedinih vrsta na klimatske promjene ovisi o njihovoj sposobnosti prilagodbe (engl. *adaptive capacity*). U budućnosti bi trebali raditi i na takvim istraživanjima kako bi bolje mogli procijeniti utjecaj klimatskih promjena na šumske ekosustave.

I na kraju treba naglasiti da se utjecaj klimatskih promjena na šume ne može promatrati u izolaciji od drugih ljudskih utjecaja, kao što su primjerice promjene u načinu korištenja zemljišta (prostorno planiranje) ili načina gospodarenja šumama (ako se šumama ne gospodari na održivi način) što može imati i veći utjecaj na šumske ekosustave od klimatskih promjena.[141]

4.4.2. Očekivana ranjivost te moguće posljedice promjena

Na osnovu naznaka mogućih utjecaja i ranjivosti iz strane i skromnog opsega domaće literature navedeni su neki potencijalni utjecaji, procijenjena njihova mogućnost pojavljivanja, stupanj utjecaja na sektor te stupanj ranjivosti sektora (

Tablica 4-4) za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine. Najveća je vjerojatnost pomicanja fenoloških faza šumskog drveća, smanjenje produktivnosti pojedinih šumskih ekosustava, veća učestalost šumskih požara i produljenje njihove sezone, te moguće pomicanje rasprostranjenosti šumskih vrsta i štetnika, uključujući i invazivne vrste. Također u slučaju povećanja učestalosti i intenziteta negativnih vremenskih pojava (ledoloma, vjetroloma i sl.) očekivano je da će se pojaviti i veće štete na šumskim ekosustavima. Zbog različitog stanja i gospodarenja državnim i privatnim šumama, kao i ovisno o tome jesu li šume u zaštićenim područjima, vjerojatno je da isti negativni utjecaji neće jednako utjecati na privatne i državne šume.

[139] Modeliranje produktivnosti ekosustava biogeokemijskim modelom Biome-BGCMuSo u uvjetima promijenjene klime- Primjer hrasta lužnjaka (Marjanović, Ostrogović, & Zorana, 2016)
[140] Observed climate change in Croatia and its impact on hydrology of lowlands (Vrbek, Pilaš, & Pernar, 2011)
[141] Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report (European Environment Agency, 2017a)

Tablica 4-4: Potencijalni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i stupanj ranjivosti – Šumarstvo

Potencijalni utjecaj	Mogućnost pojavljivanja[142]	Stupanj utjecaja[143]	Stupanj ranjivosti[144]
Povećanje temperatura i smanjenje količine oborina			
Stres drveća uzrokovan sušom	2	2	srednji
Veća učestalost šumskih požara uključujući i požare na kontinentu - (Dosadašnji trend broja šumskih požara pokazuje da ih je bilo znatno više u sušnim godinama i to u mediteranskom području, a projekcije pokazuju da će rizik od šumskih požara u budućnosti biti veći na području cijele Republike Hrvatske.)	4	3	visok
Dulja sezona šumskih požara (pogotovo na mediteranskom području)	4	3	visok
Erozija tla kao posljedica požara	3	2	srednji
Pomicanje rasprostranjenosti šumskih vrsta (npr. jela) (ovisno o vrsti i staništu)	3	3	srednji
Smanjenje produktivnosti nekih šumskih ekosustava (npr. hrast lužnjak) (ne ovisi samo o atmosferskim promjenama već i o načinu gospodarenja i drugim utjecajima).	4	3	visok
Smanjenje šumske bioraznolikosti (Uzimajući u obzir ključne poruke izvještaja Europske agencije za okoliš za očekivati je da je moguće smanjenje šumske bioraznolikosti. Kad se radi o Natura 2000 područjima u Republici Hrvatskoj područja su se određivala na osnovu postojećih podloga i informacija, ma kako stare bile, te se nije provjeravalo postoje li još uvijek pojedine vrste zbog kojih se stanište proglašava Natura 2000 područjem. Na razini EU provedba Natura 2000 nije zadovoljavajuća, a kod nas još nisu napravljeni planovi upravljanja tim područjima).	2	2	nizak
Povećanje temperatura			
Migracija štetnika, uključujući i invazivne vrste	4	3	visok
Povećanje temperatura naročito zimi, u proljeće i jesen			
Pomicanje fenoloških faza šumskih vrsta drveća (ranije listanje i cvatnja, produljenje vegetacijske sezone) - ovisno o vrstama i staništima	4	3	visok
Učestalost ekstremnih vremenskih pojava (npr. vjetrolomi, ledolomi, poplave)			
Štete na šumskim ekosustavima	4	4	visok
Smanjena vrijednost općekorisnih funkcija šuma (zbog negativnih utjecaja poput požara, vjetroloma, ledoloma, poplava)	3	4	visok
Lošija kvaliteta drvne sirovine Nakon ekstremnih klimatskih pojava, primjerice nakon zadnjeg velikog ledoloma u Gorskom Kotaru i Lici, javlja se veliki broj oštećenih ili potpuno uništenih stabala, tj. slabija je kvaliteta drvne sirovine, a time i postignuta cijena	2	3	srednji

[142] 5 = 91-100%, 4 = 67-90%, 3 = 51-66%, 2 = 33-50%, 1 = manje od 33%
[143] 5 = vrlo visok, 4 = visok, 3 = srednje visok, 2 = nizak, 1 = vrlo nizak
[144] nizak (zeleno), srednji (narančasto), visok (crveno)

4.4.3. Potencijalni pozitivni utjecaji klimatskih promjena na sektor šumarstva

Očekivani pozitivni utjecaji klimatskih promjena na sektor šumarstva prikazan je u tablici 4-5.

Tablica 4-5: Potencijalni pozitivni utjecaji klimatskih promjena na sektor šumarstva

Potencijalni pozitivni utjecaj	Mogućnost pojavljivanja[145]	Stupanj utjecaja na sektor[146]
Povećanje temperatura		
Produljenje vegetacijske sezone za pojedine vrste	3	3
Veća produktivnost nekih vrsta drveća	1[147]	2
Veća količina drva i drvnog ostatka (biomasa) za ogrjev nakon ekstremnih vremenskih pojava	3	3

4.4.4. Međusektorski i prekogranični utjecaji

Lošije stanje šuma može dovesti do potencijalno negativnog učinka na turizam (npr. utjecaj na percepciju ljepote krajobraza, manje hlada na plaži, smanjenje intenziteta ljetnog turizma). Povećanje učestalosti i produljenje sezone šumskih požara bi također mogli imati negativan utjecaj na gospodarstvo, na turizam u mediteranskom području i na stabilnost bioraznolikosti i ekosustava.

Lošija kvaliteta drvne sirovine potencijalno negativno utječe na opskrbu drvoprerađivačke industrije sirovinom. Jedan o ciljeva razvoja drvoprerađivačke industrije je povećanje udjela finalnih proizvoda (namještaja i slično) što zahtijeva i kvalitetnu sirovinu.

Veća količina drva i drvnog ostatka za ogrjev nakon ekstremnih vremenskih pojava može utjecati na smanjenje cijene drva za ogrjev te povećanje količine sirovine za proizvodnju energije iz šumske biomase.

Mjere prilagodbe važne za sektore vodnog gospodarstva i poljoprivrede poput kopanja kanala mogu poremetiti vodni režim i time negativno utjecati na nizinske šume radi snižavanja razine podzemnih voda (npr. kanal Sava-Dunav i slično).

Jedna od općekorisnih funkcija šuma je i utjecaj šuma na vodni režim i zalihe pitke vode. U slučaju većih šumskih šteta zbog ekstremnih vremenskih pojava i šumskih požara može doći do negativnog utjecaja na vodno gospodarenje.

Šume, pogotovo u urbanim sredinama i velikim gradovima pozitivno utječu na kvalitetu života ljudi (regulacija mikroklime utjecajem na učinak toplinskog otoka, manji troškovi grijanja i hlađenja u zgradama okruženim zelenilom, naročito drvećem, pružanje mogućnosti rekreacije, smanjenje stresa te uglavnom pozitivan utjecaj na psihofizičko stanje ljudi, itd.).[148] Uglavnom je pozitivna veza između zdravstvenog stanja ljudi i blizine šuma i ostalog gradskog zelenila. Negativan zdravstveni utjecaj je vezan za pojavu alergija pogotovo u urbanim sredinama zbog polena pojedinih šumskih vrsta. Moguć je negativan utjecaj prostornog planiranja na šume i ostale zelene površine u gradovima zbog urbanizacije (povećanje broja ljudi u gradovima, povećanje gradnje, fragmentiranost i smanjenje šumskih staništa u urbanim sredinama), te posljedično manje pozitivnih doprinosa kvaliteti života

[145] 5 = 91-100%, 4 = 67-90%, 3 = 51-66%, 2 = 33-50%, 1 = manje od 33%
[146] 5 = vrlo visok, 4 = visok, 3 = srednje visok, 2 = nizak, 1 = vrlo nizak
[147] Ako uzmemo u obzir procjenu na osnovu *Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems*, Lindner *et al.* (2010)
[148] A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs and assessment methods across cities in different climatic zones (Roy, Byrne, & Pickering, 2012) i Valuation of urban forest benefits: A literature review (Krajter Ostoić S. , Posavec, Vuletić, & Stevanov)

građana te manje bioraznolikosti. Blizina šuma i ostalog gradskog zelenila može pozitivno utjecati na cijenu nekretnina[149], što posljedično ima pozitivan utjecaj na građevinski sektor.

Kad se radi o prekograničnom utjecaju klimatskih promjena na hrvatske šume, glavni negativni utjecaj bili bi šumski požari. Problem šumskih požara već je identificiran kao prekogranični problem te se u Hrvatskoj i zemljama u okruženju provodi niz projekata u sklopu prekogranične suradnje koji se bave ovim problemom, primjerice prekogranični projekt *Protection of nature and environment from forest fires* - ForestEye (Hrvatska i Bosna i Hercegovina)[150], zatim projekt Prekogranična zaštita od požara (Bosna i Hercegovina i Crna Gora)[151], te nedavno završeni projekt Holistički model integralne zaštite od šumskih požara – HOLISTIC[152], koji je koordinirala Splitsko-Dalmatinska županija, a u kojem su sudjelovale partnerske organizacije iz Italije, Slovenije, Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Srbije, Crne Gore, Albanije i Grčke. Također, klimatske promjene su tema različitih programa prekogranične suradnje koji uključuju i Hrvatsku, poput Programa prekogranične suradnje Italija-Hrvatska (2014.-2020)[153] i Programa prekogranične suradnje Hrvatska-Bosna i Hercegovina-Crna Gora (2014.-2020.).[154]

Jedan od negativnih prekograničnih utjecaja klimatskih promjena je i utjecaj na bioraznolikost, uključujući i Natura 2000 područja. U programima prekogranične suradnje potiče se zaštita i obnova bioraznolikosti i tla, uključujući i Natura 2000 područja i zelenu infrastrukturu. Prepoznata je potreba za prekograničnim pristupom kako bi se očuvala bioraznolikost, primjerice u Programu prekogranične suradnje Hrvatska-Slovenija.[155] U programu prekogranične suradnje Hrvatska-Srbija naglasak se stavlja na prekogranični pristup zaštiti močvarnih područja (Kopački rit i Obedska bara) čija zaštita uključuje i poplavne šume, a u području na koje se odnosi ova program je i dio prekograničnog rezervata biosfere Mura-Drava-Dunav (Hrvatska-Mađarska).[156]

[149] The amenity value of the urban forest: an application of the hedonic pricing method (Tyrväinen, 1997)
[150] http://www.foresteye.eu/
[151] http://fucz.gov.ba/projekat-prekogranicna-suradnja-izmedu-bosne-i-hercegovine-i-crne-gore/
[152] http://www.adriaholistic.eu/
[153] http://www.strukturnifondovi.hr/UserDocsImages/Documents/Teritorijalna%20suradnja/Italija_Hrvatska.pdf
[154] http://www.interreg-hr-ba-me2014-2020.eu/
[155] http://www.si-hr.eu/hr2/program/program-sodelovanja/
[156] http://www.dzzp.hr/novosti/k/prekogranicni-rezervat-biosfere-mura-%E2%80%93-drava-%E2%80%93-dunav-1138.html

5. RIBARSTVO

Ključne poruke

- Klimatske promjene predstavljaju dodatni pritisak na morski ekosustav koji je već pod utjecajem brojnih antropogenih čimbenika, osobito prelova, uništenja staništa i onečišćenja.
- Procijenjen je porast temperature Jadranskog mora za 1,6 do 2,4°C do 2070. godine što će imati za posljedicu migraciju ribe u dublje vode i prema sjeveru, veću brojnost invazivnih vrsta i smanjenje ili nestanak domaćih vrsta ribe te promjenu u izboru vrsta za uzgoj.
- Porast temperature i smanjena količina slatkih voda ograničit će dostupnost vode za slatkovodnu akvakulturu.
- Pozitivni učinci porasta temperature vode bit će ubrzani rast i kraći uzgojni ciklus ribe.
- Procijenjen je porast kiselosti Jadranskog mora za 0,1 do 0,2 stupnja pH što će onemogućiti uzgoj školjkaša u određenim područjima.
- Buduće klimatske promjene ugrozit ekonomsku održivost ribolova, osobito priobalnog i pridnenog.
- U uzgoju morskih organizama će utjecaj biti dvojak, pozitivan za uzgoj termofilne (toploljubne) vrste (npr. tune i komarče), a negativan za uzgoj vrsta osjetljivih na promjene temperature (npr. lubina) i školjkaša (npr. kamenica) zbog porasta kiselosti i saliniteta.
- Sektor ribarstva bit će osobito ranjiv zbog globalnih kretanja u ponudi i cijeni ribljeg brašna i ribljeg ulja kao posljedice klimatskih promjena.

5.1. Pregled i važnost sektora, opći utjecaj klime na sektor – Ribarstvo

Klima ima izravan utjecaj na sektor ribarstva. Uslijed promjena temperature zraka te obrasca i količine padalina mijenjaju se fizikalno kemijske značajke morske i slatke vode kao što su temperatura, slanost, strujanje, razina kisika i stratifikacija vode.

Najvažniji utjecaj pritom ima temperatura vode koja izravno ili posredno utječe na većinu bioloških procesa akvatičkih organizama. Porast temperature izravno potiče migraciju riba, ubrzava rast i spolno sazrijevanje te utječe na trajanje mrijesta. Tako su višegodišnja kolebanja temperature mora izravno povezana s ulovom male plave ribe u Jadranu. Posredno porast temperature vode djeluje na organizme smanjenjem razine kisika u moru odnosno slatkoj vodi i zajedno s porastom saliniteta promjenom obrasca strujanja. Veoma je važan utjecaj promjene temperature zajedno s promjenom u količini i obrascu padalina je na primarnu produkciju, a time i na ukupnu produkciju u vodenim ekosustavima.

Utjecaj klime na fizikalno-kemijske osobine vode ima ključnu ulogu i na segment akvakulture. Promjena temperature, slanosti i pH vode utječe na mogućnost uzgoja nekih vrsta riba i osobito školjkaša na određenim lokacijama. Promjena u količini padalina utječe na protok vode u slatkovodnim vodotocima, a time i na obujam proizvodnje prvenstveno salmonidnih vrsta riba. Uz to se smanjuje i dotok slatke vode i hranjivih tvari u more što ima presudan utjecaj na uzgoj školjkaša. Porast temperature vode pospješuje pojavu i širenje postojećih, ali i novih bolesti kod organizama u uzgoju. S druge strane porast temperature unutar fizioloških granica ubrzava rast što ima za posljedicu kraće trajanje i veću ekonomičnost uzgoja.

Utjecaj na ribolov i akvakulturu imaju i ekstremne vremenske prilike (olujno nevrijeme, suša). Uslijed olujnog nevremena je onemogućen ili ograničen ribolov, a postoji i mogućnost oštećenja uzgojnih instalacija. Dugotrajnija suša izravno utječe na dostupnost slatke vode, a time i mogućnost slatkovodnih vrsta riba.

5.1.1. Općeniti prikaz sektora u Republici Hrvatskoj te prikaz važnosti sektora za Republiku Hrvatsku

Kao zemlja dugačke, razvijene obale i povijesne povezanosti s morem, Republika Hrvatska ima razvijen sektor ribarstva koji je važan za identitet zemlje i njezino gospodarstvo. Sastoji se od tri međusobno povezana segmenta: ribolova, akvakulture i prerade ribe te drugih produkata ulova i uzgoja. Procjene o izravnom udjelu ribarstva u BDP-u variraju između 0,2% i 0,7%.[157] Međutim, doprinos ribarstva potrebno je sagledati uzimajući u obzir udio BDP-a od svih aktivnosti koje su povezane s ovim sektorom. Pored izravne proizvodne vrijednosti sektora ulova, uzgoja i prerade, u tu procjenu potrebno je uključiti i izgradnju i servisiranje plovila, proizvodnju alata i opreme, prijevoz, skladištenje i vezanu logistiku, lučke aktivnosti vezane uz ribarstvo te u određenoj mjeri i neke oblike turizma. U procjeni važnosti sektora ribarstva treba dodati i značaj opskrbe svježom hranom vrhunske kvalitete, doprinos pozitivnoj vanjsko-trgovinskoj bilanci te važnost u zapošljavanju na obali i otocima, gdje ribarstvo predstavlja jednu od rijetkih aktivnosti koje pružaju izvor prihoda tijekom cijele godine. Uračunavši sve samozaposlene te sve zaposlene u svim segmentima ribarstva (ulov, uzgoj, prerada), ukupan broj zaposlenih doseže oko 10.000.

Ribarstvo značajno sudjeluje u izvozu prehrambenih proizvoda Republici Hrvatskoj. U 2015. godini izvezeno je proizvoda ribarstva u vrijednosti od 70 milijuna EUR (518 milijuna HRK). Najznačajnija stavka je bila plavoperajna tuna s oko 30 milijuna EUR (222 milijuna HRK), a slijedili su soljeni inćun i konzerve srdele.

Prosječna potrošnja ribe u EU je 23 kg po glavi godišnje dok se u Republici Hrvatskoj procjenjuje na oko 9 kg.[158] Procjene su da svaki deseti Hrvat ne jede svježu ribu i morske plodove, a svaki dvadeseti ne jede smrznutu ribu i morske plodove. Svaki dan ribu jede 3% Hrvata, a jednom na tjedan 33%. U potrošnji ribe na domaćem tržištu sudjeluje i sektor turizma, koji u ljetnim mjesecima predstavlja značajan kanal plasmana proizvoda ribarstva. Uz potrošačke navike i brži stil života, na malu potrošnju ribe uvelike utječe i visoka tržišna cijena.[159]

5.1.2. Ribolov

Ribolov na moru

Postoje dvije osnovne kategorije ribolova na moru u Republici Hrvatskoj – gospodarski i negospodarski. U okviru gospodarskog ribolova razlikuje se gospodarski ribolov u užem smislu te nova kategorija malog obalnog gospodarskog ribolova, koja je izrazito ograničena po alatima i uvjetima obavljanja. Negospodarski ribolov je športski i rekreacijski.

U Registar ribarske flote Republike Hrvatske upisano je 4039 plovila. Najveći postotak flote (preko 80%) čine plovila manja od 12 metara duljine, koja ujedno čine i najveći udio u snazi flote (oko 50%).

Najveći broj plovila registriran je kao višenamjenska plovila (preko 45%). Ova plovila tipična su za mediteranski oblik ribolova, u kojemu najčešće nema ciljanih vrsta i u kojemu ribari često mijenjaju alat tijekom godine. Plivarice čine oko 5% flote i ovim plovilima ostvaruje se najveća količina ulova, dok plovila za koćarski ribolov čine oko 14% ribolovne flote Republike Hrvatske.[160]

Ukupni ulov u 2015. godini iznosio je 72.264 tone (Tablica 5-1), okružujućim ribolovnim alatima (mreže plivarice) ostvaruje se daleko najveća količina ulova (89%). Povlačnim ribolovnim alatima

[157] Nacionalni strateški plan razvoja ribarstva, 74 str. (Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva, 2013)
[158] Uređenje tržišta (Ministarstvo poljoprivrede Uprava ribarstva, 2011)
[159] Nacionalni strateški plan razvoja ribarstva (Ministarstvo poljoprivrede, 2013)
[160] Ribolov (Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva, 2016b)

ostvaruje se oko 8% ulova, dok se mrežama stajaćicama ostvaruje nešto preko 1% ukupnog ulova. Najveći dio ulova – preko 80% - čini mala plava riba (srdela i inćun). Od ukupnog ulova, udio ulova bijele i plave ribe iznosi oko 96%, glavonožaca oko 2%, rakova i školjkaša oko 2%.

Iskrcaj se obavlja na 264 iskrcajna mjesta, od čega se na 63 iskrcajna mjesta iskrca 95% ukupnog iskrcaja. Najznačajnija iskrcajna mjesta za malu plavu ribu bila su Kali, Zadar, Biograd na Moru te Pula, a za koćarske ulove i ulove bijele ribe općenito Mali Lošinj, Tribunj i Zadar.

Tablica 5-1: Ulov morske ribe u Republici Hrvatskoj (u tonama) za razdoblje 2013-2015

Vrsta	2013	2014	2015
Srdela	53.085	55.783	50.108
Inćun	8.904	8.594	12.340
Ostala mala riba	6.014	6.978	2.232
Tuna	389	385	456
Bijela riba	4.314	3.951	3.958
Jastog	13	10	9
Škamp i ostali ljuskari	672	754	866
Kamenica, dagnja i ostali školjkaši	475	808	980
Lignja	391	407	276
Sipa	189	207	193
Hobotnica i ostali glavonošci	783	1.010	846
UKUPNO	**75.229**	**78.887**	**72.264**

Izvor: Službena mrežna stranica Uprave za ribarstvo (Ministarstvo poljoprivrede, 2016a)

Uspjeh ribolova prvenstveno ovisi o stanju bioloških resursa, primarnoj produkciji organske tvari, kakvoći mora, sezonskim migracijama, mrijestu i reprodukciji gospodarski značajnih ribljih stokova. Općenito se stanje pridnenih naselja i pratećeg koćarskog ribolova, u zadnjih par godina, u Jadranskom moru može opisati kao izrazito nepovoljno. Razlog ovakvom stanju prvenstveno je niski intenzitet novačenja velikog broja vrsta, među kojima su neke od gospodarski najvažnijih (oslić, škamp, grdobina i sl.)

Što se tiče srdele, unatoč povećanja godišnjeg ulova posljednjih godina, uočljivo je smanjenje srednje lovne veličine primjeraka što ukazuje na znakove prelova. Kretanje ukupnog ulova inćuna je manje-više stabilno u zadnjim godinama. Glavnina ulova potječe od talijanske ribolovne flote, ali je i hrvatski ulov porastao sa svega nekoliko stotina tona sredinom devedesetih do oko 13.000 tona u zadnjim godinama. Kao i kod srdele, uočava se značajan pad u srednjoj dužini primjeraka, te pad ulova po brodu zbog povećanja ribolovnog napora (broja brodova).

Slatkovodni ribolov

Slatkovodni ribolov obuhvaća gospodarski ribolov i športski ribolov. Ulov slatkovodnog gospodarskog ribolova se kreće oko 50 tona a sportskog oko 600 tona godišnje. Gospodarski ribolov u Republici Hrvatskoj obavlja se na rijeci Dunav i na rijeci Savi (nizvodno od Jasenovca). Broj ribara, ulov i tržište ulovljenom slatkovodnom ribom u odnosu na predratne godine su smanjeni za više od 90%. Trenutno ima 33 ovlaštenika povlastica za gospodarski ribolov na slatkim vodama, od čega je 25 registrirano za obavljanje gospodarskog ribolova na rijeci Dunavu, a 8 na rijeci Savi. Posljednjih godina je, uslijed socijalne krize, povećan interes pravnih i fizičkih osoba za bavljenjem gospodarskim ribolovom te se traži povećanje broja povlastica kako bi se broj uskladio sa zemljama s kojima graničimo na navedenim rijekama. Sportski ribolov na slatkim vodama u Republici Hrvatskoj obavlja oko 38.500 ribiča, od kojih je 5% natjecateljskih. Ribolovno pravo ima 130 ovlaštenika ribolovnog prava, a obuhvaća gospodarenje ribljim fondom temeljem gospodarskih osnova i godišnjih planova.[161]

[161] Nacionalni strateški plan razvoja ribarstva (Ministarstvo poljoprivrede, 2013)

Gospodarski ribolov u dijelu legalne opskrbe tržišta slatkovodnom ribom, kao i športski ribolov u dijelu obogaćivanja turističke ponude, mogu doprinijeti razvoju ruralnog prostora, kao i osiguravanju radnih mjesta direktno u ribolovu, preradi ribe ili popratnim turističkim sadržajima, kao i u očuvanju tradicionalnih, kulturoloških, ekoloških i etnoloških vrijednosti.

5.1.3. Akvakultura

Akvakultura Republike Hrvatske je gospodarska djelatnost kontrolirane reprodukcije i rasta riba i drugih vodenih organizama, i ima za cilj osigurati ekološki održiv gospodarski rast sektora ribarstva. Obuhvaća marikulturu i slatkovodnu akvakulturu.

Marikultura

U Republici Hrvatskoj marikultura uključuje uzgoj bijele ribe, plave ribe i školjkaša. Ukupna godišnja proizvodnja je u 2015. godini iznosila 12.000 tona (Tablica 5-2).

U uzgoju bijele ribe dominiraju lubin (*Dicentrarchus labrax*) i komarča (*Sparus aurata*) s proizvodnjom od preko 4.000 tona godišnje svaka. Uzgoj se odvija u plutajućim kavezima uz primjenu najmodernijih tehnologija i podrazumijeva potpuno zatvoreni uzgojni ciklus. Uzgoj se odvija duž čitave obale, a najvećim dijelom na području Zadarske županije. Glavnina uzgojene bijele ribe plasira se na domaće tržište i tržište Italije. Godišnje se ukupno proizvodi oko 20.000.000 komada mlađi lubina i komarče u mrjestilištima na kopnu, što ne zadovoljava potrebe instaliranih uzgojnih kapaciteta, pa se veliki dio mlađi uvozi iz Italije i Francuske.

Uzgoj plave ribe podrazumijeva uzgoj tune (*Thunnus thynnus*) u plutajućim kavezima na poluotvorenim i otvorenim područjima srednjeg Jadrana, na području Zadarske i Splitsko-dalmatinske županije. Uzgoj se temelji na ulovu malih tuna iz prirode (8-10 kg) i njihovom daljnjem uzgoju do tržišne veličine (30 i više kg). Godišnja proizvodnja plavoperajne tune je u 2015. godini iznosila 2.603 tone i namijenjena je gotovo u cijelosti japanskom tržištu. Uslijed odobrenog povećanja kvota od 20% za 2015., 2016. i 2017. godinu od strane Međunarodne komisije za očuvanje atlantske tune (*International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas* – ICCAT), očekuje se i odgovarajući porast proizvodnje u narednim godinama.[162]

Tablica 5-2: Proizvodnja u marikulturi Republike Hrvatske (u tonama) za razdoblje 2011-2015

Vrsta	2011	2012	2013	2014	2015
Lubin	2.775	2.453	2.826	3.215	4.075
Komarča	1.719	2.173	2.978	3.655	4.488
Dagnja	3.000	3.000	1.950	714	746
Kamenica	150	150	50	32	52
J. kapica					0,016
Tuna	3.223	1.907	2.616	2.224	2.603
Hama	39	24	44	60	67
Zubatac		0,037	6	40	4
Pastrva			4	13	
Romb				0,5	7
Pagar				40	
UKUPNO		**9.707**	**10.474**	**9.960**	**12.043**

Izvor: *Službena mrežna stranica Uprave za ribarstvo* (Ministarstvo poljoprivrede, 2016a)

Uzgoj slatkovodne ribe

Uzgoj slatkovodnih vrsta ribe obavlja u Republici Hrvatskoj podrazumijeva uzgoj hladnovodnih (salmonidnih, pastrvskih) i uzgoj toplovodnih (ciprinidnih, šaranskih) vrsta. Najznačajnije vrste u slatkovodnom uzgoju su šaran (*Cyprinus carpio*) i kalifornijska pastrva (*Oncorhynchus mykiss*), a

[162] Pelagic fishers support measures promoting sustainability (Eurofish Magazine, 2016)

potom slijede biljojedne slatkovodne vrste te ostale vrste. Uzgoj šaranskih vrsta podrazumijeva kontrolirani uzgoj šarana u monokulturi ili polikulturi s drugim vrstama, od kojih su najzastupljenije bijeli amur (*Ctenopharyngodon idella*), sivi glavaš (*Hypophthalmichthys nobilis*), bijeli glavaš (*Hypophthalmichthys molitrix*), som (*Silurus glanis*), smuđ (*Stizostedion lucioperca*) i štuka (*Esox lucius*). Proizvodnja je u najvećoj mjeri poluintenzivna, a proizvodni ciklus u pravilu traje tri godine. Hladnovodni uzgoj se prvenstveno odnosi na uzgoj kalifornijske pastrve (*Oncorhynchus mykiss*), a tek manjim dijelom potočne pastrve (*Salmo trutta m. fario*), s proizvodnim ciklusom od oko dvije godine. Glavnina proizvedene slatkovodne ribe namijenjena je domaćem tržištu, iako se posljednjih godina bilježi porast izvoza (Italija, Njemačka, Mađarska, i dr.).

Ukupna proizvodnja slatkovodne ribe iznosila je u 2015. godini 4.832 tone (Tablica 5-3), pri čemu se najveća količina proizvedene konzumne ribe odnosila na šarana (3.401 tona).

Tablica 5-3: Proizvodnja u slatkovodnoj akvakulturi Republike Hrvatske (u tonama) za razdoblje 2011-2015

Vrsta	2011	2012	2013	2014	2015
Pastrva	2.489	1.000	351	378	679
Šaran	2.891	2.484	2.100	2.284	3.401
Amur	158	202	209	288	132
Bijeli glavaš	95	88	127	194	295
Sivi glavaš	522	296	303	519	174
Linjak	1	3	1	1	3
Som	24	36	35	38	48
Smuđ	8	7	1	14	10
Štuka	11	12	6	16	9
Ostalo	84	81	92	78	81
UKUPNO	**6.283**	**4.209**	**3.235**	**3.807**	**4.832**

Izvor: *Službena* mrežna *stranica Uprave za ribarstvo* ***(Ministarstvo poljoprivrede, 2016a)***

Posljednjih je godina u Republici Hrvatskoj zamjetna pojava brojnih malih uzgajališta (površine uglavnom manje od 1 ha), koji se nalaze u okviru obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava, najčešće upotpunjujući njihovu osnovnu djelatnost, i mahom su specijalizirani za uzgoj jedne kategorije ribe, i to uglavnom konzumne, ili za aktivnosti športskog ribolova. Izlovljena riba se, kroz pružanje ugostiteljsko-turističkih usluga, u pravilu prodaje na samom gospodarstvu. Toplovodni ribnjaci koji sukladno EU propisima predstavljaju područja velike prirodne vrijednosti, proglašeni su dijelom Ekološke mreže Republike Hrvatske.[163] Također su uvršteni u prijedlog EU ekološke mreže NATURA 2000 za Republiku Hrvatsku. Radi se o velikim ribnjacima s niskim intenzitetom gospodarenja koji sadrže izrazito visoku raznolikost vrsta i stanišnih tipova, predstavljaju međunarodno važna područja za selidbu ptica močvarica te značajno obogaćuju krajobraznu raznolikost okolnog prostora.[164]

5.1.4. Prerada

Sektor prerade obuhvaća relativno mali broj prerađivača, osobito kada je riječ o pridnenim vrstama ribe, jer se najveći dio ukupnog ulova plasira na tržište u neobrađenom svježem stanju. Mala plava riba osnovna je sirovina tradicionalnoj prerađivačkoj industriji koja se nekoć temeljila prvenstveno na konzerviranju. Konzerviranje u posljednjih 10 godina bilježi pad, koji je kompenziran povećanjem proizvodnje soljene ribe (inćuna) i smrznute ribe.

Organizacija tržišta u Republici Hrvatskoj temelji se na ribarskim zadrugama, otkupnim stanicama i registriranim prvim kupcima (trgovci i veletrgovci). Prva prodaja se smije obavljati samo registriranim prvim kupcima. Kanali prodaje i organizacija tržišta razlikuju se za bijelu i plavu ribu. Najveći udio

[163] Uredba o proglašenju ekološke mreže Republike Hrvatske (NN 109/07, 2007)
[164] Nacionalni strateški plan razvoja akvakulture za razdoblje 2014.-2020. (Ministarstvo poljoprivrede, 2014)

ulova bijele ribe (koćarski ribolov, ribolov mrežama potegačama i sl.) nakon prve prodaje namijenjen je izvozu, dok ulov male plave ribe predstavlja i sirovinu za konzerve, industriju soljenja i za hranu u uzgoju tuna.

Kod prodajnih kanala ribe iz uzgoja, tijekom proteklih godina zabilježene su značajne promjene. Sve se više riba prodaje putem velikih trgovačkih lanaca, a sve manje putem ribarnica. Školjkaši iz uzgoja plasiraju se na tržište isključivo putem registriranih distribucijskih centara.[165]

5.2. Trenutačno stanje i utjecaj klimatskih parametara na sektor - Ribarstvo

5.2.1. Prikaz trenutačnog stanja u smislu utjecaja klimatske varijabilnosti

Brojni su pokazatelji da populacije riba u području Mediterana mijenjaju svoje područje rasprostranjenosti, obrasce migracija, brojnost populacija, rast i preživljavanje kao odgovor na klimatske promjene i varijabilnost klime. To u konačnici ima utjecaj i na produktivnost ekosustava, bioraznolikost i gospodarske djelatnosti koje o tome ovise.[166] Klimatske promjene predstavljaju dodatni pritisak na morski ekosustav koji je već pod utjecajem brojnih antropogenih čimbenika, osobito ribolova.

Površinska temperatura mora na području Mediterana porasla je u posljednjih 30-ak godina oko 1 °C što je prouzročilo značajne i višestruke promjene u populacijama riba na tom području. Gledajući globalno, zagrijavanje mora zbog klimatskih promjena ima za posljedicu migraciju riba prema polovima. Isto je uočeno i u Mediteranu, osobito kod priobalnih populacija riba. Vrste riba tipične za južni dio Mediterana (npr. barakuda, *Sphyraena viridensis*) migriraju prema hladnijim sjevernijim dijelovima. Drugim toploljubivim vrstama, kao npr. sardini golemoj (*Sardinella aurita*) porasla je brojnost usporedo s porastom temperature mora. Suprotno se događa s hladnoljubivim vrstama kojima se područje rasprostranjenosti smanjuje.

Zagrijavanje Mediterana također pogoduje uspješnoj migraciji stranih vrsta. Posljednja izvješća spominju više od 150 stranih vrsta koje su u Sredozemno more dospjele bilo iz Atlantskog oceana kroz Gibraltarski tjesnac ili iz Crvenog mora preko Sueskog kanala. U većini se slučajeva radi o tropskim ili subtropskim vrstama riba. Među njima se osobito ističu npr. plavotočkasta trumpetača (*Fistularia commersonii*) i rod mramornica (*Siganus* spp.). Istodobno s uspješnom invazijom stranih vrsta mjestimično je utvrđen i iznenadni pad u brojnosti domaćih vrsta riba.[167]

Promjene u ulovu ribe su dijelom posljedica migracija riba prema hladnijem sjevernom dijelu Mediterana a dijelom mjestimičnim nestankom ribljih vrsta u južnom toplijem dijelu. Zbog toga je izvjesno da neke vrste riba koje danas predstavljaju značajan udio u ulovu, u budućnosti više neće biti dostupne. Moguće je da se upravo to događa s nekoć veoma brojnim stokovima srdele (*Sardina pilchardus*), čija se brojnost značajno smanjila u posljednjih 10-ak godina. Osim što migriraju prema sjeveru, pojedine vrste zbog zagrijavanja migriraju i u dublju vodu. Osobito se to odnosi na trlju (*Mullus barbatus*) i oslića (*Merluccius merluccius)*.

Razlog zašto ulov pojedine vrste raste ili pada s promjenom temperature može biti povezan s periodom mrijesta. Primjer su dvije najvažnije vrste male plave ribe koje imaju različite periode godine kada im je mrijest najintenzivniji: inčun ljeti, a srdela zimi. Postoje pokazatelji da zagrijavanje mora različito djeluje na uspjeh mrijesta kod ove dvije vrste. Slična razlika je utvrđena i kod dvije

[165] Službena mrežna stranica Uprave za ribarstvo (Ministarstvo poljoprivrede, 2016a)
[166] Climate change impacts on marine ecosystems (Doney, i dr., 2012)
[167] A changing Mediterranean coastal marine environment under predicted climate-change scenarios (IUCN, 2012)

pridnene vrste iz porodice ljuskavki - *Sparidae* (*D. sargus* i *D. dentex*), koje predstavljaju često ciljane vrste u priobalnom ribolovu.[168]

Zagrijavanje mora utječe posredno i na dostupnost hrane. Gledajući globalno, površinska stratifikacija utječe na veću bujnost planktona u površinskom, osvijetljenom sloju u području veće geografske širine. Suprotno se događa u području nižih geografskih širina gdje smanjena količina hranjivih tvari ima za posljedicu i manju brojnost planktona.[169] Isto se dešava i u relativno oligotrofnom i toplom Mediteranu. To se odražava na više razine hranidbenog lanca i ima utjecaj i na sam ribolov.

Porast temperature već ima značajne učinke na porast populacija pojedinih vrsta riba u Jadranu. Primjer su orada u Malostonskom zaljevu i strijelka na ušću Neretve.

Sjeverozapadna struja koja utječe duž istočne jadranske obale pogoduje nadalje ulasku vrsta s južnih područja Mediterana. Širenje prema sjeveru i povećanje brojnosti južnih vrsta odvija se u nekoliko faza. Na početku, pojavljuju se odrasle jedinke. Potom započinje reprodukcija i novačenje mlađi. Na koncu, južne vrste dostižu status novih stanara. Primjeri invazivnih vrsta riba utvrđenih u južnom Jadranu uključuju sljedeće vrste: lampuga (*Coryphaena hippurus*), kostorog (*Balistes capriscus*) strijelka skakuša (*Pomatomus saltatrix*), škaram (*Sphyraena sphyraena*) i niz drugih vrsta.[170]

Tijekom razdoblja od 1973. - 2003. godine, postojala je izražena korelacija između prosječne godišnje temperature površine Jadranskog mora i ukupnog godišnjeg ulova riba. Varijacije temperaturnih uvjeta Jadranskog mora koreliraju sa sjevernoatlantskim oscilacijskim indeksom (*North Atlantic Oscillation index* (NAO)) – pokazujući da su temperaturne promjene u Jadranskom moru najvjerojatnije pod utjecajem klimatskih promjena, s obzirom da ona djeluje na NAO.

Godišnje fluktuacije stvarnog ulova male pelagijske ribe na istočnoj jadranskoj obali uspoređene su s klimatskim fluktuacijama na sjevernoj hemisferi i fluktuacijama slanoće mora na Jadranu. Koristeći ovaj pristup, utvrđene su temeljne klimatske oscilacije kroz razdoblje od otprilike 80 godina te je utvrđena veza između klimatskih fluktuacija na sjevernoj hemisferi i ulova male pelagijske ribe. Takva dugoročna varijacija opažena je diljem svijeta i smatralo se da predstavlja normalni životni ciklus pelagijske ribe. Međutim, promjene kod populacije srdela u Jadranskom moru uočene u posljednje vrijeme uključuju produljene sezone mriještenja i mriještenje na mrjestilištima koja do tada nisu bila poznata. Ovakva promjena ponašanja može se pripisati globalnim klimatskim promjenama.[171]

Uočene su još neke kategorije bioloških odgovora na klimatske promjene kao što su promjene migracijskih obrazaca papalina, drastični pad populacije europskih inćuna nakon 1995. godine i masovna smrtnost srdele goleme zabilježena je duž obala Apulije i hrvatskog srednjeg Jadrana u siječnju 2002. godine, kad je došlo do iznenadnog pada temperature. Srdela golema pripada vrsti toplovodnih riba koje su po prvi puta zabilježene duž jadranske obale prije 50 godina. Budući da se ova riba još uvijek ne koristi u komercijalne svrhe u Republici Hrvatskoj, nije bilo komercijalnog učinka na sektor ribarstva.

[168] Indications of a climate effect on Mediterranean fisheries (Tzanatos, Raitsos, Triantafyllou, Somarakis, & Tsonis, 2014)
[169] Oceanography: plankton in a warmer world (Doney S. , 2006)
[170] Present changes and predictions for fishery and mariculture in the eastern adriatic (Croatia) in the light of climate change. (Glamuzina, Ćukteraš, & Dulčić, 2012)
[171] Dobra klima za promjene - Ribarstvo i marikultura. (Glamuzina & Dulčić, 2008)

5.3. Očekivane promjene klimatskih parametara do 2040. te 2070. godine - Ribarstvo

Sljedeći klimatski parametri su važni za sektor ribarstva:

1. temperatura mora (vodenog stupca)
2. slanost mora
3. pH mora
4. klorofil-a
5. nitrati

Niti jedna od traženih varijabli za ovaj sektor nije izlazna varijabla (*output*) RegCM modela jer je isti atmosferski klimatski model. No, s obzirom da rezultati regionalnih združenih atmosfersko-oceanskih (*coupled*) modela, kao što su primjerice modeli iz Med-Cordex inicijative (www.medcordex.eu), također nisu dostupni na Earth System Grid Federation (ESGF)[172] serverima, pristupilo se obradi ovih varijabli iz globalnih klimatskih modela (GCM) iz baze Cordex inicijative. Horizontalna rezolucija globalnih modela relativno je gruba za manja zemljopisna područja kao što su Jadran ili Hrvatska. Ovdje su pokazani rezultati globalnog združenog klimatskog modela, MPI-ESM[173], za koji su nam bili dostupni traženi podaci temperature površine mora i saliniteta za referentnu klimu i buduća klimatska razdoblja uz IPCC scenarij RCP4.5. Svi prikazani rezultati su srednje godišnje vrijednosti.

Oceanski modeli prikazuju samo fizičke varijable oceana, tako da ne sadrže varijable kao što su nitrati, klorofil-a ili pH. Za ove varijable prikazane su projekcije budućih vrijednosti dobivene upotrebom biogeokemijskih modela i objavljene u međunarodnoj znanstvenoj literaturi. [174]

Očekivane promjene klimatskih parametara važnih za ribarstvo su:

Temperatura površine mora: u budućoj klimi do 2040. godine očekuje se, na godišnjoj razini, porast temperature površine mora u sjevernom Jadranu za 0,8 - 1,6 °C. U srednjem i južnom Jadranu porast temperature bi mogao biti do oko 0,8 °C. Ove promjene temperature u Jadranskom moru konzistentne su s općim porastom temperature površine mora u Sredozemlju.

U razdoblju 2041-2070. godine očekuje se daljnji porast temperature površine mora u Jadranu. Taj porast, između 1,6 do 2,4 °C u većem dijelu Jadrana, bio bi nešto veći nego u ostatku Sredozemlja. Jedino bi u dijelu sjevernog Jadrana porast temperature površine mora bio od 0,8 do 1,6 °C, što je u skladu s općim porastom temperature u Sredozemlju.

Salinitet površine mora: U razdoblju 2011.-2040. godine očekuje se u godišnjem srednjaku porast saliniteta u čitavom Jadranu do oko 0,4 psu. Ovaj porast u skladu je s porastom saliniteta u središnjem i istočnom Sredozemlju.

Oko sredine stoljeća, za razdoblje 2041.-2070. godine očekuje se daljnje povećanje površinskog saliniteta. Na sjevernom Jadranu, te u dijelu južnog Jadrana porast saliniteta bio bi između 0,4 i 0,8 psu. Projicirani porast saliniteta u Jadranu osjetno je veći nego u ostatku Sredozemnog mora.

---

[172] Earth System Grid Federation (ESGF): Međunarodno udruženje kojemu je trenutna zadaća provoditi World Climate Research Programme's (WCRP), Coupled Model Intercomparison Project (CMIP) kao i podrška znanosti o okolišu općenito.

[173] Model razvijen 2016. godine od strane njemačkog Max Planck Instituta za meteorologiju. Model MPI-ESM združuje komponente atmosfere, oceana i površine zemlje kroz razmjenu energije, momenata, vode i plinova kao što je ugljični dioksid (CO_2).

[174] Mediterranean: Ecosystem status (other impacts and climate change) (Libralato, 2016)

Nitrati: porast površinske temperature mora ima za posljedicu pad koncentracije nitrata u površinskom (eufotičkom) sloju, čime se smanjuje njihova dostupnost primarnim producentima. Prema projekcijama će se koncentracija nitrata u Jadranu sa sadašnjih 2,0 mmol/m^3. smanjiti na oko 1,4 mmol/m^3 do 2050. godine što je znatno više nego za ostatak Sredozemlja.

Klorofil-a: predviđa se da će koncentracija klorofila-a u području Jadrana do 2050. godine pasti za oko 10%, što je u skladu s projekcijama za zapadni dio Sredozemlja.

pH mora: projekcije povećanja kiselosti su podjednake za cijelo područje Mediterana i kreću se oko 0,1 jedinica pH do 2050. godine i u skladu su s prosječnom globalnom projekcijom.

5.4. Procjena budućih utjecaja klimatskih promjena na sektor - Ribarstvo

5.4.1. Utjecaj promjene klimatskih parametara / fizičkih karakteristika u sektoru

Predviđa se da će temperatura mora u području Mediterana porasti za 2,5 – 3,0 °C do druge polovice 21. stoljeća. To će imati za posljedicu ograničenje rasprostranjenosti hladnoljubivih vrsta riba samo na najsjevernije dijelove kao što je sjeverni Jadran. U slučaju nepovoljnijeg scenarija mnoge endemične vrste će izumrijeti. To će zajedno sa pojačanom migracijom toploljubivih vrsta imati za posljedicu značajnu promjenu u sastavu ribljih populacija sjevernog Jadrana.[175]

Morska cvjetnica, *P. oceanica*, je veoma osjetljiva na porast temperature mora. Prema sadašnjim projekcijama, porast temperature mora iznad 28 °C imat će za posljedicu povećanu smrtnost ove vrste u drugoj polovici 21. stoljeće. Smanjenje livada morskih cvjetnica omogućit će širenje drugih vrsta, osobito toploljubivih, kao i invazivnih makroalgi (npr. *Caulerpa* spp.) porijeklom iz tropskih i suptropskih područja. Livade morskih cvjetnica su važna staništa i rastilišta brojnih vrsta riba pa će se njihova povećana smrtnost negativno odraziti na novačenje riba i stanje bioresursa.

Predviđa se da će značajno porasti i kiselost mora.[176] To će zajedno s porastom temperature mora izrazito nepovoljno djelovati na razvoj i rast školjkaša. Projekcije su da će se do kraja stoljeća značajno smanjiti proizvodnja školjkaša koja trenutno predstavlja oko 25% globalne proizvodnje akvakulture. Dodatan će pritisak predstavljati i tzv. cvjetanje mora. Nedavni pokazatelji upućuju da umjereni porast temperature mora (0,5 - 1°C) može potaknuti nagli porast u brojnosti nekih planktonskih organizama, npr. štetnih algi.[177] Istodobno će uslijed smanjenja padalina i povećane evapotranspiracije doći do smanjenog dotoka slatke vode rijekama i porasta saliniteta za 0,3- 0,4 promila do konca stoljeća što će također nepovoljno utjecati na rast i uzgoj školjkaša.

Porast razine mora će ugroziti opstanak brojnih ribljih vrsta osobito onih s izraženim migracijama (cipli, jegulje). Uzrok tome će biti prvenstveno degradacija i nestanak staništa koja ovim vrstama služe kao mrijestilišta i rastilišta.[178]

Globalno će jedna od najvažnijih posljedica klimatskih promjena u morskim ekosustavima biti promjena oblika i intenziteta primarne produkcije.[179] Rezultati istraživanja ukazuju da će zbog

[175] A changing Mediterranean coastal marine environment under predicted climate-change scenarios (IUCN, 2012)
[176] Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, (IPCC, 2013)
[177] A changing Mediterranean coastal marine environment under predicted climate-change scenarios (IUCN, 2012)
[178] Indicators of the impact of climate change on migratory species. (Newson, i dr., 2009)
[179] Effects of climate-driven primary production change on marine food webs: implications for fisheries and conservation (Brown, 2010)

smanjene vertikalne cirkulacije vode i zadržavanja hranjivih tvari u dubljim dijelovima doći u Mediteranu do promjene u fenologiji, brojnosti i sastavu fitoplanktona. Tako će doći do povećane brojnosti manjih vrsta (pikofitoplankton i nanoflagelati) i smanjenja biomase dijatomeja. Uz to će porast kiselosti mora smanjiti količinu kalcificirajućih organizama (npr. kokolitofori) koji predstavljaju ključnu komponentu primarne produkcije. Primarna i sekundarna produkcija imaju presudnu ulogu u biogeokemijskim ciklusima i u globalnoj produktivnosti morskih ekosustava.

Porast temperature će osobito biti izražen u slatkim vodama s posljedičnom pojačanom evaporacijom. To će, zajedno sa smanjenjem padalina, uzrokovati smanjenje protoka tekućica i nivoa stajačica. Istodobno će se smanjiti razina kisika u vodi i povećati stratifikacija vode. Migracije riba uzrokovane zagrijavanjem vode će biti izražene i kod slatkovodnih riba i to uzvodno ili u dublje dijelove rijeka odnosno jezera.

Nepravilnost u pojavi ekstremnih vremenskih prilika kao što su poplave imat će utjecaj na plavljenje priobalnih područja i posljedično mrijest riba koje ovise o tim staništima.

5.4.2. Najranjiviji aspekti sektora

Ranjivost sektora ribarstva na klimatske promjene mogu se određivati na različitim razinama od globalne preko nacionalne pa sve do lokalne razine. Nadalje unutar samog sektora mogu se razlikovati pojedini segmenti prema ranjivosti.

Na globalnoj razini najranjivije su zemlje u tropskom i suptropskom području, poglavito u zapadnoj Africi i Aziji (Brugère, 2015.) Razlog tomu je što su ta područja najizloženija klimatskim promjenama. Osim toga većina zemalja veoma ovisi o proizvodima ribarstva u prehrani ljudi i ekonomiji zemlje, ekonomski su slabo razvijene i stoga nedovoljno sposobne prilagoditi se klimatskim promjenama.

Jadransko more je zbog svojeg položaja i poluzatvorenog oblika ranjivo na klimatske promjene. Osobito se to odnosi na priobalno područje i otoke. Priobalna područja, osobito estuariji i ušća rijeka su izloženi porastu razine mora, kao što je opisano u poglavlju 2.2. sektora hidrologije, voda i morskih resursa, jačem utjecaju zagrijavanja i invaziji stranih vrsta. Produktivnost priobalnih područja uvelike ovisi i o donosu hranjivih tvari rijekama što će se promjenom klime smanjiti.

Ranjivost otoka je posljedica velike ovisnosti stanovništva o ribolovu i marikulturi u osiguravanju osnovnih sredstava za život.

Unutar sektora ribarstva morski ribolov je veoma ranjiv na utjecaj klimatskih promjena. To je posljedica nepovoljnog stanja bioresursa na kojima ribolov počiva zbog prelova, osjetljivosti na promjene na tržištu i utjecaja cijene goriva na profitabilnost djelatnosti. Unutar ribolova osobito je ranjiv priobalni ribolov zbog dodatnih antropogenih utjecaja s kopna i invazije stranih toploljubivih vrsta riba.

Cjelokupni segment akvakulture je ranjiv na klimatske promjene zbog velike ovisnosti o ribljem brašnu i ribljem ulju kao sirovinama za pripremu riblje hrane. Peru kao najveći svjetski proizvođač ribljeg brašna i ribljeg ulja je pod velikim utjecajem klimatskih promjena i varijabilnosti (npr. El Niño) s posljedičnim velikim varijacijama u ponudi i cijeni riblje hrane.

U segmentu marikulture osobito je ranjiv uzgoj školjaka, prvenstveno kamenica, zbog osjetljivosti na povišenu temperaturu mora i utjecaja povećane kiselosti. Ranjivost uzgoja školjaka dodatno povećava ovisnost o dotoku slatke vode s kopna. Zbog porasta temperature je ranjiv i uzgoj lubina. Na učinke klimatskih promjena su izrazito ranjiva i uzgajališta na otvorenom moru zbog izloženosti ekstremnim vremenskim prilikama.

Cjelokupni segment slatkovodne akvakulture je ranjiv na klimatske promjene zbog ovisnosti o dovoljnim količinama kvalitetne vode za uzgoj. Slatkovodni vodotoci se daleko više zagrijavaju od mora što dodatno povećava ranjivost. Povišena temperatura vode pospješuje nastanak i širenje postojećih i novih bolesti i time poveća ranjivost. Ranjivost slatkovodne akvakulture a u manjoj mjeri i slatkovodnog ribarstva dodatno povećava i korištenje raspoloživih vodotoka od strane drugih sektora (energetika, poljoprivreda).

Na razini vodenih organizama ranjivi su oni s kasnijim nastupom zrelosti, sporijom izmjenom generacija, manjom plodnošću i ovisni o određenom tipu staništa jer im sve to smanjuje sposobnost prilagodbe. Zbog toga su ranjivije pridnene vrste (škamp, oslić) nego mala plava riba.

Budućnost sektora i posljedice klimatskih promjena na sektor

Porast temperature i povećana kiselost mora, kao posljedica klimatskih promjena u razdoblju do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine, imat će brojne učinke na hrvatski sektor ribarstva (

Tablica 5-4).

Tablica 5-4: Potencijalni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i stupanj ranjivosti – Ribarstvo

Potencijalni utjecaj	Mogućnost pojavljivanja[180]	Stupanj utjecaja[181]	Stupanj ranjivosti[182]
Promjene karakteristike klima: Porast temperature mora			
Migracija prema sjevernom Jadranu ili dubljem moru hladnoljubivih vrsta (škamp, oslić)	5	4	visok
Slabiji rast hladnoljubivih riba i školjaka (lubin, kamenica)	5	3	srednji
Porast brojnosti stranih vrsta i utjecaj na domaće vrste	5	4	visok
Pojava i širenje egzotičnih bolesti riba	4	3	srednji
Promjene karakteristike klima: Promjena u cirkulaciji vode zbog termohalinih uzroka			
Smanjena primarna produkcija s posljedicama u brojnosti pelagične ribe	4	4	visok
Promjene karakteristike klima: Porast razine mora			
Gubitak staništa i mrjestilišta vrsta iz slatkovodne i bočate vode	5	2	srednji
Promjene karakteristike klima: Povećana kiselost mora			
Slabiji rast i veća smrtnost školjkaša	4	4	visok
Poremećeni razvoj zooplanktona	4	2	nizak
Promjene karakteristike klima: Porast temperature slatkih voda			
Pojava i širenje bolesti	3	3	srednji
Promjene karakteristike klima: Porast temperature slatkih voda i smanjenje padalina			
Smanjena protok i dostupnost vode za uzgoj (pastrva)	4	3	srednji
Smrtnost riba uslijed nestašice kisika i previsoke temperature vode (šaran)	4	3	srednji

[180] 5 = više od 90%, 4 = više od 66%, 3 = više od 50%, 2 = više od 33%, 1 = manje od 33%
[181] 5 = vrlo visok, 4 = visok, 3 = srednje visoke, 2 = nizak, 1 = vrlo nizak
[182] Nizak (zeleno), srednji (narančasto), visok (crveno)

Procjena socio-ekonomskih učinaka klimatskih promjena na sektor ribarstva i marikulture

Utjecaj klimatskih promjena će biti dvojak na socio-ekonomske prilike. Pritom pozitivni i negativni učinci neće biti ravnomjerno raspoređeni. Negativni učinak se osobito predviđa u segmentu malog priobalnog ribolova gdje će klimatski utjecaji biti najjače izraženi i koji je već danas pod pritiskom brojnih antropogenih utjecaja, prije svega s kopna.

Klimatske promjene će utjecati na mogućnost ulova ili uzgoja pojedinih vrsta riba i drugih organizama s posljedičnim učinkom na mogućnost zapošljavanja ljudi i na razvoj lokalne zajednice u cjelini. Osobito se to odnosi na otočna područja i ruralna nizinska područja kontinentalne Hrvatske koja znatno ovise o sektoru ribarstva kao izvoru osnovnih sredstava za život lokalnog stanovništva. Dodatno će negativni ekonomski učinak imati smanjeni ulov uobičajenih vrsta ili njihov ulov u dubljim i udaljenijim područjima i povećani troškovi za ribolov novih vrsta riba.

Klimatske promjene će predstavljati dodatni pritisak na segment morskog ribolova koji je već sada na granici ekonomske održivosti zbog nepovoljnog stanja bioresursa, starosti i energetske neučinkovitosti ribolovne flote te konkurencije jeftinijih proizvoda ribarstva iz trećih zemalja.

Utjecaj globalnog zagrijavanja na uzgoj morskih riba odrazit će se na lokalnu zajednicu, ali i na društvo u cjelini. Porast količine i isplativosti uzgoja orade i dagnje odrazit će se i na mogućnost dodatnog zapošljavanja u uzgoju, preradi i trgovini, ali i na trgovinsku bilancu Republike Hrvatske. Iako će se učinci klimatskih promjena pozitivno odraziti i na uzgoj tune, konačni socioekonomski efekt će prvenstveno ovisiti o odobrenim kvotama za ulov tune.

Situacija s druge dvije vrste, brancinom i europskom kamenicom, je drugačija, budući da one više vole hladniju vodu. Porast temperature za jadranske uzgajivače stvorit će uvjete slične onima s kojima su se susreli uzgajivači u toplijem istočnom dijelu Mediterana (Grčka, Turska) s posljedičnom smanjenom proizvodnjom lubina i kamenice i sve većim uzgojem toploljubivih vrsta. Opasna, smrtonosna temperatura za kamenice je 26 °C i već je zabilježena duž obale i u tradicionalnom području kultura u Malostonskom zaljevu. Zadržavanje postojećeg uzgoja lubina i kamenice će zahtijevati premještanje uzgajališta u dublje odnosno hladnije more što će poskupjeti proizvodnju i smanjiti isplativost.[183]

Dodatan negativan učinak na uzgoj će imate ekstremne vremenske prilike (nevrijeme, oluje) s mogućim oštećivanjem uzgojnih kaveza i bijegom ribe. Za isplativost i održivost uzgoja školjkaša će dodatna prijetnja biti predviđeni značajni porast kiselosti mora i učestalija pojava cvjetanja mora, osobito fitoplanktonskih vrsta otrovnih za ljude.

Veliki utjecaj na sektor ribarstva već imaju i sve će više imati vrste koje uslijed globalnog zagrijavanja migriraju iz južnih u sjeverne dijelove Jadrana ili iz toplijih dijelova Mediterana. Pojava novih vrsta u Jadranu predstavlja ekološki problem budući da su nove vrste prijetnja domaćim vrstama i općenito bioraznolikosti. Ekonomske posljedice, međutim, mogu biti dvojake, pozitivne i negativne, budući da komercijalni učinak novih na tržištu može nadoknaditi smanjenju populacije domaćih vrsta. Kirnje i strijelke predstavljaju dva primjera, prvi dvojakog, a drugi potpuno negativnog utjecaja na populacije ribe i industriju.

Kirnje su bile rijetka riba na južnom Jadranu i uopće ih nije bilo na srednjem i sjevernom Jadranu prije 1990-ih. Sveukupni učinak na komercijalno ribarstvo je pozitivan jer su one skupocjena, tražena riba. Međutim, s ekološkog i biološkog stajališta su učinci negativni jer su populacije brojnih domaćih vrsta značajno smanjene uslijed nadmetanja s kirnjama.

[183] Dobra klima za promjene - Ribarstvo i marikultura (Glamuzina & Dulčić, 2008)

Naprotiv, pojava strijelki ima negativan ekonomski učinak. Ova je riba tipični predstavnik predatora, koji vreba uglavnom ciple bataše. Prije nekoliko 10-ak godina pojavila se i na ušću rijeke Neretve, gdje ribolov cipla bataša čini najvažniji segment ribarske industrije. U samo nekoliko godina, strijelka je desetkovala broj cipla bataša na tom području. Ona također često uništava mreže prilagođene za tradicionalnu industriju izlova cipla bataša. Kako ribari još uvijek nemaju adekvatne alate za uspješno hvatanje strijelki, tradicionalno ribarstvo cipla bataša danas se nalazi na rubu propasti, a potencijalna ekonomska prednost izlova strijelki još uvijek nije ostvarena.

U Jadranskom moru je zabilježeno i nekoliki potencijalno otrovnih vrsta riba, npr. atlantska napuhača i kuglakož. U tijelima ovih riba nalaze se otrovi (tetrodoksin) i, ako ih se ne pripravi na ispravan način, mogu biti smrtonosne, kao što je bio slučaj u nekim mediteranskim zemljama.[184]

5.4.3. Potencijalni pozitivni utjecaji klimatskih promjena na sektor ribarstva

Očekivani pozitivni učinci uslijed klimatskih promjena posljedica su povišene temperature vode i porasta razine mora.

Porast temperature vode unutar granica podnošljivosti za određenu vrstu ima pozitivan učinak na brzinu metabolizma, iskorištavanje hrane, raniji nastup i trajanje mrijesta. To će se povoljno odraziti na rast toploljubivih vrsta u prirodi (orada, dagnja) te obnavljanje bioresursa. Porast temperature vode će se pozitivno odraziti i na isplativost uzgoja vrsta kojima pogoduje toplija voda (tuna). Sezona u kojoj će biti moguć rast će trajati duže, rast će biti brži, a time će se i prije postići tržišna veličina uzgajanih organizama. Posebice se to odnosi na uzgoj slatkovodnih riba gdje zbog zimskog zastoja u rastu uzgoj traje duže.

Invazija stranih vrsta zbog globalnog zagrijavanja pružit će mogućnost gospodarskog iskorištavanja novih vrsta koje su zbog kakvoće mesa visoko cijenjene (kirnja, strijelka, barakuda) bilo kroz ribolov ili uzgoj. Porast temperature slatkih voda će omogućiti uzgoj vrsta koje trenutno nije moguće uzgajati kao što je tilapija (*Oreochromis niloticus*) koja tržišnu veličinu može doseći za manje od 12 mjeseci.

Podizanje razine mora i poplavljivanje nižih kopnenih područja će s jedne strane onemogućiti nastavak bavljenja poljoprivrednom djelatnošću na tim područjima ali će istodobno omogućiti upotrebu poplavljenih terena za profitabilniju djelatnost akvakulture. Prodor morske vode uzvodno u rijeke će s jedne strane uzrokovati premještanje postojećih populacija slatkovodnih riba ali će istodobno pružiti mogućnost uzgoja visokovrijednih organizama koji uspijevaju u bočatoj i morskoj vodi.

5.4.4. Međusektorski i prekogranični utjecaji

Na ranjivost sektora ribarstva djeluje i korištenje zajedničkih resursa od strane drugih sektora. Osobito će međusektorski utjecaj doći do izražaja u budućnosti kada će određene prilagodbene mjere na klimatske promjene u drugim sektorima imati potencijalni negativan učinak na sektor ribarstva.

Sektori koji dijele prirodne resurse sa sektorom ribarstva su turizam, upravljanje priobalnim područjem, energetika i poljoprivreda.

Razvoj turizma, osobito nautičkog, utjecat će na dostupnost prikladnih područja za uzgoj kao i na obavljanje ribolova i uzgoja. S druge strane turizam predstavlja jedno od najvažnijih tržišta proizvoda ribarstva te će uspjeh prilagodbe u sektoru turizma imati pozitivan učinak na sektor ribarstva.

[184] *Ibid*

Prilagodbene mjere u sektoru upravljanja priobalnim područjem, kao što su barijere za zaštitu od porasta razine mora, utjecat će na strujanje mora i migraciju morskih organizama, a time i na priobalni ribolov i marikulturu.

Zahvati na rijekama u sektoru energetike imat će višestruki utjecaj na sektor ribarstva. Smanjit će se dostupnost vode za uzgoj nizvodno od zahvata. Uz to će se utjecati na migraciju slobodnoživućih riba posljedično i na slatkovodni ribolov. Konačno smanjeni dotok slatke vode i s njom hranjivih tvari utjecat će na uzgoj, prvenstveno školjkaša, u moru.

Mjere prilagodbe u sektoru poljoprivrede koje uključuju navodnjavanje nepovoljno će djelovati na dostupnost slatke vode za potrebe akvakulture.

Većina gospodarski važnih resursa u Jadranskom moru su biološki jedinstvene populacije koje ekonomski dijele i izlovljavaju ribolovne flote različitih zemalja. Stoga će biti nužna uska suradnja u planiranju i provedbi mjera prilagodbe, osobito regulacije ribolova među svim zemljama. To osobito vrijedi za vrste koje migriraju kroz mora pod jurisdikcijom različitih država, pa im se ključna staništa (mrjestilišta, rastilišta i hranilišta) nalaze u različitim državama i pod različitim režimima zaštite.

Međunarodna – prekogranična suradnja u provedbi mjera prilagodbe u različitim sektorima će biti potrebna i na graničnim rijekama kako bi se umanjio utjecaj na sektor ribarstva.

6. BIORAZNOLIKOST

Ključne poruke

- Dva su osnovna uzroka ranjivosti sektora: antropogeni i klimatski.
- Trenutno su prirodni ekosustavi i bioraznolikost u najvećoj mjeri ugroženi prvenstveno preinakama prirodnih ekosustava, neodrživim korištenjem prirodnih resursa i onečišćenjem.
- Za ugrožene vrste izrađuju se Crveni popisi i Crvene (Zelene) knjige, sukladno IUCN metodici, a Republici Hrvatskoj je do sada izradila i objavila čak 12 Crvenih knjiga.
- Po Analizi stanja prirode za 2008.-2012. godinu, klimatske promjene su najslabije istraženi segment.
- Najvažnije klimatske promjene su: promjene prosječnih temperatura zraka; smanjenje količina i promjene rasporeda oborina; pojava klimatskih ekstrema te podizanje razine mora.
- Očekuje se: potapanje obalnih staništa, zaslanjenje kopnenih i slatkovodnih staništa uz more; isušenje vlažnih kopnenih staništa; povećanje aridnog područja; smanjenje, promjene udjela te nestanak nekih staništa i vrsta, uz pad bioraznolikosti te pojavu i širenje nekih invazivnih vrsta.
- Negativne posljedice za pojedine vrste su: smanjenje vigora jedinki; oštećenja jedinki i obolijevanje od bolesti i štetnika; pojava kompeticijske invazivne vrste; smanjenje populacija; smanjenje areala vrste; cjepkanje areala na disjunktne populacije; pojava ugroze pojedine vrste te regionalno ili globalno izumiranje vrste.
- Kao posljedica klimatskih promjena očekuje se veći broj invazivnih vrsta te njihovo širenje i potiskivanje autohtonih.
- Pozitivne posljedice postoje kroz samo-inducirane pozitivne promjene te pozitivne antropogeno inducirane promjene u sektoru.
- Klimatske promjene koje utječu na bioraznolikost imaju posljedično praktički utjecaj na sve ostale sektore.

6.1. Pregled i važnost sektora, opći utjecaj klime na sektor – Bioraznolikost

Prirodni ekosustavi (biogeocenoze) sastoje se od osnove, nežive prirode ili biotopa te nadgradnje, žive prirode ili biocenoza. Obično se dijele na **vodene**, morske i slatkovodne (jezerski, riječni, močvarni, podzemni vodeni) te **kopnene**, (šumski, travnjački, krški, riparijski, litoralni, podzemni kopneni). Osim podjele na vodene i kopnene, prirodni ekosustavi mogu se dijeliti i na nadzemne i podzemne ekosustave. Na području Republike Hrvatske, sukladno 1. razini EUNIS-a i Nacionalnoj klasifikaciji staništa (NKS), definirano je 11 ekosustava, od čega 9 prirodnih: podzemlje, golo i slabo obraslo tlo, travnjaci i cretovi, šikare, šume, površinske kopnene vode, more, morska obala i kompleksni ekosustavi; jedan poluprirodni – poljoprivredne površine te jedan antropogeni izgrađeni ekosustav (urbani i industrijski). Najzastupljeniji kopneni ekosustav je podzemlje, koje se prostire ispod svih 56.594km^2 kopnene površine Republike Hrvatske, a naročito je raznolik ispod krša, razvijenog na oko 54% površine. Slijede šume s preko 42% površine, poljoprivredni ekosustavi s preko 34%, te travnjaci s oko 9%. Međutim, ekosustav površinske kopnene vode, koji zauzima tek oko 1,3%, osnova je za neka najvrijednija područja: NP Plitvička jezera, NP Krka, PP Kopački rit, PP Lonjsko polje, PP Vransko jezero. Za mediteransku Hrvatsku s 31.479km^2 obalnoga mora, morski ekosustavi su iznimno važni, kao i ekosustavi morske obale, uz čak 6.278km obalne linije kopna i otoka.

Bogati, raznoliki i očuvani prirodni ekosustavi najvrjedniji je resurs kojim raspolaže Republika Hrvatska , kroz koje osigurava sve funkcionalnosti neophodne za život i ekonomski razvoj[185]: površinu, sirovine, usluge ekosustava, bioraznolikost i gospodarsku nadgradnju, posebno turizam. U cijelom svijetu, pa tako i u Republici Hrvatskoj, prirodni ekosustavi su pod stalnim pritiskom ljudskih

[185] Analiza stanja prirode u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2008. - 2012. (Štrbenac, 2014)

djelatnosti i iako se ulažu značajniji napori za njihovo očuvanje, sve su ugroženiji preinakama prirodnih ekosustava, korištenjem bioloških resursa, onečišćenjem i unošenjem invazivnih vrsta. Prirodoslovna osobna karta Republike Hrvatske s detaljima prirodne osnove predstavljena je u tablici 6-1.

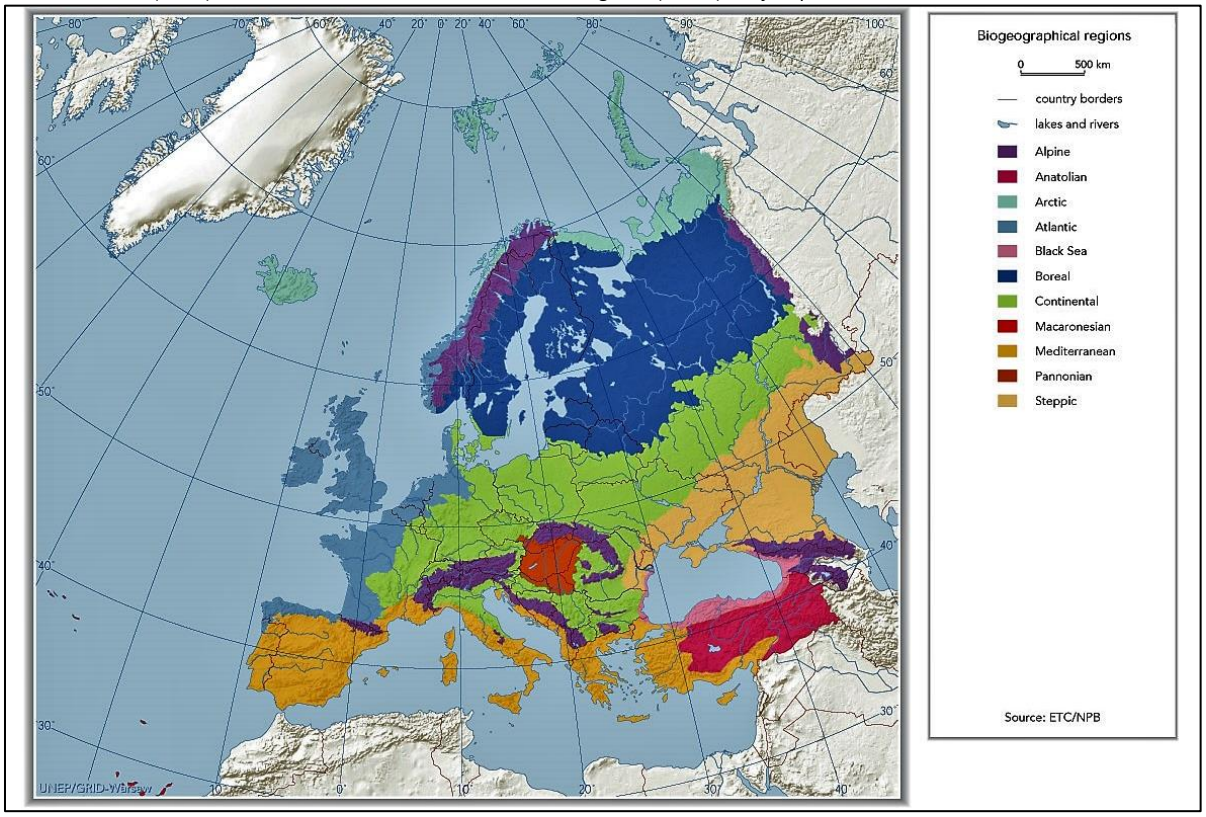
Bioraznolikost obuhvaća prvenstveno raznolikost biocenoza, koju dijelimo na **genetičku bioraznolikost**: raznolikost vrste (raznolikost gena unutar jedne vrste) i raznolikost vrsta (raznolikost gena među vrstama) te **ekološku bioraznolikost**: raznolikost staništa, ekosustava, krajobraza i biogeografskih regija. Ekološka bioraznolikost temelj je genetičke bioraznolikosti, s kojom je direktno proporcionalna, a što je još važnije bez očuvanja ekološke bioraznolikosti nema ni očuvanja genetičke.

Agrobioraznolikost, s tradicijskim sortama kulturnog bilja i pasminama domaćih životinja je sastavni dio genetičke bioraznolikosti Republike Hrvatske, a u novije doba, se unutar prirodnih ekosustava definira i **georaznolikost:** raznolikost geomorfoloških pojava, stijena, minerala, sedimenata, tala i fosila.

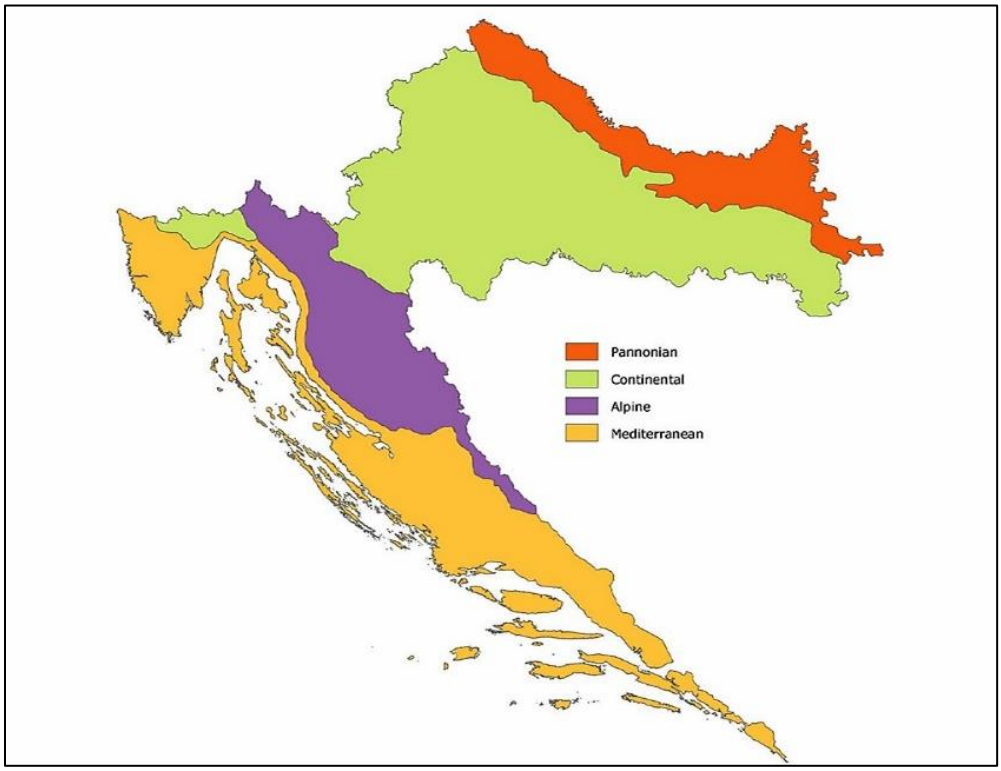
Biogeografska regija je najveća jedinica ekološke bioraznolikosti, odnosno područje koje se ekološki razlikuje od drugih, prvenstveno krajobrazima, ekosustavima, staništima i prisutnom bioraznolikosti. Na području EU prisutno je 11 biogeografskih regija (Slika 6-1): alpska, anatolijska, arktička, atlantska, crnomorska, borealna, kontinentalna, makaronezijska, mediteranska, panonska i stepska. Pet ovih regija dominira i prekriva velike površine: centralna Europa ima kontinentalnu, sjeverna borealnu, zapadna atlantsku, istočna stepsku, a južna mediteransku biogeografsku regiju. Međutim, za bioraznolikost Europe posebno su važne manje biogeografske regije: raspršena alpska koja obuhvaća najviše planinske masive: Pirineje, Alpe, Dinaride, Karpate, Balkansko, Skandinavsko gorje te Kavkaz; panonska, dno Panonskoga mora u samom srcu Europe; arktička na najsjevernijem rubu Europe i Islandu; crnomorska, uglavnom na južnoj obali Crnoga mora; anatolijska u centralnoj Turskoj te makaronezijska, koju imaju portugalski i španjolski atlantski otoci.

Rijetke države u Europi imaju više od dvije biogeografske regije, a Hrvatska ih ima čak 4: **Panonska, Kontinentalna, Alpska** i **Mediteranska** (Slika 6-2), na temelju kojih je prisutna **izrazita bioraznolikost Republike Hrvatske**, kako ekološka s preko 600 staništa, tako i genetička s utvrđenih oko 50.000 vrsta te procijenjenih oko 120.000 (procjena autora). Dok je u mnogim državama potrebno proći velike udaljenosti između različitih biogeografskih regija, u Hrvatskoj se one vrlo brzo izmjenjuju, od najsjevernije nizinske panonske, preko brdovite kontinentalne, dominantne u sjevernoj Hrvatskoj, alpske, s planinskom klimom te najtoplije mediteranske, smještene uz Jadransko more.

Svi prirodni ekosustavi i postojeća bioraznolikost direktno ovise o klimi i eventualnim posljedicama klimatskih promjena, pri čemu su posebno osjetljivi morski obalni ekosustavi, te svi slatkovodni, posebno mediteranski, močvarni i jezerski. Kroz unaprjeđenje sustava istraživanja, sinteze podataka, razvoja menadžmenta, poboljšanja upravljanja i zaštite možemo očekivati sve bolje poznavanje i očuvanje bioraznolikosti i pratećih prirodnih ekosustava te ukupno povećanje nacionalne vrijednosti kroz **održivo korištenje prirodnih ekosustava**, prvenstveno u sektorima: energetika, morski i vodni resursi, poljoprivreda, šumarstvo, turizam i zdravlje.



Slika 6-1: Karta biogeografskih regija Europe
Izvor: (European Environment Agency, 2017c)



Slika 6-2: Karta biogeografskih regija Republike Hrvatske
Izvor: (Državni zavod za zaštitu prirode, 2017)

Tablica 6-1: Prirodoslovna osobna karta Republike Hrvatske

Prirodoslovna osobna karta Republike Hrvatske	
Površina kopna	**56.594km^2**
Površina obalnog mora	**31.479km^2**
Površina ukupno	**88.073km^2**
Broj stanovnika (gustoća)	**4.284.889 (75,7/km^2)**
Najveći grad (broj stanovnika)	**Zagreb (790.017)**
Obalna linija (kopnena / otočna)	**6.278km (29,9/70,1%)**
Broj otoka, otočića, hridi i grebena (površina)	**1.246 (3.259km^2)**
Najveći otok (površina)	**o. Krk; o. Cres (405,78km^2)**
Najviši vrh (visina)	**Dinara (1.831m)**
Riječni slivovi (udjel površine)	**Crnomorski i Jadranski (62% / 38%)**
Najdulja rijeka (ukupno / u HR)	**Dunav (2.857km / 188km)**
Najdulja rijeka cijelim tokom u Republici Hrvatskoj (uk.)	**Kupa (296km)**
Najveće jezero (površina)	**Vransko jezero (30,7km^2)**
Najveće krško polje (površina)	**Ličko polje (465km^2)**
Broj speleoloških objekata (procjena)	**9.000 (20.000)**
Najdublja jama (dubina)	**Sustav Lukina jama – Trojama (-1.431m)**
Najdulja špilja (duljina)	**Jamski sustav Kita Gaćešina – Draženova puhaljka (32.227m)**
Klimatski sustavi	**Kontinentalni, Planinski, Mediteranski**
Geotektonski sustavi	**Alpski, Dinarski, Panonsko-balkanski**
Biogeografske regije (udjel)	**Panonska, Kontinentalna, Alpska, Mediteranska**
Broj prirodnih ekosustava	**10**
Broj staništa	**>600**
Bioraznolikost: Carstvo biljaka	**5.020**
Bioraznolikost: Carstvo gljiva (procjena)	**4.500 (>20.000)**
Bioraznolikost: Carstvo životinja (procjena)	**40.000 (>80.000)**
Bioraznolikost: ostala Carstva (procjena)	**2.500 (>20.000)**
Zaštićene površine: IUCN područja (Broj / Površina / Udjel)	**409 / 7.547,18km² / 8,56%**
Broj NP / PP / RP	**8 / 11 / 2**
Ekološka mreža Republike Hrvatske : Broj / Površina (Udjeli)	**781 / 38.830,26km² (36,73% kopnenog teritorija 15,42% obalnog mora)**
POVS / POP	**743 / 38**
Međunarodno zaštićena područja (9)	**UNESCO (1); MAB (2); RAMSAR (5); Geopark (1)**

Izvor: Tradicijske sorte i pasmine Dalmacije (Traditional varieties and breeds of Dalmatia) (Ozimec & Mihinica, 2015) – korigirano i dopunjeno

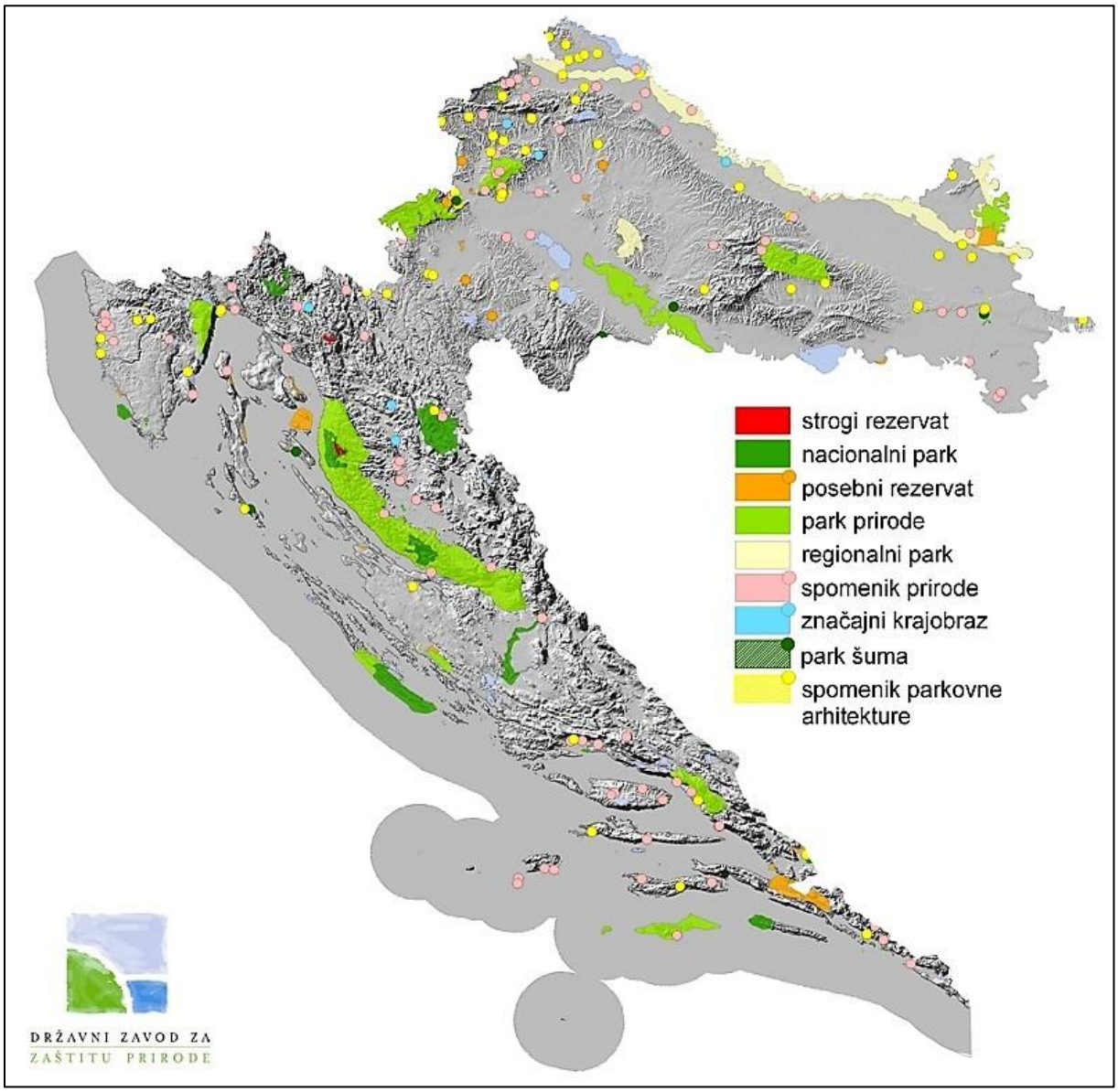
6.2. Trenutačno stanje i utjecaj klimatskih parametara na sektor - Bioraznolikost

6.2.1. Prikaz trenutačnog stanja

Republika Hrvatska je krajobrazno, bogatstvom prirodnih ekosustava i biološki, razmjerno svojoj veličini, jedno od najraznolikijih područja Europe, iznimne geološke i biološke baštine, u kojoj su, zahvaljujući geopolitičkim, ekonomskim i socijalnim razlozima, ekološki sustavi u visokom stupnju očuvanosti. Tradicija zaštite prirodnih vrijednosti, baštinjena još od čuvene Dubrovačke republike, datira još u 16. stoljeće, npr. izvor Omble zaštićen je 1456. godine kao važno mrjestilište riba, a nakon

toga je u 2. polovici 15. stoljeća provedeno očuvanje izvora mjerom adaptacije, odnosno podizanjem preljevne brane.[186]

U Hrvatskoj se zaštita bioraznolikosti provodi kroz tri razine. Prva su razina **Nacionalno zaštićena područja (CDDA)**, proglašena sukladno metodici Međunarodne unije za očuvanje prirode (IUCN). Na ovaj način zaštićeno je 409 CDDA područja Republike Hrvatske u 9 IUCN kategorija, a koja obuhvaćaju 7.547,18km², odnosno 8,56% ukupne površine Republike Hrvatske[187]. Na slici 11-3 prikazana je karta Republike Hrvatske s Nacionalno proglašenim zaštićenim područjima.

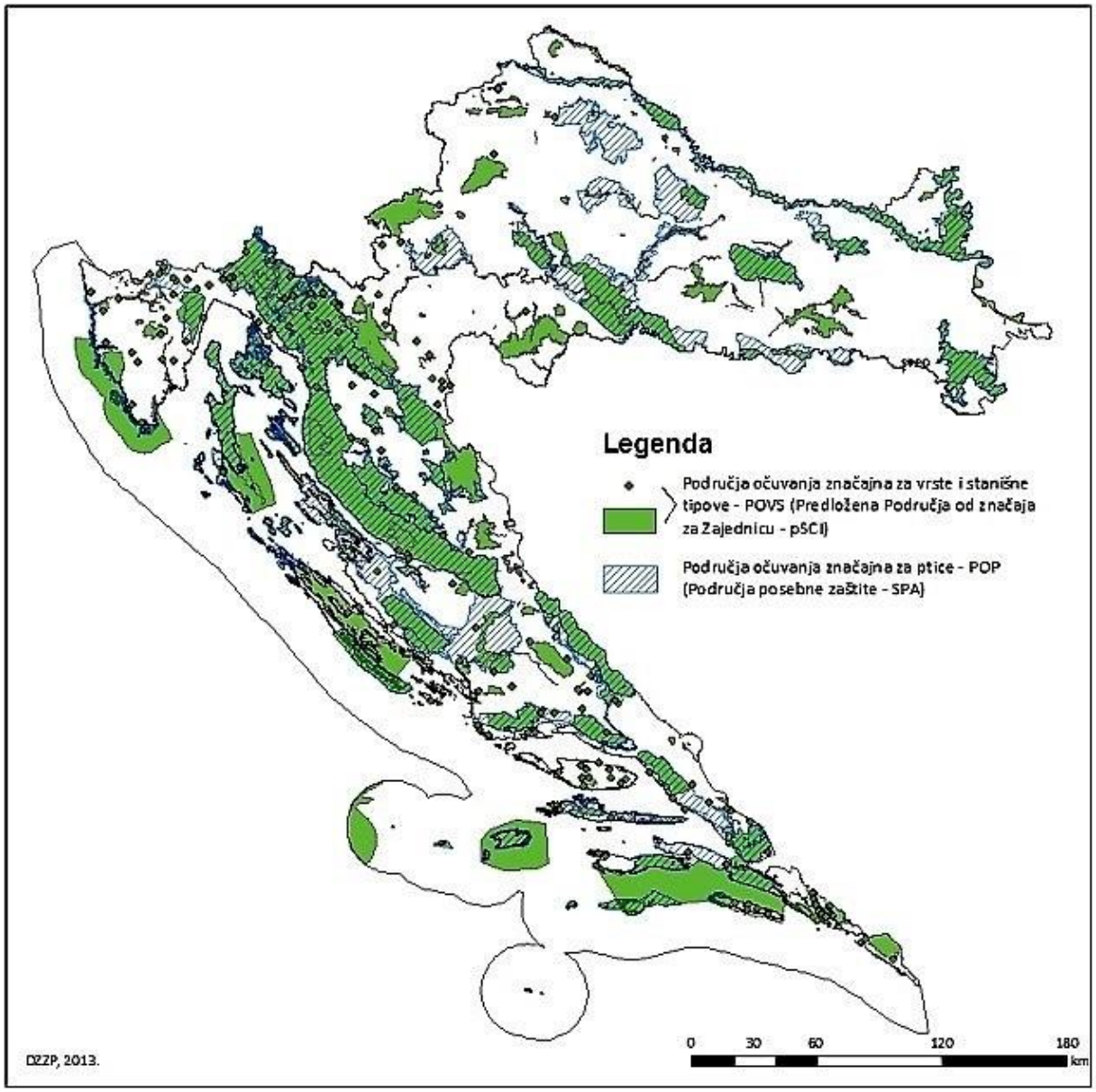


Slika 6-3: Karta zaštićenih područja Republike Hrvatske
Izvor: (Državni zavod za zaštitu prirode, 2017)

Druga razina zaštite provedena je sukladno zakonodavstvu EU, uspostavom i proglašenjem Nacionalne ekološke mreže Republike Hrvatske (CRO NEM), koja je integrirana u mrežu Natura 2000, ekološku mrežu EU. Propisanom metodikom definirana su područja važna za očuvanje vrsta i staništa

[186] Prirodoslovne značajke Rijeke dubrovačke (Natural characteristic of the Rijeka Dubrovačka) (Cukrov, 2014)
[187] Prema Upisniku zaštićenih područja Republike Hrvatske (stanje 29. travnja 2016.), 8,489% prema SLJH za 2016.; 8,195% prema (Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, 2017)

(POVS) i područja važna za očuvanje ptica (POP), odnosno uspostavljeno je 743 POVS i 38 POP područja, **ukupno 781 Natura 2000područja**[188] koja ukupno obuhvaćaju 36,73% kopnenog teritorija i 15,42% površine obalnog mora, odnosno u apsolutnom iznosu 38.830,26km². U okviru Uredbe definirane su i Mjere zaštite za područja Nacionalne ekološke mreže. Na slici 11-4 prikazana je karta Republike Hrvatske s CRO NEM mrežom. Konačno, treća razina su **međunarodno zaštićena područja** koja su sva obuhvaćena CRO NEM mrežom, a trenutno ih u Hrvatskoj ima 9: UNESCO (1); MAB (2); RAMSAR (5); Geopark (1), koji su detaljnije predstavljeni u Tablici 6-2.



Slika 6-4: Karta Ekološke mreže Republike Hrvatske
Izvor: (Državni zavod za zaštitu prirode, 2017)

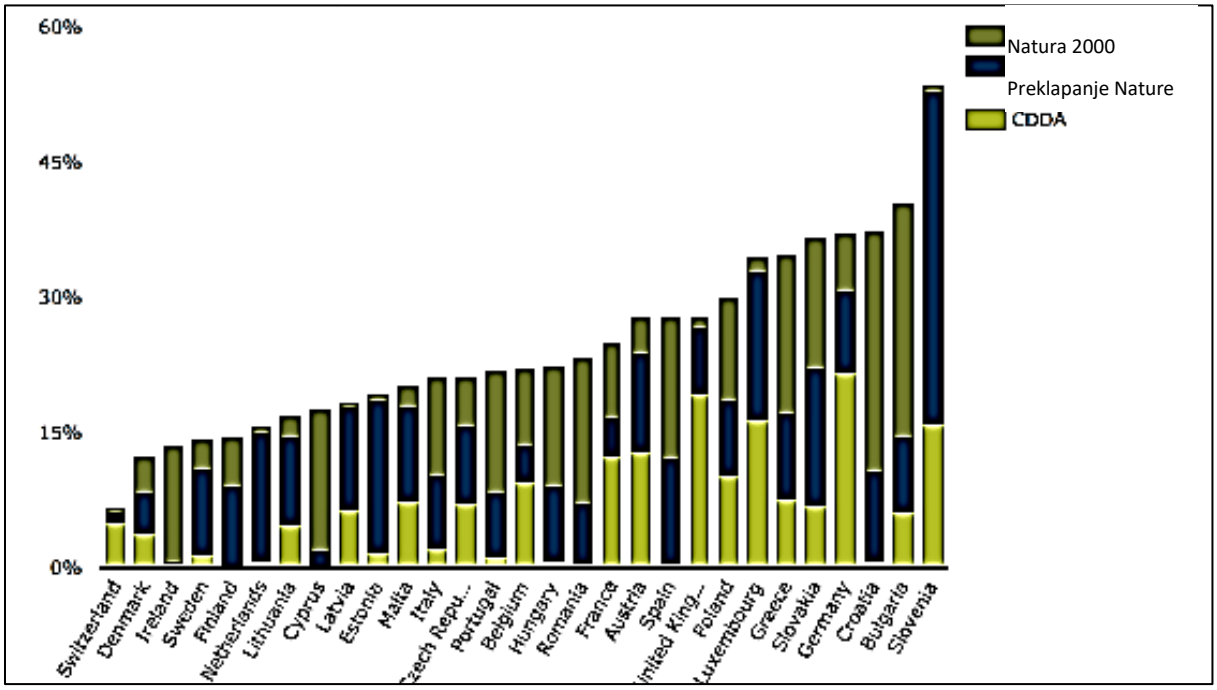
[188] Natura 2000 je ekološka mreža EU koju čine POVS i POP područja, a koju je Republika Hrvatska proglasila Uredbom o ekološkoj mreži iz 2013. godine (NN 124/2013; NN 105/15, 2015)

Tablica 6-2: Pregled međunarodno zaštićenih područja Republike Hrvatske

RB	Područje	Sustav zaštite	Godina proglašenja
1.	Plitvička jezera	UNESCO	1979.
2.	Velebit	MAB	1977.
3.	Mura-Drava	MAB	2012.
4.	Crna Mlaka	RAMSAR	1993.
5.	Kopački rit	RAMSAR	1993.
6.	Lonjsko i Mokro polje	RAMSAR	1993.
7.	Delta Neretve	RAMSAR	1993.
8.	Vransko jezero	RAMSAR	1999.
9.	Papuk	GEOPARK	2007.

Izvor: (Državni zavod za zaštitu prirode, 2017)

U EU je ukupno zaštićeno 127.574 kopnenih područja s ukupno 1.121.471km² površine, odnosno udjel od 25,6%.[189] Prema ukupno zaštićenoj relativnoj površini, Hrvatska je nakon Slovenije i Bugarske, s ukupno 37,43% površine na trećem mjestu među članicama EU. Pri čemu je 26,62% zaštićeno u okviru Natura 2000 mreže, 9,91% se preklapaju Natura 2000 i CDDA te preostalih 0,9% zaštićeno u okviru CDDA.[190] Udjel zaštićenih površina članica EU prikazan je na slici 6-5.



Slika 6-5: Udjel zaštićenih površina članica EU
Izvor: Nationally designated protected areas. Indicator Assessment - Data and maps (European Environment Agency, 2015)

[189] (European Environment Agency, 2017b)
[190] Nationally designated protected areas. Indicator Assessment - Data and maps (European Environment Agency, 2015).

6.2.2. Najranjiviji aspekti sektora

Dva su osnovna uzroka ranjivosti sektora: **antropogeni i klimatski**. Kontinuirani antropogeni utjecaj na bioraznolikost prisutan je od samih početaka civilizacije i doveo je do nekih drastičnih negativnih posljedica, od minimiziranja nekih ekosustava i pratećih vrsta (npr. močvara), sve do potpunog nestanka pojedinih staništa i izumiranja pojedinih vrsta.

U Republici Hrvatskoj su prisutni brojni negativni antropogeni utjecaji definirani i u brojnim Crvenim knjigama[191] Republike Hrvatske te kroz Analizu stanja prirode za razdoblje od 2008. do 2012. godine[192]. Sukladno Analizi, procjenjuje se da je priroda u Hrvatskoj u najvećoj mjeri ugrožena ljudskim djelovanjem, prvenstveno **preinakama prirodnih ekosustava, neodrživim korištenjem prirodnih resursa i onečišćenjem**. Od pojedinačnih uzroka, posebno je problematično upravljanje i korištenje voda, odnosno hidrotehnički zahvati koji u potpunosti mijenjaju prirodne ekosustave, zatim pretjerana sječa šume, otpadne tvari iz poljoprivrede, šumarstva i prometne djelatnosti (nafta), komunalne otpadne vode te izgradnja stambenih i urbanih područja. Kao neodrživo korištenje prirodnih resursa treba istaknuti značajno povećanje odstrjela divljači, povećanje količine posječene bruto drvne mase te pad biomase pridnenih morskih zajednica, posebno riba hrskavičnjača. Stanje ribolovnih resursa u pojedinim morskim nacionalnim parkovima, znatno je bolje nego u područjima gospodarskog iskorištavanja, što direktno ukazuje da zaštita doprinosi očuvanju prirodnih ekosustava. Problematično je i sakupljanje crvenog koralja, koji već sada ima status kritično ugrožene vrste, i drugih životinja (puževi, žabe), kao i nekih biljnih vrsta (smilje) te gljiva (smrčci, vrganji).

6.2.3. Utjecaj varijabilnosti klime na bioraznolikost

Varijabilnost klime jedan je od najvažnijih faktora promjene bioraznolikosti. Kroz geološku povijest zemlje najčešće je upravo zbog promjena klime došlo do izmjene biotopa i biocenoza, odnosno vegetacije, te prirodnih ekosustava i strukture, kvantitete i kvalitete bioraznolikosti.

Promjena prirodnih ekosustava utječe i na evoluciju vrsta te stvaranja selekcijskog pritiska kroz kojeg bolje prilagođena vrsta potiskuje slabiju, koja u konačnici izumire. Brojne izumrle vrste danas poznajemo samo kroz nađene fosile koje istražuje paleontologija. Međutim, danas smo po prvi puta u povijesti u mogućnosti da predvidimo i utječemo na posljedice utjecaja klimatskih promjena, kroz mjere mitigacije (ublažavanja) i adaptacije (prilagodbe).

Prema Analizi stanja prirode za razdoblje od 2008. do 2012. godine[193], upravo su klimatske promjene najslabije istraženi segment prirode, iako se radi o uzroku koji može imati ozbiljne posljedice za prirodu. Svi uzroci ugroženosti u najvećoj mjeri imaju za posljedicu gubitak i degradaciju staništa pojedinih vrsta. No, još uvijek nisu u potpunosti poznati mehanizmi i stvaran utjecaj pojedinih ljudskih djelatnosti, niti kombinacije ovih utjecaja. Ovo saznanja su izuzetno značajna, obzirom da se svi ovi utjecaji dugoročno odražavaju na status ugroženosti pojedinih sastavnica prirode, a može ih se umanjiti pravovremenom i adekvatnom reakcijom. Stoga u sljedećem razdoblju treba staviti naglasak na takva istraživanja.

6.2.4. Pojava invazivnih vrsta

Poseban je problem pojava i širenje **invazivnih vrsta**, koje su dijelom vezane uz klimatske promjene (morske ribe), ali većinom ipak za antropogeni utjecaj. Kontrola invazivnih vrsta i smanjivanje njihova

[191] Crvena knjiga Republike Hrvatske (Red book) je publikacija koje objedinjuje podatke o ugroženim divljim svojtama pojedine taksonomske ili ekološke skupine u Republike Hrvatske, sukladno IUCN kriterijima.
[192] Analiza stanja prirode u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2008. - 2012. (Štrbenac, 2014)
[193] *Ibid*

utjecaja na zavičajne vrste i cjelokupne ekosustave danas je jedan od najvećih izazova zaštite prirode u Europi. Prema dosadašnjim procjenama statusa ugroženosti vrsta, invazivne strane vrste još uvijek nisu prepoznate kao veći problem, no trendovi su uzlazni i ukazuju na budući veći utjecaj. Značajni broj stranih vrsta zabilježen je među slatkovodnim ribama (oko 19% od stvarnog broja vrsta), vaskularnim biljkama (11,6%) i slatkovodnim deseteronožnim rakovima (*Orconectes limosus, Pacifastacus leniusculus, Procambarus fallax* f. *virginalis*). Bilježi se i sve veći broj novih stranih vrsta, posebno slatkovodnih i morskih riba i slatkovodnih beskralješnjaka (npr. signalni rak), ali i sisavaca: mungos (*Herpestes javanicus*), nutrija (*Myocastor coypus*), rakun (*Procyon lotor*), te gmazova (crvenouha/žutouha kornjača *Trachemys scripta*).[194]

Pojedine strane vrste su izrazito invazivne i pričinjavaju značajnu štetu ne samo za bioraznolikost (npr. grozdasta kaulerpa *Caulerpa racemosa*), već i ljudsko zdravlje i gospodarstvo (npr. ambrozija, amorfa, pajasen, školjka trokutnjača, azijski tigrasti komarac). Putovi unosa su nenamjerni i namjerni, posebice vezano uz praksu u slatkovodnom ribarstvu, riječni i pomorski promet.[195]

6.2.5. Mijenjanje statusa postojećih zaštićenih područja i vrsta

Mijenjanje statusa postojećih zaštićenih područja i vrsta može ići u dva smjera, **proglašenje novih ili ukidanje već postojećih zaštićenih područja i vrsta.** Ovi postupci su pogotovo nužni u uvjetima promjene klime, gdje pojedina staništa i vrste ubrzano nestaju, iako možda trenutno uopće nisu ugrožene, dok se druge, iako trenutno ugrožene, zbog tih istih promjena počinju širiti.

Postupak proglašavanja zaštićenih područja propisan je člancima 123-129 ZZP.[196] Ovisno o kategoriji zaštite, zaštićeno područje proglašava Hrvatski sabor, Vlada Republike Hrvatske ili predstavničko tijelo nadležne jedinice područne (regionalne) samouprave. Hrvatska agencija za okoliš i prirodu (HAOP) na zahtjev Ministarstva zaštite okoliša i energetike izrađuje stručnu podlogu kojom predlaže zaštitu kojom se utvrđuju vrijednosti područja koje se predlaže zaštititi i način upravljanja tim područjem. Na temelju stručne podloge, izjave tijela koje donosi akt o proglašenju o osiguranim sredstvima za upravljanje zaštićenim područjem i posebnoj geodetskoj podlozi za upis pravnog režima u katastar i zemljišnu knjigu, izrađuje se prijedlog akta o proglašenju.[197]

Tijekom vremena, zaštićeno područje može izgubiti obilježja radi kojih je zaštićeno te se zaštita za takvo područje može ukinuti. Akt o prestanku zaštite donosi tijelo koje je nadležno za donošenje akta o proglašenju područja u predmetnoj kategoriji. Niže kategorije zaštite koje proglašava predstavničko tijelo nadležne jedinice područne (regionalne) samouprave moguće je ukinuti samo uz prethodno pribavljeno mišljenje Agencije i suglasnost Ministarstva, dok se nacionalni parkovi, parkovi prirode te strogi i posebni rezervati ukidaju zakonom ili uredbom Vlade Republike Hrvatske na temelju stručne podloge Zavoda.

Za ugrožene vrste izrađuju se **Crveni popisi** i **Crvene (Zelene) knjige**, sukladno IUCN metodici. Republika Hrvatska je kroz DZZP, odnosno HAOP do sada izradila i objavila čak 12 Crvenih knjiga, od kojih su Crvena knjiga špiljske faune, te obje Zelene knjige jedinstvene u svijetu. Za sada su samo dvije, CK ptica i CK vodozemaca i gmazova doživjele reviziju i drugo izdanje. Rad na Crvenim knjigama potrebno je svakako nastaviti u dva smjera, obradu i objavu za do sada neobrađene taksonomske ili ekološke skupine te periodička izrada revizija za pojedine već obrađene, pri čemu treba detaljno obraditi postojeći i potencijalni negativni utjecaj klimatskih promjena na ugrozu pojedinih vrsta te

[194] Invazivne vrste u Hrvatskoj (Državni zavod za zaštitu prirode).
[195] Analiza stanja prirode u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2008. - 2012. (Štrbenac, 2014)
[196] Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13a)
[197] (Državni zavod za zaštitu prirode, 2017)

mjere ublažavanja i prilagodbe. U Tablici 6-3 predstavljene su do sada objavljene CK Republike Hrvatske , a u Tablici 6-4 vrste ranjive na klimatske promjene iz objavljenih CK Republike Hrvatske.

Tablica 6-3: Pregled objave Crvenih i Zelenih knjiga Republike Hrvatske

RB	Obrađena skupina	Godina objave	Reizdanje	Referenca
1	Ptice	2003.	2013.	Crvena knjiga ugroženih ptica Hrvatske (Radović, Kralj, Tutiš, & Ćiković, 2003), Crvena knjiga ptica Hrvatske (Tutiš, 2013)
2	Vaskularna flora	2005.	-	Crvena knjiga vaskularne flore Hrvatske (Nikolić, 2005)
3	Sisavci	2006.	-	Crvena knjiga sisavaca Hrvatske (Tvrtković, Crvena knjiga sisavaca Hrvatske (Red book of Mammals of Croatia), 2006a)
4	Vodozemci i gmazovi	2006.	2015.	(Tvrtković, Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske (Red book of Amphibians and Reptiles of Croatia), 2006b), (Jelić, Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske (Red book of Amphibians and Reptiles of Croatia), 2015)
5	Ribe slatkovodne	2006.	-	Crvena knjiga slatkovodnih riba Hrvatske (Mrakovčić, 2006)
6	Ribe morske	2008.	-	Crvena knjiga morskih riba Hrvatske (Jardas, 2008)
7	Gljive	2008.	-	Crvena knjiga gljiva Hrvatske (Tkalčec, 2008)
8	Vretenca	2008.	-	Crvena knjiga vretenaca Hrvatske (Franković, 2008)
9	Špiljska fauna	2009.	-	Crvena knjiga špiljske faune Hrvatske (Ozimec R. &., 2009)
10	Pasmine	2011.	-	Zelena knjiga izvornih pasmina Hrvatske (Ozimec R. M., 2011)
11	Leptiri danji	2015.	-	Crvena knjiga danjih leptira Hrvatske (Šašić, 2015)
12	Vinova loza	2015.	-	Zelena knjiga: Hrvatske izvorne sorte vinove loze (Maletić, 2015)

Tablica 6-4: Pregled ranjivih vrsta na klimatske promjene iz Crvenih knjiga Republike Hrvatske

RB	Taksonomska skupina	Vrsta	Kat. ugroze	Stanište	Referenca
1	Gljive	Močvarna patuljica (Galerina paludosa)	CR	Acidofilni cret	Crvena knjiga gljiva Hrvatske (Tkalčec, 2008)
2		Cretna patuljica (Galerina tibiicystis)	CR	Acidofilni cret	
3		Cretna sumporača (Hypholoma elongatum)	CR	Acidofilni cret	
4	Biljke	Cretna suhoperka (Eriophorum vaginatum)	CR	Nadignuti cret	Crvena knjiga vaskularne flore Hrvatske (Nikolić, 2005)
5	Dnevni leptiri	Goranski okaš (Erebia stirius gorana)	EN	Neobrasle i slabo obrasle stijene; Suhi travnjaci	Crvena knjiga danjih leptira Hrvatske (Šašić, 2015)
6		Vaganski okaš (Erebia gorge vagana)	EN	Točila; Rudine	
7		Apolon (Parnassius apollo)	VU	Točila; Rudine	
8		Esperov vatreni plavac (Lycaena thersamon)	DD	Suhi travnjaci; Visoke zeleni	
9	Ptice	Troprsti zlatar (Pluvialis apricaria)	CR	Vlažni niski travnjaci	Crvena knjiga ptica Hrvatske (Tutiš, 2013)
10	Sisavci	Veliki potkovnjak (Rhinolophus ferrumequinum)	NT	Pašnjaci; Garig: Makija	Crvena knjiga sisavaca Hrvatske (Tvrtković, 2006a)
11		Puh orašar (Muscardinus avellanarius)	NT	Listopadne šume	
12	Vodozemci i gmazovi	Barska kornjača (Emys orbicularis)	NT	Kopnene vode	Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske (Jelić, 2015)
13		Velebitska gušterica (Iberolacerta horvathi)	NT	Vlažni kamenjari	
14	Vretenca	Sjeverna zelenka (Somatochlora metallica)	RE	stajaće ili sporotekuće vode	Crvena knjiga vretenaca Hrvatske (Franković, 2008)
15		Crni strijelac (Sympetrum danae)	RE	stajaće, zakiseljene vode, tresetišta	
16		Crni tresetar (Leucorrhinia caudalis)	CR	Tresetišta, močvare	

RB	Taksonomska skupina	Vrsta	Kat. ugroze	Stanište	Referenca
17		Veliki tresetar (Leucorrhinia pectoralis)	EN	Tresetišta, močvare	
18		Grof skitnica (Hemianax ephippiger)	VU	Plitka i topla vodena staništa	
19		Sredozemna zelendjevica (Lestes barbarus)	NT	nizinski močvarni travnjaci	
20		Gorska zelendjevica (Lestes dryas)	NT	Planinske močvare	
21		Mali strijelac (Sympetrum vulgatum)	NT	Stajaće vode	
22	Špiljska fauna	Veliki broj vrsta vodenih podzemnih staništa i priobalnog pojasa		Krške špilje i jame	Crvena knjiga špiljske faune Hrvatske (Ozimec R. &., 2009)

6.3. Očekivane promjene klimatskih parametara do 2040. te 2070. godine - Bioraznolikost

Najvažnije klimatske promjene koje direktno utječu na bioraznolikost su:

- promjene prosječnih temperatura zraka;
- smanjenje količina i promjene rasporeda oborina;
- pojava klimatskih ekstrema (toplinski valovi, suše, poplave, snažni vjetar);
- podizanje razine mora.

Osnovni i specifični klimatski parametri (Tablica 6-5) **te ekološki čimbenici** (Tablica 6-6), važni za sektor, a koje je potrebno sustavno mjeriti i pratiti te prema potrebi pristupiti mitigacijskim i adaptacijskim mjerama.

Tablica 6-5: Osnovni Klimatski parametri važni za sektor

Br.	Klimatski parametar (hr)	(*eng*)
3.1.1.	**Temperatura zraka**	***Air temperature***
3.1.2.	**Oborina**	***Precipitation***
3.1.3.	**Isparavanje**	***Evaporation***
3.1.4.	**Vlažnost zraka**	***Air humidity***
3.1.5.	**Sunčevo zračenje**	***Solar radiation***
3.1.6.	Osunčavanje	*Insolation duration*
3.1.7.	Naoblaka	*Cloudiness*
3.1.8.	Meteorološke pojave	*Meteorological phenomena*
3.1.9.	Vjetar	*Wind*

Napomena: najvažniji za sektor su **debelo otisnuti**.

Izvor: Klimatski atlas Hrvatske (Državni hidrometeorološki zavod, 2008)

Tablica 6-6: Ekološki čimbenici (parametri) najvažniji za sektor

Br.	Ekološki čimbenik (hr)	(*eng*)
3.2.1.	Temperatura zraka	*Air temperature*
3.2.2.	Temperatura tla	*Soil temperature*
3.2.3.	Temperatura vode	*Water temperature*
3.2.4.	Vlaga tla	*Soil humidity*
3.2.5.	Udjel ugljičnog dioksida (CO_2)	*CO_2 content*
3.2.6.	Slanost vode	*Water salinity*
3.2.7.	Podizanje razine mora	*Sea level rise*
3.2.8.	Ekstremne meteorološke pojave	*Extreme meteorological phenomena*

Rezultati klimatskog modeliranja načinjenog u okviru ovog projekta na sustavu HPC VELEbit, ukazuju na očekivane promjene slijedećih klimatskih parametara važnih za bioraznolikost. Ovdje su navedene promjene nekoliko značajnijih klimatskih parametara za sektor:

1. Temperatura zraka

Do 2040. godine očekuje se u svim sezonama porast prizemne temperature između 1,1 i 1,2°C, a u razdoblju do 2070. godine najveći porast srednje temperature zraka do 2,2°C.

Maksimalna temperatura zraka (Tmax): do 2040. godine predviđen je porast maksimalne temperature između 1 i 1,5°C, a za razdoblje 2041.- 2070. godine, nastavak trenda u rasponu od 1,4 do 2,3°C.

Minimalna temperatura zraka (Tmin): do 2040. godine u zimskim mjesecima je porast između 1,2°C u sjevernoj Hrvatskoj do 1,4°C u primorju. Za razdoblje 2041.- 2070. godine najveći se porast minimalne temperature zraka očekuje zimi, u kontinentalnom dijelu od 2,1 do 2,4°C, te u primorju od 1,8 do 2°C.

2. Oborina

Do 2040. godine se zimi i za veći dio Hrvatske u proljeće očekuje manji porast količine oborine, dok se za ljeto i u jesen očekuje smanjenje količine oborine u čitavoj zemlji. U razdoblju 2041.- 2070. godine očekuje se smanjenje količine oborine u svim sezonama, osim zimi.

3. Isparavanje

Do 2040. godine očekuje se povećanje isparavanja u proljeće i u ljeto i do 10mm, ali se u većem dijelu sjeverne Hrvatske ne očekuje promjena ukupnog ljetnog isparavanja. Porast isparavanja nastavlja se u razdoblju 2041.-2070., prvenstveno u proljeće, pri čemu neće prelaziti 20mm, dok se u ljetnim mjesecima ne očekuje promjena isparavanja, osim u primorju.

4. Vlažnost zraka

Do 2040. godine očekuje se porast vlažnosti zraka kroz cijelu godinu, najviše ljeti na Jadranu. U razdoblju 2041.- 2070. godine očekuje se porast vlažnosti zraka jednolik u čitavoj Hrvatskoj, nešto veći ljeti na Jadranu.

5. Sunčevo zračenje

Do 2040. godine očekuje se smanjenje sunčevog zračenja zimi, najmanje na južnim otocima, a najveće u sjevernoj Hrvatskoj, proljetno smanjenje najviše na Jadranu i gorskoj Hrvatskoj te porast sunčevog zračenja ljeti i u jesen. U razdoblju 2041.-2070. godine, očekuje se zimsko smanjenje količine sunčevog zračenja, najviše u sjevernoj Hrvatskoj te proljetni, ljetni i jesenski porast, najviše u gorskoj i središnjoj Hrvatskoj, a najmanje u srednjoj Dalmaciji.

6.4. Procjena budućih utjecaja klimatskih promjena na sektor - Bioraznolikost

6.4.1. Utjecaj promjene klimatskih parametara / fizičkih karakteristike u sektoru

S obzirom na raspoloživost informacija, odnosno u skladu s postojećim scenarijima u sektoru bioraznolikost možemo očekivati složen i trajan utjecaj klimatskih promjena na sektor kroz brojne promjene: **potapanje obalnih staništa, zaslanjenje kopnenih i slatkovodnih staništa uz morsku obalu, a rijeka i dublje uz stvaranje estuarija; isušivanje vlažnih kopnenih staništa; povećanje aridnog područja; smanjenje, promjene udjela te eventualni nestanak nekih staništa i vrsta, dakle pad bioraznolikosti** te **pojavu i širenje nekih invazivnih vrsta**. Promjene u ekosustavima, obzirom na klimatske promjene detaljnije su predstavljene u tablicama 6-7 i 6-8. i direktno ukazuju na najopsežnije posljedice klimatskih promjena u mediteranskom obalnom pojasu.

Tablica 6-7: Očekivane osnovne posljedice utjecaja klimatskih promjena na prirodne ekosustave

Tip ekosustava	Povećanje temperature zraka	Smanjenje količina i promjene rasporeda oborina	Pojava klimatskih ekstrema	Podizanje razine mora
Travnjaci	Isušivanje	Isušivanje	Ogoljivanje	
Šume	Isušivanje	Isušivanje	Lom i pojava štetnika	
Grmlje	Isušivanje	Isušivanje	Lom i pojava štetnika	
Slabo obraslo zemljište	Isušivanje	Isušivanje		
Močvare	Isušivanje	Isušivanje	Isušivanje	Zaslanjenje obalnih močvara
Rijeke i jezera	Zagrijavanje	Smanjenje	Isušivanje	Zaslanjenje obalnih rijeka i jezera
More	Zagrijavanje Invazivne vrste	Zaslanjenje	Uništavanje obalnih ekosustava	Potapanje priobalnih ekosustava
Planine	Podizanje klimazonalne vegetacije	Isušivanje šuma	Lom šuma i pojava štetnika	
Otoci	Podizanje klimazonalne vegetacije	Isušivanje svih staništa	Smanjenje šumskih staništa	Potapanje otočnih priobalnih ekosustava
Podzemlje	Zagrijavanje	Isušivanje	Isušivanje	Potapanje priobalnih špilja

Izvor: Data and maps (European Environment Agency, 2017c)

Tablica 6-8: Utvrđene i predviđene posljedice klimatskih promjena na glavne biogeografske regije u Europi

Kontinentalna	Planinska	Mediteranska	Obala
Povećanje toplinskih ekstrema	Povećanje prosječne temperature	Drastično povećanje temperaturnih ekstrema	Podizanje razine mora
Pad količina ljetnih oborina	Smanjenje glečera	Pad oborina i riječnih tokova	Povišenje površinske temperature mora
Povećanje rizika od poplava	Povećanje broja vrsta	Povećanje rizika suša	Povećanje kiselosti mora
Povećanje rizika od požara	Povećanje rizika od izumiranja alpskih vrsta	Povećanje rizika pada bioraznolikosti	Migracija morskih vrsta prema sjeveru
Pad ekonomske vrijednosti šuma	Povećanje rizika bolesti šuma	Povećanje rizika požara	Rizik i moguće promjene u ribarstvu
Povećanje korištenja energije za hlađenje	Povećanje rizika klizišta i pada stijena	Povećanje kompeticija korisnika vode	Promjene fitoplanktonskih zajednica
	Promjena potencijala HE sektora	Povećanje nestašice vode u poljoprivredi	Povećanje broja mrtvih morskih područja
	Pad skijaškog turizma	Pad prinosa u poljoprivredi	Povećanje rizika prijenosa bolesti preko mora
		Povećanje rizika u stočarstvu	
		Povećanje mortaliteta uslijed toplinskih udara	
		Širenje staništa s vektorima južnjačkih bolesti	
		Pad potencijala energetske proizvodnje	
		Povećanje korištenja energije za hlađenje	
		Pad ljetnog turizma i potencijalno povećanje ostalih	
		Povećanje multiklimatskih rizika	
		Negativne posljedice za većinu gospodarskih sektora	
		Velika osjetljivost na posljedice KP u vaneuropskim zemljama	

Izvor: Data and maps (European Environment Agency, 2017c)

6.4.2. Očekivana ranjivosti te moguće posljedice promjena

Očekivane posljedice na bioraznolikost, odnosno postojeće vrste mogu biti pozitivne, neutralne i negativne.

Negativne posljedice klimatskih promjena na pojedine vrste su:

- smanjenje vigora jedinki
- oštećenja jedinki i obolijevanje od bolesti i štetnika
- pojava kompeticijske invazivne vrste
- smanjenje populacija
- smanjenje areala vrste
- cjepkanje areala na disjunktne populacije
- pojava ugroze pojedine vrste te u konačnici regionalno ili globalno izumiranje vrste.

Odnos očekivanih klimatskih promjena na pojedine vrste za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine prikazane su u tablici 6-9.

Tablica 6-9: Potencijalni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i stupanj ranjivosti – Bioraznolikost

Potencijalni utjecaj	Mogućnost pojavljivanja[198]	Stupanj utjecaja[199]	Stupanj ranjivosti[200]
Promjene karakteristike klima: Povećanje prosječne temperature zraka			
Abortiranje cvatnje biljnih kriofilnih i stenotermnih vrsta uz skraćenje vegetacije i smanjenje vigora	5	5	visok
Smanjenje i cjepkanje areala kriofilnih i stenotermnih vrsta uz širenje invazivnih	4	4	srednji
Širenje areala termofilnih vrsta (i pozitivno i negativno)	5	5	visok
Promjene karakteristike klima: Smanjenje količina i promjene rasporeda oborina			
Smanjenje turgora i vigora, sušenje i izumiranje higrofilnih vrsta	5	4	visok
Smanjenje i cjepkanje areala higrofilnih vrsta uz širenje invazivnih vrsta	4	4	srednji
Širenje areala kserofilnih vrsta (i pozitivno i negativno)	5	4	visok
Promjene karakteristike klima: Povećanje prosječne temperature zraka i smanjenje količina oborina			
Smanjenje populacija šumskih vrsta uslijed učestalih požara	5	4	visok
Promjene karakteristike klima: Pojava klimatskih ekstrema			
Oštećenja, lom, ledolom i čupanja stabala te posljedična pojava bolesti i štetnika	4	3	srednji
Ogoljivanje uslijed pojava bujica i pojačane eolske erozije	2	3	nizak
Ozljeđivanje faune, posebno ptica	3	4	srednji
Promjene karakteristike klima: Podizanje razine mora			
Smanjenje i nestanak halofilnih vrsta uslijed potapanja obalnih staništa	5	3	srednji
Smanjenje i nestanak slatkovodnih vrsta jadranskog sliva uslijed zaslanjenja obalnih staništa	5	4	visoki
Širenje areala morskih litoralnih vrsta (i pozitivno i negativno)	3	2	niski
Promjene karakteristike klima: Povećanje temperature mora			
Širenje morskih vrsta prema sjeveru i pojava termofilnih (tropskih) invazivnih morskih vrsta	4	5	visoki

[198] 5 = više od 90%, 4 = više od 66%, 3 = više od 50%, 2 = više od 33%, 1 = manje od 33%
[199] 5 = vrlo visok, 4 = visok, 3 = srednje visoke, 2 = nizak, 1 = vrlo nizak
[200] Nizak (zeleno), srednji (narančasto), visok (crveno)

Generalna negativna posljedica uslijed klimatskih promjena je **pojava i širenje alohtonih i invazivnih vrsta** što redovito rezultira potiskivanjem, pa i izumiranjem autohtonih vrsta, posebno stenotermnih, higrofilnih i osjetljivih, primjerice tercijarnih i glacijalnih relikata.

Potencijalne pozitivne posljedice prisutne su prvenstveno za autohtone termofilne i kserotolerantne vrste za koje možemo očekivati širenje areala i povećanje populacija, ukoliko ih ne potisne neka invazivna vrsta, još adaptivnija na klimatske promjene.

Pojedine vrste organizama mogu vertikalno ili horizontalno **promijeniti areal rasprostranjenja**, primjerice pomaknuti se na višu nadmorsku visinu (npr. jela na Biokovu) ili s juga više na sjever (npr. neke mediteranske vrste gljiva) ili s istoka više na zapad (npr. neke vrste pontskog rasprostranjenja).

Na području Republike Hrvatske prisutan je veliki broj staništa za koje možemo predvidjeti negativni utjecaj klimatskih promjena. Prisutno je 6 osnovnih i 23 specifična staništa prema NKS[201], za koja se predviđa smanjenje uslijed negativnog utjecaja klimatskih promjena. Navedena staništa prikazana su u tablici 6-10.

Tablica 6-10: Predviđene kategorije prirodnih staništa (NKS) za koje se predviđa smanjenje uslijed negativnog utjecaja klimatskih promjena

RB	Osnovno stanište	Specifična kategorija staništa
1	A. Površinske kopnene vode i močvarna staništa	A.1. Stajaćice
2		A.2. Tekućice
3		A.3. Hidrofitska staništa slatkih voda
4	C. Travnjaci, cretovi i visoke zeleni	C.1. Cretovi
5		C.2. Higrofilni i mezofilni travnjaci
6		C.5. Visoke zeleni
7	E. Šume	E.1. Priobalne poplavne šume vrba i topola
8		E.2. Poplavne šume hrasta lužnjaka, crne johe i poljskog jasena
9		E.3. Šume listopadnih hrastova izvan dohvata poplava
10		E.4. Brdske bukove šume
11		E.5. Bukovo-jelove šume
12		E.6. Pretplaninske bukove šume
13		E.7. Kontinentalne crnogorične šume
14	F. Morska obala	F.2. Pjeskovita morska obala
15		F.3. Šljunkovita morska obala
16		F.4. Stjenovita morska obala
17	H. Podzemlje	H.1. Krške špilje i jame
18		H.2. Nekrške špilje i jame
19		H.3. Intersticijska podzemna staništa
20	I. Kultivirane nešumske površine i staništa s korovnom i ruderalnom vegetacijom*	I.2. Mozaičke kultivirane površine
21		I.6. Proizvodni vrtovi i rasadnici
22		I.7. Međe i ograde kultiviranih površina
23	J. Izgrađena i industrijska staništa*	J.1. Sela

*Napomena: zvjezdica * označava antropogena staništa*

Sve vrste koje pripadaju ovim staništima, a posebno provodne, koje mogu opstati samo u njima treba smatrati posebno ugroženima na posljedice klimatskih promjena. U svakom slučaju potrebna je daljnja detaljna razrada kako bi se rangirala specifična staništa prema razini ugroze.

[201] Nacionalna klasifikacija staništa Republike Hrvatske (III. dopunjena verzija) (Državni zavod za zaštitu prirode, 2009)

6.4.3. Potencijalni pozitivni utjecaji klimatskih promjena na bioraznolikost

Pozitivne posljedice klimatskih promjena na sektor bioraznolikost sagledavaju se na dvije razine. Prva je razina samo-inducirane pozitivne promjene u sektoru, a druga je pozitivne antropogeno inducirane promjene u sektoru.

Samo-inducirane pozitivne promjene sektora za bioraznolikost uslijed klimatskih promjena, odnose se prvenstveno na širenje areala pojedinih ekosustava, prirodnih staništa i pratećih vrsta. Predviđene klimatske promjene koje uključuju povećanje prosječne temperature zraka i smanjenje oborina dovode do povećane aridnosti dijelova Republike Hrvatske te dovode do širenja prvenstveno suhih staništa i pratećih vrsta. Predviđene kategorije staništa, sukladno NKS-u, za koje se predviđa širenje i povećanje areala uslijed klimatskih promjena, prikazane su u Tablici 6-11.

Pozitivne antropogeno-inducirane promjene sektora za bioraznolikost, odnose se prvenstveno na sve ljudske aktivnosti vezane uz mitigaciju i adaptaciju na klimatske promjene te s time u vezi održanje postojeće razine očuvanja ili čak poboljšanje stanja bioraznolikosti.

Tablica 6-11: Kategorije prirodnih i antropogenih staništa (NKS) za koje se predviđa širenje uslijed klimatskih promjena

RB	Osnovno stanište	Specifična kategorija staništa
1	A. Površinske kopnene vode i močvarna staništa	A.4. Obrasle obale površinskih kopnenih voda i močvarna staništa
2	B. Neobrasle i slabo obrasle kopnene površine	B.3. Požarišta
3		B.4. Erodirane površine
4	C. Travnjaci, cretovi i visoke zeleni	C.3. Suhi travnjaci
5	D. Šikare	D.1. Kontinentalne šikare
6		D.2. Pretplaninske šikare
7		D.3. Mediteranske šikare
8		D.4. Šikare alohtonog grmlja
9	E. Šume	E.8. Primorske vazdazelene šume i makije
10		E.9. Antropogene šumske sastojine*
11	F. Morska obala	F.1. Muljevita morska obala
12		F.5. Antropogena staništa morske obale*
13	G. More	G.2. Mediolitoral
14		G.3. Infralitoral
15	H. Podzemlje	H.4. Antropogena podzemna staništa*
16	I. Kultivirane nešumske površine i staništa s korovnom i ruderalnom vegetacijom*	I.1. Površine obrasle korovnom i ruderalnom vegetacijom
17		I.3. Intenzivno obrađivane oranice na komasiranim površinama
18		I.5. Voćnjaci, vinogradi i maslinici
19		I.8. Neproizvodne kultivirane zelene površine
20	J. Izgrađena i industrijska staništa*	J.2. Gradovi
21		J.3. Ostale izgrađene negospodarske površine
22		J.4. Gospodarske površine
23		J.5. Umjetna vodena staništa bez poluprirodnih zajednica biljaka i životinja

*Napomena: zvjezdica * označava antropogena staništa*

6.4.4. Međusektorski i prekogranični utjecaji

Klimatske promjene koje utječu na bioraznolikost **imaju posljedično praktički utjecaj na sve ostale sektore**, kao što su: hidrologija te morski i vodni resursi; poljoprivreda; šumarstvo; ribarstvo; prostorno planiranje i upravljanje obalnim područjem; energetika; turizam; zdravlje te upravljanje rizicima, na neke u većoj, a na neke u manjoj mjeri. Primjeri utjecaja promjena u bioraznolikosti koji utječu na druge sektore Procjena odnosa između ranjivosti ovog sektora i drugih sektora sažeto su predstavljeni u tablici 6-12.

Tablica 6-12: Primjeri utjecaja promjena bioraznolikosti na druge sektore s utjecaja

RB	Sektor	Primjeri utjecaja na sektor	Procjena utjecaja sektora (1-5)[202]
1	Hidrologija, morski i vodni resursi	Smanjenje količine podzemnih voda Zaslanjenje slatkovodnih priobalnih sustava	3
2	Poljoprivreda	Smanjenje prinosa biljne mase pašnjačkih površina	3
3	Šumarstvo	Promjena šumske vegetacije (Katunar, 2011) Smanjenje areala i sušenje jele (Anić, 2009) Smanjenje areala i sušenje smreke	4
4	Ribarstvo	Pad količine ulova ribe zbog promjene u ekosustavu mora	3
5	Prostorno planiranje i upravljanje obalnim područjem	Potapanje dijela obalnih područja (Benac, 1996) (Barić, 2008)	4
6	Energetika	Smanjenje proizvodnje električne energije uslijed smanjenja količine vode u prirodnim ekosustavima	3
7	Turizam	Gubitak vrijednih prirodnih ekosustava i bioraznolikosti - temelja turističke atraktivnosti Republike Hrvatske Potapanje obalnih ekosustava i pad kvalitete mora – temelja ljetnog morskog turizma Sušenje i pad bioraznolikosti šuma na području Gorske Hrvatske Nemogućnost kupanja uslijed eutrofizacije slatkovodnih staništa	5
8	Zdravlje	Narušavanje zdravlja na nacionalnoj razini uslijed smanjenja usluga ekosustava	5
9	Upravljanje rizicima	Povećanje rizika zbog nemogućnosti osiguranja sirovina, usluga ekosustava, energije, prihoda od turizma, povećanje troškova zdravstva i sl.	4

Prekogranični utjecaj klimatskih promjena kod sektora za bioraznolikost, prvenstveno se, sukladno NKS, očituje kod osnovnih staništa: A. Površinske kopnene vode i močvarna staništa, koje uključuje slatkovodna jezera, bare, te stalne i povremene vodotoke te K. Kompleksi staništa, prvenstveno na kompleksno stanište K.1. Estuariji, odnosno donji tokovi rijeka pod utjecajem plime i oseke, koji počinju na granici boćate vode, kao i sve vrste vezane za ova staništa. Naime, veliki broj naših riječnih slivova, jadranskog: Zrmanja, Krka, Cetina, Neretva, izvor Omble te crnomorskog: Mura, Drava, Sava, Dunav, Una, direktno ovise o dotoku vode iz susjednih država, kod jadranskih to je susjedna Bosna i Hercegovina, kod crnomorskih uz BIH tu su: Slovenija, Austrija, Njemačka, Mađarska, Srbija i druge. Posebno su ugrožena sva ova staništa direktno vezana uz postojeće hidroenergetske sustave i pripadajuće akumulacije na području susjednih država, npr. hidroenergetski sustav HE Orlovac direktno vezan za akumulaciju Buško jezero u BIH te HE Dubrovnik direktno vezan za akumulaciju jezera Bileća u BIH na rijeci Trebišnjici. Daljnji hidrotehnički zahvati na rijeci Trebišnjici, kombinirani s negativnim klimatskim promjenama, mogu dovesti do postupne salinizacije cijelog područja delte Neretve te ekološke katastrofe. Stoga je nužno provoditi međudržavno planiranje novih hidrotehničkih zahvata te mjera za prilagodbu klimatskim promjenama, a vodeći računa o sve snažnije rastućim prekograničnim utjecajima na navedene ekosustave.

Specifičan vid prekograničnih utjecaja očituje se kroz pojavu invazivnih vrsta iz susjednih ili čak neeuropskih država, kao što je to primjerice slučaj kod invazivnih morskih vrsta. Stoga je potrebno planirati dodatnu edukaciju i pojačani nadzor nad postojećim prometnim koridorima i u lukama, a posebno u vezi ispuštanja balastnih voda iz prekooceanskih brodova.

[202] Procjena stručnjaka

7. ENERGETIKA

Ključne poruke

- Klimatski parametri direktno utječu na energetski sektor u vidu povećane ili smanjene potrebe za energetskim resursima u određenim vremenskim razdobljima. Klimatski ekstremi i prirodne katastrofe mogu poremetiti sigurnu opskrbu energijom.
- Očekivani porast temperature u svim sezonama uzrokuje povećanje potrošnje energije za hlađenje u ljetnom periodu i smanjenje energije potrebne za grijanje u zimskom periodu.
- Ekstremni klimatski događaji negativno utječu na proizvodnju, prijenos i distribuciju energije.
- Smanjenja količina oborina u ljetnom periodu uzrokuju manji doprinos hidroelektrana uz istovremeno povećanje potrebe za električnom energijom u ljetnim mjesecima.
- Smanjenjem količina oborina nastaje i problem kod sustava protočnog hlađenja termoelektrana, što se također negativno odražava na proizvodnju.

7.1. Pregled i važnost sektora, opći utjecaj klime na sektor - Energetika

Sigurna opskrba energijom, kao i osiguravanje dostatne proizvodnje i isporuke energije potrebne za život, rad i poslovanje smatra se ključnim elementom javne sigurnosti, te je od interesa za Republiku Hrvatsku. Prema podacima Državnog zavoda za statistiku u Sektoru opskrbe električnom energijom, plinom, parom i klimatizacijom u 2013. godini bilo je zaposleno 13.703 ljudi s prosječnom neto plaćom u 2013. godini u iznosu od 7.239,00 HRK. Prema podacima koji se tiču financijskih pokazatelja, u ukupnom BDP-u ovaj sektor sudjeluje s 7.620 milijuna HRK godišnje (podatak za 2012. godinu) što predstavlja 2,3% ukupnog BDP-a.

Klimatski parametri direktno utječu na energetski sektor na sljedeći način:

- povećane ili smanjene potrebe za energetskim resursima u određenim vremenskim razdobljima
- klimatski ekstremi i prirodne katastrofe mogu poremetiti sigurnu opskrbu energijom
- energetski sektor često susreće sa velikim izazovima u rješavanju pitanja osiguranja sigurne opskrbe energijom koja je potrebna za život, rad i poslovanje.

Postojeća **Energetska strategija**[203] prepoznala je da se Republika Hrvatska nalazi u neizvjesnim vremenskim uvjetima globalnog tržišta energije, da ima oskudne domaće energijske resurse te da će se nastaviti suočavati s izazovima uzrokovanim klimatskim promjenama. Cilj strategije je težnja izgradnji održivog energetskog sustava. Strategijom je djelomično prepoznato da se utjecaj klimatskih parametara i klimatskih promjena mora uzeti u obzir te da se plan energetskog razvoja mora prilagoditi istima.

Trenutno je u izradi **Strategija niskougljičnog razvoja Republike Hrvatske do 2030. godine s pogledom na 2050. godinu** koja bi trebala usmjeriti gospodarski i socijalni razvoj prema društvu s niskim emisijama stakleničkih plinova[204], a, istovremeno, cilj ovoga projekta, izrada je nacrta Strategije prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu i nacrta Akcijskog plana.

Ova dva dokumenta trebala bi biti podloga za izradu nove strategije energetskog razvoja, izradu budućih planova razvoja energetskog sektora i jačanje zakonskih okvira.

[203] Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske (NN 130/09)
[204] Zakon o zaštiti zraka (NN 47/2014)

7.1.1. Sažeti pregled energetskog sektora

Električna energija

Instalirani kapaciteti za proizvodnju električne energije u Republici Hrvatskoj obuhvaćaju hidro i termoelektrane u sastavu HEP grupe, velik broj vjetroelektrana i drugih elektrana na obnovljive izvore energije u privatnom vlasništvu te određeni broj industrijskih termoelektrana. Kapaciteti za proizvodnju električne energije u sastavu HEP grupe obuhvaćaju 16 pogona hidroelektrana, sedam pogona termoelektrana i polovinu instaliranih kapaciteta u nuklearnoj elektrani Krško (na teritoriju Slovenije). Termoelektrane koriste ugljen, plin i loživo ulje. [205]

Većinski vlasnik nad proizvodnim kapacitetima Republike Hrvatske je HEP d.d. Objekti koji nisu u potpunom vlasništvu HEP–a su NE Krško d.o.o. (696 MW instalirana snaga - mješovito vlasništvo HEP d.d. s udjelom 50% i slovenskog partnera ELES GEN d.o.o. s udjelom 50%) i TE Plomin d.o.o. (mješovito vlasništvo HEP d.d. s udjelom 50% i njemačkog partnera RWE Power s udjelom udio 50%).

Ukupna raspoloživa snaga elektrana u sastavu HEP grupe na teritoriju Republike Hrvatske je 3.857,7 MW (uračunata TE Plomin d.o.o, bez NE Krško d.o.o.), odnosno ukupna snaga elektrana za potrebe hrvatskog elektroenergetskog sustava (EES) je 4.207,5 MW (s 50% NE Krško). Struktura sustava je opisana u Tablica 7-1. U ovu ukupnu snagu nisu uračunati proizvodni kapaciteti na teritoriju drugih zemalja iz kojih elektroenergetski sustav Republike Hrvatske ima pravo isporuke električne energije na temelju zakupa snage i energije ili udjela u vlasništvu. Sljedećom tablicom je dan prikaz instalirane snage, postotnog udjela i proizvodnje električne energije u 2014. godinu za proizvodne kapacitete HEP d.d.

Tablica 7-1: Prikaz instalirane snage, postotnog udjela i proizvodnje električne energije u 2014.godinu za proizvodne kapacitete HEP d.d.

Kapaciteti za proizvodnju električne energije	Raspoloživa snaga	Udio u raspoloživoj snazi	Proizvedena električna energija u 2014. godini	Udio u proizvedenoj električnoj energiji u 2014. godini
	[MW]	[%]	[GWh]	[%]
Hidroelektrane (HE)	**2.188,50**	**52,01**	**9.067,90**	**60,50**
HE Zakučac	*522*			
RHE Velebit	*276*			
HE Orlovac	*237*			
HE Senj	*216*			
HE Dubrovnik	*228*			
Ostalo	*709,50*			
Termoelektrane (TE)	**1.479,00**	**35,15**	**1.449,70**	**9,67**
TE-TO Zagreb	*422,00*			
TE Sisak	*396,00*			
TE Rijeka	*303,00*			
Ostalo	*358,00*			
TE Plomin d.o.o. (B)	**192**	**4,56**	**1.440,80**	**9,61**
Nuklearna elektrana Krško (NE Krško)	**348**	**8,27**	**3.030,20**	**20,22**
Ukupno	**4.207,50**	**100,00**	**14.988,60**	**100,00**

Kao što je vidljivo iz gornje tablice hidroelektrane su najvažniji izvor električne energije u Republici Hrvatskoj a, uz njih postoji još jedan dio manjih HE te reverzibilnih i protočnih hidroelektrana.

[205] Energija u Hrvatskoj 2014 (Ministarstvo gospodarstva i Energetski institut Hrvoje Požar, 2016)

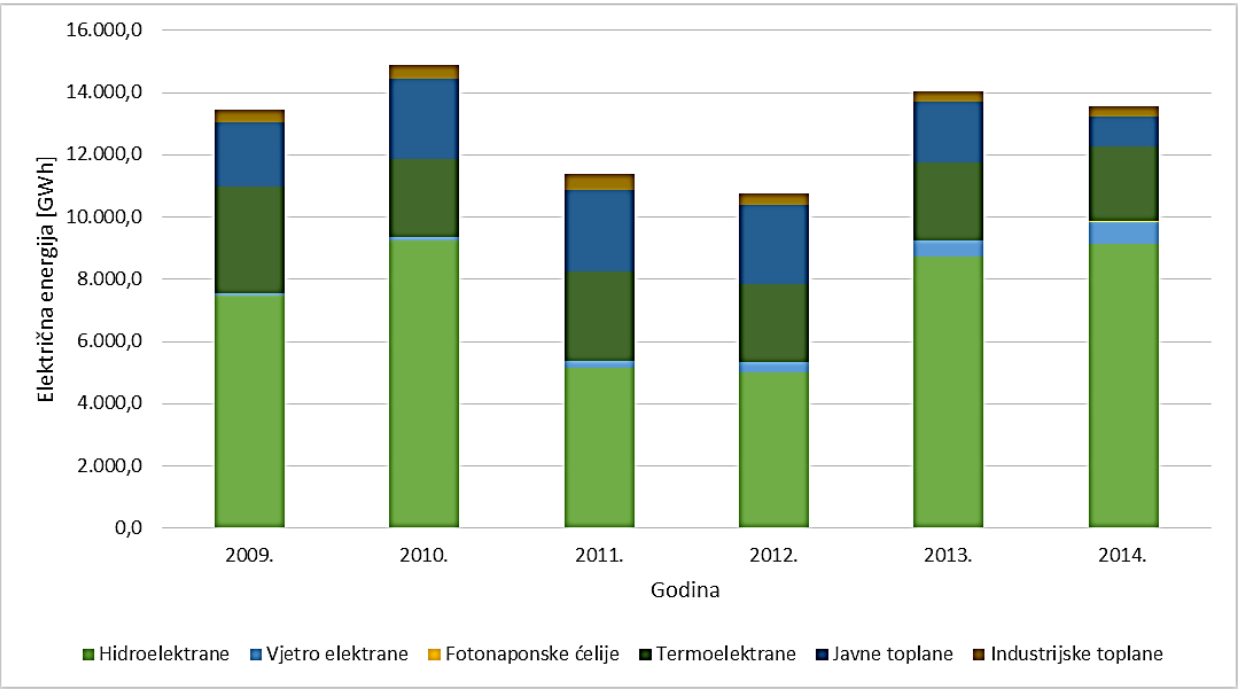
U sastavu HEP grupe nalazi se 8 termoelektrana od koji su najznačajnije TE-TO Zagreb s 422 MW instalirane snage, TE Sisak s 396 MW te TE Rijeka s 303 MW instalirane snage.

U Republici Hrvatskoj postoji oko 402 MW instaliranih kapaciteta za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije koje nisu u sastavu HEP grupe.

Sljedećom tablicom prikazana je proizvodnja električne energije po pojedinim sustavima za proizvodnju te odnos uvoza i izvora kroz godine.

Tablica 7-2: Prikaz proizvodnje električne energije po pojedinim sustavima za proizvodnju te odnos uvoza i izvoza kroz godine

	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	Promjena 2014. /13	Promjena 2009. - 2014.
	GWh						%	
Proizvodnja	13.456,0	14.902,1	11.372,0	10.755,3	14.052,2	13.553,8	-3,5	0,1
- hidroelektrane	7.493,3	9.232,3	5.161,7	4.999,1	8.727,0	9.124,3	4,6	4,0
- vjetro elektrane	54,2	139,1	201,0	328,7	517,3	730,0	41,1	68,2
- fotonaponske ćelije	0,1	0,1	0,1	2,4	11,3	35,2	211,5	-
- termoelektrane	3.422,2	2.494,8	2.876,6	2.513,1	2.501,2	2.374,3	-5,1	-7,1
- javne toplane	2.090,3	2.589,0	2.620,6	2.529,2	1.968,8	951,8	-51,7	-14,6
- industrijske toplane	395,9	446,8	511,9	382,8	326,6	338,2	3,6	-3,1
Uvoz	7.580,7	6.682,4	8.729,9	9.230,8	,6845,3	6.777,1	-1,0	-2,2
Izvoz	2.577,5	2.714,5	1.574,3	1.799,7	2.975,9	2.824,2	-5,1	1,8
Ukupna potrošnja	**18.459,2**	**18.870,0**	**18.527,6**	**18.186,4**	**17.921,6**	**17.506,7**	**-2,3**	**-1,1**



Slika 7-1: Prikaz proizvodnje električne energije po pojedinim sustavima za proizvodnju

Sastavni dio svakog elektroenergetskog sustava je i elektroenergetska mreža koja ima zadatak povezati proizvodna postrojenja i potrošače te omogućiti sigurnu opskrbu potrošača električnom energijom. Elektroenergetska mreža dijeli se na dva dijela: prijenosnu i distribucijsku mrežu.

Prirodni plin

Prirodni plin se proizvodi iz 16 plinskih polja Panona i 10 plinskih polja Jadrana čime se podmiruje 71,5% domaćih potreba. Međutim, kada se u proračun uključi samo prirodni plin iz Jadrana koji pripada Hrvatskoj, domaćim prirodnim plinom je podmireno 55,4% ukupnih potreba. Kapaciteti Centralnih plinskih stanica Molve I i III koje se koriste u procesu prerade kapacitet su 1 i 6 10^6 m^3/dan.

Sljedećom tablicom dan je prikaz odnosa proizvodnje, uvoza i izvora kroz niz godina od 2009.-2014. godine.

Tablica 7-3: Prikaz odnosa proizvodnje, uvoza i izvora kroz niz godina od 2009.-2014.godine

	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.	2014.	Promjena 2014./13.	Promjena 2009. -2014.
	milijuna m^3						%	
Proizvodnja	2.704,8	2.727,2	2.471,4	2.013,1	1.856,1	1.747,0	-5,9	-8,4
Uvoz	1.044,2	1.069,6	876,1	1.357,7	1.270,4	1.132,6	-10,8	1,6
Izvoz	804,9	484,1	258,6	256,8	376,1	433,9	15,4	-11,6
Saldo skladišta	15,3	-71,2	76,1	-142,3	59,5	-2,1	-	-
Ukupna potrošnja	**2.959,4**	**3.241,5**	**3.165,0**	**2.971,7**	**2.809,9**	**2.443,6**	**-13**	**-1,1**

Operator transportnog sustava, PLINACRO d.o.o. raspolaže s ukupno 2.694 km cjevovoda, a u 2014. godini transport plina se odvijao putem 2.410 km plinovoda. Istodobno je u Hrvatskoj poslovalo 35 tvrtki koje su se bavile distribucijom prirodnog plina.

Nafta, naftni derivati i biogoriva

Prema Državnom zavodu za statistiku, u 2015. godini Republika Hrvatska je uvezla 2.764.000 tona sirove nafte dok je proizvedeno 675.000 tona na domaćim bušotinama. Sirova nafta se proizvodi iz 33 naftna polja a plinski kondenzat iz 8 plinsko-kondenzatnih polja. Distribucija proizvedene nafte u Republici Hrvatskoj i uvezene nafte vrši se transportnim naftovodom JANAF-a. JANAF se sastoji od terminala Omišalj na otoku Krku, cjevovoda dugačkog 622 km, terminala u Sisku, Virju i kod Slavonskog Broda i podmorskog naftovoda Omišalj-Urinj (povezuje terminal na Krku i Rafineriju Rijeka). U Hrvatskoj postoje dvije rafinerije, u Sisku i Rijeci, koje imaju relativno zastarjelu tehnologiju te su im nužne modernizacije. Pregled fosilnih izvora energije i infrastrukture dan je unutar ovoga poglavlja jer su isti sastavni dio cjelokupnog energetskog sektora. No, iako je u Tablici 7-4 prepoznat kao visoko ranjiv, u pogledu ranjivosti utjecaj klimatskih promjena na fosilne izvore energije nije detaljnije razmatran dalje u ovom dokumentu nije detaljnije razmatran utjecaj klimatskih promjena na fosilne izvore energije, osim negativnog utjecaja na proizvodnju iz termoelektrana, s obzirom da se na ovaj sektor neposredno utječe kroz kasnije predložene mjere prilagodbe energetskog sektora i to posebice težnjom ka diversifikaciji izvora energije, ali u smjeru povećanja korištenja obnovljivih izvora energije, a ne fosilnih goriva, te revitalizacijom postojećih termoelektrana. Isto tako „Strategija niskougljičnog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu“, koja je trenutačno u završnoj fazi izrade, težnju u primarnoj proizvodnji energije prebacuje na obnovljive izvore energije.

Toplinska energija

U Republici Hrvatskoj toplinski sustav postoji uglavnom u kontinentalnom dijelu. U 2014. godini u Republici Hrvatskoj isporučeno je više od 2 TWh toplinske energije. Energetsku djelatnost: proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinskom energijom u 2014. godini obavljalo je 12 tvrtki u 17 gradova u Republici Hrvatskoj.[206] Usluga grijanja i pripreme potrošne tople vode se vrši za 154.000 kupaca toplinske energije. Kupci toplinske energije su dominantno u kategoriji kućanstvo s 96% udjela dok je na modelu poduzetništvo ostatak od 4%. Toplinska energija se proizvodi u kogeneracijskim postrojenjima u gradovima Zagrebu, Sisku i Osijeku ili u mini toplanama, blokovskim i kućnim kotlovnicama za pojedina naselja, te s vrelovodima, toplovodima i parovodima ukupne duljine oko 410 km distribuira do objekta u kojima se toplinskim stanicama predaje potrošačima.

U Zagrebu, Osijeku i Sisku proizvodi se i isporučuje i tehnološka para za potrebe industrije, a dijelom i za potrebe grijanja prostora.

7.2. Trenutačno stanje i utjecaj klimatskih parametara na sektor - Energetika

Energetski sektor direktno je povezan s utjecajem klimatskih parametara i klimatskim promjenama. Klimatske promjene sa kojima smo već suočeni i koje nas očekuju i u narednom periodu su:

- promjena u količini oborina (zimi više oborina-ljeti manje oborina),
- veća količina i intenzitet ekstremnih događaja (ledolomi, vjetrolomi, suše, poplave, grmljavinske oluje),
- učestaliji vjetrovi većeg intenziteta,
- globalni rast temperature u svim sezonama,
- porast razine mora.

Sljedećim primjerima pokazani su neki od klimatskih parametara i neke klimatske promjene te kako isti direktno utječu na proizvodnju, prijenos i distribuciju energije:

- povećana temperatura ljeti utječe na povećanu potrošnju električne energije koja je potrebna za hlađenje
- niske temperature zimi utječu na povećanje potrošnje energije za grijanje
- globalni porast temperature u svim sezonama uzrokuje povećanje potrošnje energije za hlađenje u ljetnom periodu i smanjenje energije potrebne za grijanje u zimskom periodu
- smanjenja količina oborina u ljetnom periodu uzrokuju manji doprinos hidroelektrana uz istovremeno povećanje potrebe za električnom energijom u ljetnim mjesecima (veća potrošnja radi globalnog porasta temperature). Smanjenjem količina oborina nastaje i problem kod sustava protočnog hlađenja termoelektrana
- povećanje količina oborina u zimskom periodu i prijelaznim periodima uzrokuje mogućnost poplava koje tada mogu uzrokovati štete u proizvodnji, prijenosu i distribuciji energije
- utjecaj pojačanog intenziteta vjetrova, kod vjetroelektrana, dovodi do povećanja srednje brzine vjetra koja pozitivno utječe na proizvodnju električne energije, ali samo do određenih vrijednosti brzine vjetra
- pojačani intenzitet vjetra kao posljedicu može imati negativan utjecaj zbog mogućnosti oštećenja nadzemnih vodova
- ekstremni klimatski događaji utječu na proizvodnju energije, ali i prijenos i distribuciju. Ekstremni klimatski događaji mogu uzrokovati fizička oštećenja zbog oluja ili poplava; visoke

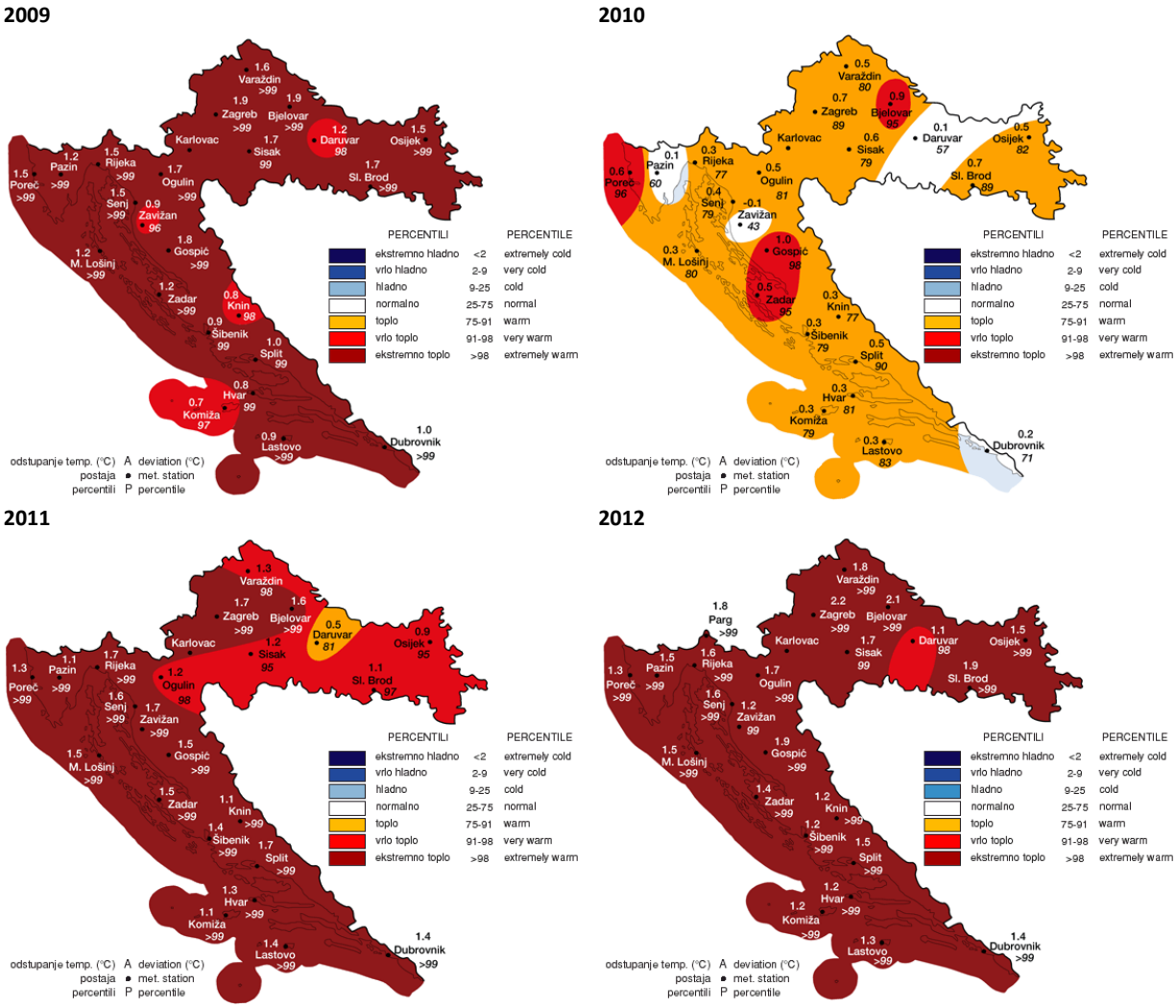
[206] Gradovi u kojima postoje toplinarski sustavi su: Zagreb, Rijeka, Osijek, Varaždin, Virovitica, Karlovac, Ogulin, Topusko, Slavonski Brod, Vukovar, Vinkovci, Požega, Sisak, Velika Gorica, Samobor i Zaprešić.

temperature imaju fizički utjecaj na kablove koji dovodi do smanjenja transmisijske efikasnosti vodiča, ledolomi uzrokuju oštećenja i prekide u prijenosu i distribuciji i slično. Nadalje, moguće su znatnije teškoće ili potpuni prekidi opskrbe fosilnim gorivima, neovisno da li se radi o daljnjoj preradi/proizvodnji ili neposrednoj potrošnji.

Kroz sljedeće analize dan je prikaz odstupanja srednje temperature zraka i količine oborine na području Republike Hrvatske od 2001. do 2012. godine kako bi se pokazao njihov direktan utjecaj na sustav neposredne potrošnje i proizvodnje primarne energije.

7.2.1. Utjecaj odstupanja srednje temperature zraka na povećanje neposredne potrošnje energije

Slika 7-2 prikazuje odstupanje srednje temperature zraka u periodu od 2009. do 2012. godine u odnosu na višegodišnji prosjek (1961.-1990. godina). Skala boja na prikazima kreće se od tamno plave koja označava ekstremno hladno, preko bijele koja označava normalnu temperaturu do smeđe boje koja označava ekstremno toplo vrijeme. Iz Slika 7-2 vidljivo je da su za većinu prikazanih godina odstupanja srednje temperature zraka uglavnom ekstremno toplije od prosjeka, a prosječna temperatura (normalno –bijela boja) bila je zabilježena u svega nekoliko regija u 2010. godini.

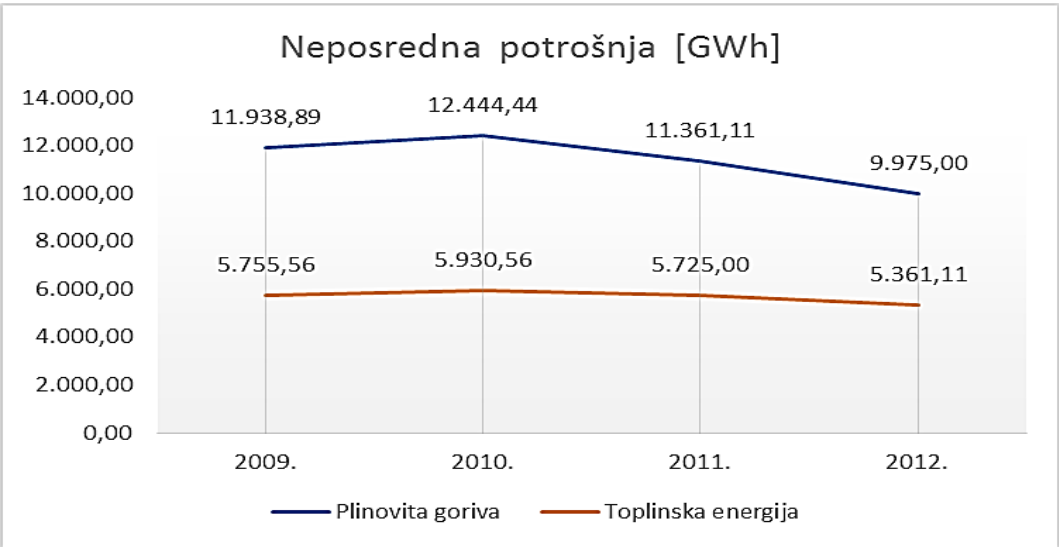


Slika 7-2: Odstupanja srednje temperature zraka u pojedinoj godini u odnosu na višegodišnji prosjek (1961.-1990.) za period od 2009. do 2012. godine

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ, 2017)

Slika 7-3 prikazuje neposrednu potrošnju plinovitih goriva i toplinske energije za period od 2009. godine do 2012. godine. Usporedbom prethodne dvije slike možemo uočiti korelaciju između navedenih parametara. Neposredna potrošnja plinovitih goriva i toplinske energije je najveća u 2010. godini dok je istovremeno 2010. godina bila relativno hladnija u odnosu na ostale godine. Iako se plinovita goriva koriste i u ostalim sektorima, a ne samo u zgradarstvu, uočeno je da se ipak znakovita povećana potrošnja plinovitih goriva poklapa s godinom koja je relativno hladnija od

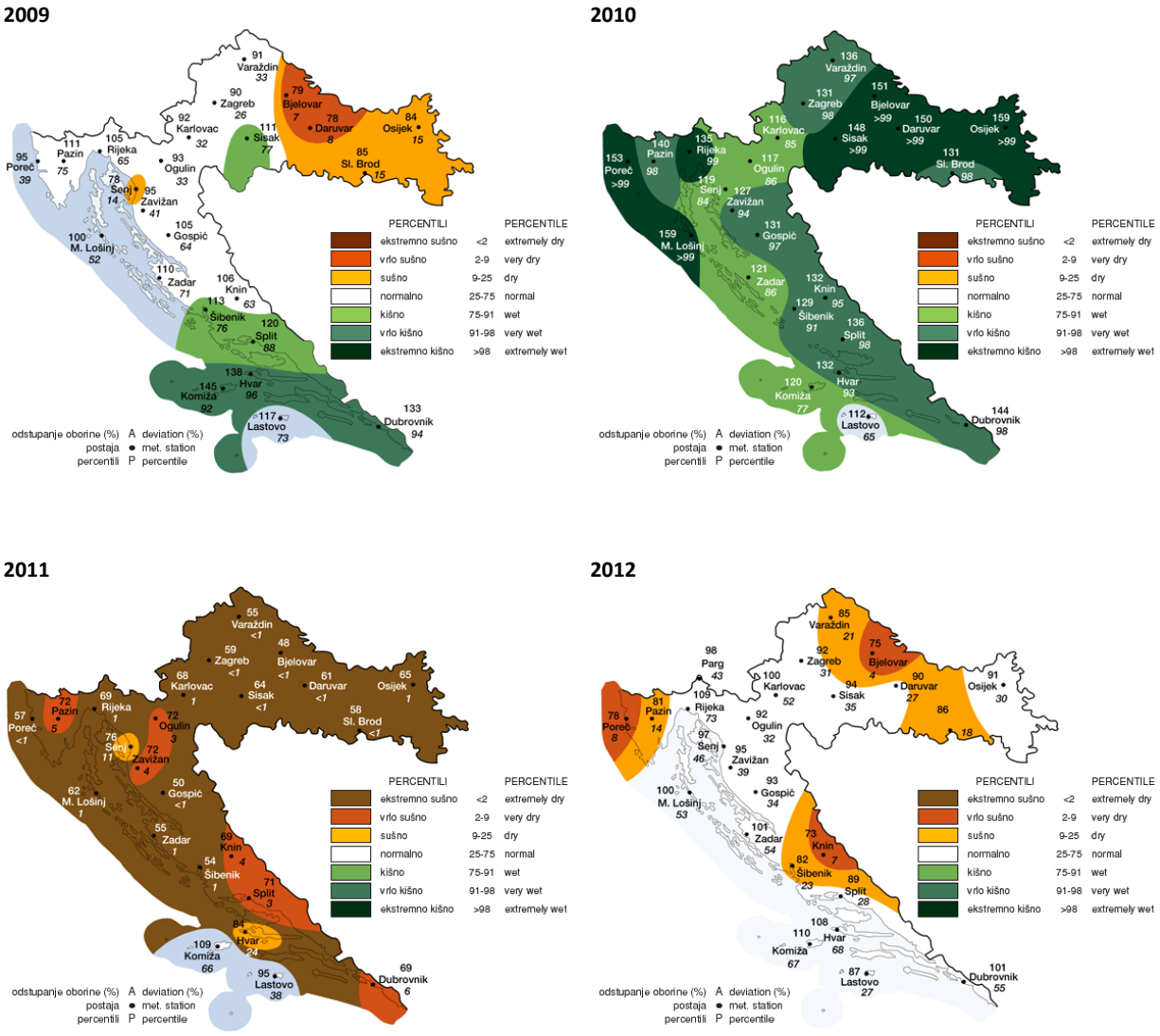
ostalih. Toplinska energija je direktno povezana s parametrom temperature te je navedena usporedba itekako opravdana.



Slika 7-3 Neposredna potrošnja plinovitih goriva i toplinske energije u GWh u periodu od 2009. do 2012. godine
Izvor: Energija u Hrvatskoj 2014 (Ministarstvo gospodarstva i Energetski institut Hrvoje Požar, 2016)

7.2.2. Utjecaj odstupanja količine oborina na proizvodnju energije iz vodnih snaga

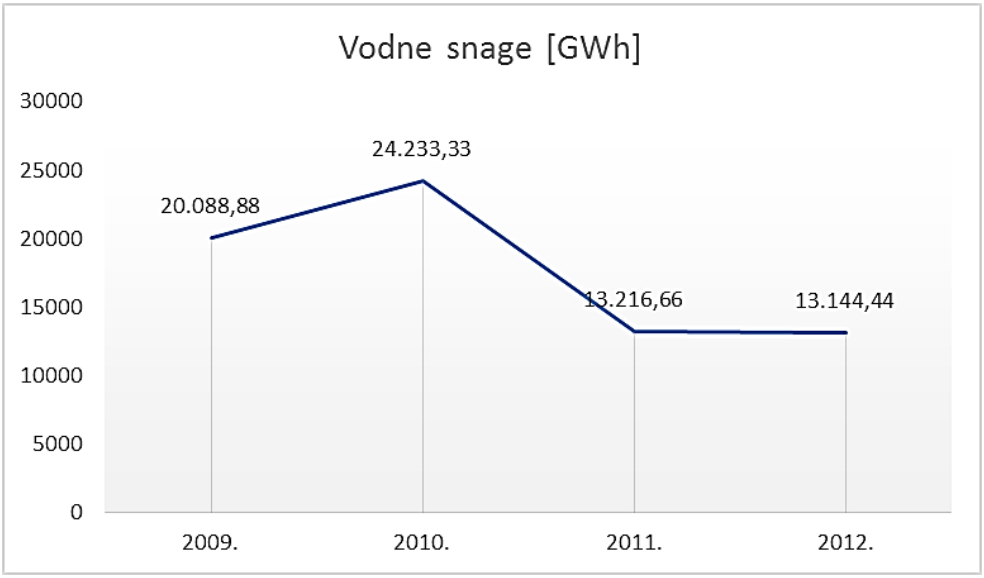
Slika 7-4 prikazuje odstupanje količine oborina u periodu od 2009. do 2012. godine u odnosu na višegodišnji prosjek (1961.-1990. godina). Skala boja na prikazima kreće se od smeđe boje koja označava ekstremno sušna razdoblja, preko bijele koja označava normalna razdoblja do tamno zelene boje koja označava ekstremno kišne godine. Ističu se 2010. godina kao vrlo kišna godina, te 2011. godina kao ekstremno sušna godina u nedavnoj prošlosti.



Slika 7-4: Odstupanja količine oborina u pojedinoj godini u odnosu na višegodišnji prosjek (1961.-1990.) za period od 2009. do 2012. godine

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ, 2017)

Slika 7-5 prikazuje proizvodnje primarne energije vodnih snaga za period od 2009. godine do 2012. godine.



Slika 7-5: Proizvodnja primarne energije u GWh iz vodnih snaga u periodu od 2009. do 2012. godine
Izvor: Energija u Hrvatskoj 2014 (Ministarstvo gospodarstva i Energetski institut Hrvoje Požar, 2016)

Usporedbom prethodne dvije slike možemo uočiti korelaciju između navedenih parametara. Kako je pokazano kroz gore navedene slike najveća proizvodnja primarne energije iz vodenih snaga zabilježena je u 2010. godini, dok je istovremeno 2010. godina u periodu od 2009. godine do 2012. godine bila vrlo kišna godina za znatno većom količinom oborina u odnosu na ostale godine. Proizvodnja električne energije u hidroelektranama je direktno vezana za vodne potencijale koju variraju ovisno o količini padalina. Ovaj segment elektroenergetskog sustava je najosjetljiviji na klimatski parametar količine oborina i klimatske promjene u vidu smanjenje proizvodnje uzrokovane povećavanjem prosječne temperature te neposrednim stvaranjem sušnih razdoblja, kao i povećane proizvodnje u periodima povećanih količina oborina.

7.2.3. Utjecaj ekstremnog vremenskog događaja na energetsku infrastrukturu

U proteklih nekoliko godina svjedoci smo koliko ekstremni vremenski događaji mogu prouzročiti velike štete na infrastrukturi i energetskim postrojenjima.

Ledena oluja, 2014. godine, okovala je Gorski Kotar i porušila stabla. Mještani pogođenog područja bili su odsječeni od ostatka Hrvatske. Bez priključka na izvor električne energije ostalo je čak 6.301 kućanstvo. Ovim ekstremnim događajem oštećeno je više od 500 kilometara nadzemne mreže, dok su dva oštećena dalekovoda 400 kW (Melina - Velebit i Melina - Tumbri) bili od 2. do 5. veljače ozbiljna prijetnja održavanju jedinstvenosti hrvatskog elektroenergetskog sustava.

Samo na elektrodistribucijskoj i prijenosnoj mreži šteta je iznosila oko 106 milijuna HRK, što je najveća mirnodopska šteta u povijesti HEP-a. Brzom reakcijom i naporima u roku jednog dana električnu energiju dobilo je više od 1.000 kućanstva ali ne i ostalih 5.000 kućanstva. Radnici HEP-a su tjednima radili i pomagali ljudima kako bi se stanje stabiliziralo. Nakon obnove, a s ciljem jačanja i modernizacije distribucijske mreže, HEP je pokrenuo novi trogodišnji investicijski Program Gorski kotar, vrijedan 55 milijuna HRK, kojim će Gorski kotar dobiti izvanrednu infrastrukturu na razini najboljih Europskih regija.

Iste godine dogodila se velika poplava u istočnoj Slavoniji. Uz nemjerljive štete koje je pretrpjelo stanovništvo, velika šteta nastala je i na elektrodistribucijskoj mreži. U poplavi je na tom području

znatno oštećena elektrodistribucijska mreža: bez napona bilo je 110 km mreže i više od 3.000 mjernih mjesta. Šteta na srednjenaponskoj i niskonaponskoj mreži te transformatorskim stanicama dosegnula je 12 milijuna HRK. Unatoč poteškoćama, sva niskonaponska mreža ipak je uključena za manje od dva mjeseca.

Postrojenja za proizvodnju i transport prirodnog plina, nafte i naftnih derivata generalno nisu ranjiva na očekivani utjecaj klimatskih promjena, osim na već spomenute ekstremne klimatske događaje, poput velikih poplava, ledoloma, orkanskih oluja i slično. Ekstremni klimatski događaji i njihove posljedice mogu oštetiti infrastrukturu i time prouzročiti materijalne troškove i prekide u proizvodnji i/ili transportu goriva ili energije.

Premda je proizvodnja energije iz fosilnih goriva možda i najmanje ranjiva na očekivane utjecaje klimatskih promjena, taj dio sektora također mora voditi računa o potrebi prilagodbe, iako u budućnosti očekujemo postupno smanjenje korištenja fosilnih goriva u korist obnovljivih izvora energije.

7.3. Očekivane promjene klimatskih parametara do 2040. te 2070. godine važnih za sektor energetike

Za klimatske simulacije u okviru Projekta korišten je regionalni klimatski model RegCM (Regional Climate Model). Sadašnja (historijska) klima pokriva razdoblje od 1971.-2000.[207] U tekstu se ovo razdoblje navodi i kao referentno klimatsko razdoblje ili referentna klima, te je često označeno kao razdoblje P0. Promjena klimatskih parametara u budućoj klimi u odnosu na referentnu klimu prikazana je i diskutirana za dva vremenska razdoblja: 2011.-2040. ili P1 (neposredna budućnost) i 2041.-2070. ili P2 (klima sredine 21. stoljeća). Klimatske promjene definirane su kao razlike vrijednosti klimatskih parametara između razdoblja 2011.-2040. i 1971.-2000. (P1-P0), te razdoblja 2041.-2070. minus 1971.-2000. (P2-P0).

7.3.1. Temperatura zraka

Godišnja vrijednost

- **Razdoblje 2011.-2040. godina.** U čitavoj Republici Hrvatskoj očekuje se gotovo jednoličan porast temperature od 1 do 1,5 °C.
- **Razdoblje 2041.-2070. godina.** Trend porasta temperature nastavlja se i do 2070. Porast je i dalje jednoličan i iznosi između 1,5 i 2 °C. Nešto malo toplije moglo bi biti samo na krajnjem zapadu zemlje, duž zapadne obale Istre.

Sezonske vrijednosti

- **Razdoblje 2011.-2040. godina.** U svim sezonama očekuje se porast prizemne temperature u srednjaku ansambla. Porast temperature gotovo je identičan zimi i ljeti – između 1,1 i 1,2 °C, dok se u proljeće i jesen očekuje nešto manji porast: od 0,7 do 0,9 °C, osim u istočnoj Slavoniji i zapadnoj Istri, gdje bi porast mogao biti nešto veći.
- **Razdoblje 2041.-2070. godina.** Najveći porast srednje temperature zraka, do 2,2 °C, očekuje se na Jadranu u ljeto. Nešto manji porast mogao bi biti ljeti u najsjevernijim krajevima i Slavoniji, a u jesen u većem dijelu Hrvatske. U zimi i proljeće je prostorna razdioba porasta temperature obrnuta od one u ljeto i jesen: porast je najmanji na Jadranu a veći prema unutrašnjosti. U proljeće je porast srednje temperature od 1,4 do 1,6 °C na Jadranu i postupno raste do 1,9 °C u sjevernim krajevima.

[207] Rezultati klimatskog modeliranja na sustavu HPC Velebit (Branković, Guettler, Srnec, & Stilinović, 2017)

7.3.2. Oborina

Godišnja vrijednost

- **Razdoblje 2011.-2040. godina.** Projicirano je vrlo malo smanjenje oborine u većem dijelu Hrvatske (do najviše 30-ak mm), tako da ono neće imati značajniji utjecaj na godišnju količinu oborine. U sjeverozapadnoj Hrvatskoj signal promjene je suprotnog predznaka, tj. predviđa se manji porast godišnje količine oborine, također ne više od 50-ak mm.
- **Razdoblje 2041.-2070. godina.** Trend smanjenja srednje godišnje količine oborine proširit će se gotovo na cijelu zemlju, osim na najsjevernije i najzapadnije krajeve. Međutim, osim što će zahvaćati veći dio Hrvatske, valja naglasiti da to smanjenje količine oborine neće biti izraženo. Najveće smanjenje očekuje se u predjelima od južne Like do zaleđa Dalmacije uz granicu s Bosnom i Hercegovinom (oko 40-ak mm), te u najjužniji kopnenim predjelima (oko 70 mm).

Sezonske vrijednosti

- **Razdoblje 2011.-2040. godina.** Projicirana promjena ukupne količine oborine ima različiti predznak: dok se u zimi i za veći dio Hrvatske u proljeće očekuje manji porast oborine, u ljeto i u jesen prevladavat će smanjenje količine oborine u čitavoj zemlji.
- **Razdoblje 2041.-2070. godina.** Očekuje se u svim sezonama osim u zimu smanjenje količine oborina. Najveće smanjenje (do maksimalno 45 mm) bit će u proljeće u južnoj Dalmaciji, dok će do najvećeg povećanja količine oborine, oko 30 mm, doći u jesen na otocima srednje Dalmacije.

7.3.3. Brzina vjetra na 10 m visine

Sezonske vrijednosti

- **Razdoblje 2011.-2040. godina.** Do 2040. srednja brzina vjetra neće se mijenjati u zimu i proljeće, ali će nešto porasti u ljeto na Jadranu. Porast prosječne brzine vjetra osobito je izražen u jesen na sjevernom Jadranu (do oko 0,5 m/s) što predstavlja promjenu od oko 20-25% u odnosu na referentno razdoblje. Mali porast brzine vjetra projiciran je u jesen u Dalmaciji i gorskim predjelima, dok se u ostatku Hrvatske ne očekuje promjena srednje brzine vjetra.
- **Razdoblje 2041.-2070. godina.** U razdoblju P2, ne očekuje se promjena srednje brzine vjetra u zimu i u proljeće, osim blagog smanjenja u dijelu sjeverne i u istočnoj Hrvatskoj tijekom zime. U ljeto se nastavlja trend jačanja brzine vjetra na Jadranu, slično kao u P1.

7.3.4. Dozračena sunčeva energija

Sezonske vrijednosti

- **Razdoblje 2011.-2040. godina.** Promjena fluksa ulazne sunčane energije u razdoblju 2011-2040 (P1) nije u istom smjeru u svim sezonama. Dok je zimi u čitavoj Hrvatskoj, a u proljeće u zapadnim krajevima projicirano smanjenje fluksa sunčane energije (negativne vrijednosti), u ljeto i jesen, te u sjevernim krajevima u proljeće, predviđa se porast vrijednosti u odnosu na referentno razdoblje.
- **Razdoblje 2041.-2070. godina.** Za razliku od P1 sada u svim sezonama, osim u zimu, očekuje se u razdoblju 2041-2070. povećanje fluksa ulazne sunčane energije u srednjaku ansambla.

7.4. Procjena budućih utjecaja klimatskih promjena na sektor - Energetika

Klimatske promjene imaju direktan utjecaj na sektor energetike prvenstveno u vidu gospodarskog aspekta i pokazatelja bruto domaćeg proizvoda, a posljedično i na socio-ekonomske prilike zaposlenih u sektoru energetike.

7.4.1. Utjecaj promjene klimatskih parametara

Energetski sektor jedan je od najvažnijih sektora koji prikazuje rast i razvoj gospodarstva gotovo svake zemlje. Energetski sektor utječe na kretanje bruto domaćeg proizvoda (BDP). Strateški cilj svake države je osigurati sektoru opće potrošnje kao i industriji sigurnu, povoljnu i održivu opskrbu energijom. Sigurna opskrba energijom je ključni element javne sigurnosti koja neupitno utječe na kvalitetu života, rad i konkurentnost gospodarstva. Težnja je uspostava diverzificirane opskrbe energijom kako bi se osigurala što veća neovisnost o uvozu energenata.

Iako očekivani utjecaj klimatskih promjena na sektor energetike nije još detaljno istražen u Republici Hrvatskoj, na osnovu do sada izrađenih klimatskih modela, Tablica 7-4 daje osnovni pregled očekivanih klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i njihova utjecaja na sektor energetike.

Tablica 7-4: Potencijalni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i stupanj ranjivosti - Energetika

Potencijalni utjecaj	Mogućnost pojavljivanja[208]	Stupanj utjecaja[209]	Stupanj ranjivosti[210]
Promjene karakteristike klime: Smanjenje srednje godišnje **količine oborina**			
Smanjenje proizvodnje električne energije u hidroelektranama	5	5	visok
Promjene karakteristike klime: Povećanje srednje **temperature zraka**			
Povećanje potrošnje toplinske energije za potrebe hlađenja (veći broj stupanj dana hlađenja)	5	5	visok
Promjene karakteristike klime: Smanjenje srednje godišnje **količine oborina**			
Smanjenje proizvodnje energije u termoelektranama radi nedovoljno učinkovitog hlađenja postrojenja	4	5	visok
Promjene karakteristike klime: Ekstremni vremenski događaji – **ledolomi**			
Oštećenje energetskih postrojenja i infrastrukture	4	5	visok
Promjene karakteristike klime: Ekstremni vremenski događaji – **poplave**			
Oštećenje energetskih postrojenja i infrastrukture	4	4	visok
Promjene karakteristike klime: Ekstremni vremenski događaji – **suše**			
Smanjenje proizvodnje električne energije u hidroelektranama	5	5	visok
Promjene karakteristike klime: Ekstremni vremenski događaji - **porast maksimalne brzine vjetra na Jadranu i u priobalnim područjima**			
Smanjenje proizvodnje električne energije u vjetroelektranama	3	4	srednji

7.4.2. Potencijalni pozitivni utjecaji klimatskih promjena na sektor

Od pozitivnih posljedica klimatskih promjena očekuje se povećanje proizvodnje električne energije u vjetroelektranama zbog porasta srednje brzine vjetra na Jadranu i u priobalnim područjima (sa sigurnošću većom od 90%), ali ipak niskim utjecajem na ukupnu proizvodnju energije.

[208] 5 = više od 90%, 4 = više od 66%, 3 = više od 50%, 2 = više od 33%, 1 = manje od 33%
[209] 5 = vrlo visok, 4 = visok, 3 = srednje visoke, 2 = nizak, 1 = vrlo nizak
[210] Nizak (zeleno), srednji (narančasto), visok (crveno)

Zbog povećanja srednje temperature zraka dolazi do smanjenja potrošnje toplinske energije za potrebe grijanja (manji broj stupanj dana grijanja).

Povećana insolacija pogodovala bi proizvodnji električne energije iz fotonaponskih elemenata, proizvodnji tople vode te pozitivan doprinos ostalim tehničkim energetskim rješenjima ovisnim o solarnoj energiji ili povećanju razlika temperature između dva medija ili prostora (npr. toplinske pumpe).

7.4.3. Međusektorski i prekogranični utjecaji

Energetski sektor i važnost sigurne opskrbe energijom su isprepleteni sa svakodnevnim životom građana, industrijom, prometom, zdravstvenim sektorom, gospodarstvom, itd. na način da ne postoji grana ljudskog djelovanja koja nije pod utjecajem ranjivosti energetskog sektora na klimatske promjene. Utjecaji pojedinih klimatskih promjena koje jednom sektoru donose pozitivne posljedice često za drugi sektor donese negativne posljedice i obrnuto.

Turizam je jedan od sektora koji ima najvidljiviju međusektorsku povezanost s energetskim sektorom u kontekstu ranjivosti na utjecaj klimatskih promjena i osjetljivosti na vremenske parametre.

Očekivani porast temperature mogao bi utjecati na povećanje broja turista tijekom cijele godine, što direktno dovodi do povećanja neposredne potrošnje energije, a time i do potrebe povećanja proizvodnje ili uvoza energije. U slučaju kada je zbog vremenskih prilika ljetna sezona povoljnija za sektor turizma, odnosno ima smanjenje količine oborina i veći broj toplih dana, raste potreba za hlađenjem, odnosno povećava se potražnja za električnom energijom. Istovremeno smanjenje količine oborina utječe na smanjenje proizvodnje električne energije iz hidroelektrana. S obzirom na regionalni/međunarodni karakter tržišta električnom energijom, promjene ili potrošnje ili proizvodnje u Republici Hrvatskoj ili u susjednim zemljama mogle bi imati utjecaji na elektro-energetski sustav – osobito u sušnim i vrućim ljetnim periodima kad potrošnja može biti veća (veća potreba aktivnog hlađenja) dok je istovremeno proizvodnja iz hidroelektrana u tom periodu zapravo najranjivija.

Povremeni poremećaji sigurne opskrbe energijom uzrokovane klimatskim ekstremima kao što su jaki udari bure, velike poplave ili ledene kiše ostavljaju potrošače bez energije. Štete koje nastaju ne uzrokuju gubitke samo energetskom sektoru već utječu i na druge sektore. Na primjer raznim dionicima u sektoru industrije mogu uzrokovati zastoje u proizvodnji, a time i velike materijalne gubitke te neisporučivanje robe na tržište. Ovaj aspekt ranjivosti također vrijedi i za prekograničnu infrastrukturu plinovoda, dalekovoda i dr., tako da klimatski utjecaji na infrastrukturu u drugim zemljama mogu gotovo direktno utjecati i na gospodarstvo u Republici Hrvatskoj.

8. TURIZAM

Ključne poruke

- Glavne promjene klimatskih elemenata koji će djelovati na turistička kretanja odnose se na povećanje temperature, povećanje sunčevog zračenja i smanjenje količina oborina.
- Turistički klimatski indeks (TCI) prikazuje potencijalnu turističku valorizaciju klime.
- Mijenjanje klimatskih parametara uzrokovat će promjene u klimatskim uvjetima određene destinacije.
- Promjene u klimatskim parametrima dovesti će do različitih implikacija na pojedine turističke destinacije, a one mogu biti i pozitivne i negativne. Slična kretanja događat će se na cijelom Mediteranu.
- Zbog klimatskih promjena sjeverna područja Europe mogla bi postati atraktivnija za odmor tijekom ljetnih mjeseci, a Mediteran i Republika Hrvatska mogli bi ostati privlačni (samo) u ostalom dijelu godine.
- Zbog klimatskih promjena turistički sektor će biti primoran obogaćivati (diverzificirati) turističku ponudu i nuditi proizvode više kvalitete što može pozitivno djelovati na konkurentnost.
- Povoljniji klimatski uvjeti na obalnom dijelu Republike Hrvatske u podsezoni i predsezoni mogu pozitivno djelovati na smanjenje sezonalnosti i produžetak sezone.
- Dijelom se povećavaju mogućnosti za razvoj turizma na planinskom i kontinentalnom području.
- Turizam je vrlo složena društvena i ekonomska pojava, a obuhvaća ne samo turističke nego i mnoge izvanturističke djelatnosti. U ovoj definiciji se može uočiti međusektorski utjecaj turizma. Jedan od međusektorskih utjecaja može se iskazati u pomanjkanju oborina, a time i poteškoća sa opskrbom vodom, posebice u ljetnim mjesecima, što se već sada dešava posebice na otocima.
- Turizam je jedan od važnijih pokretača razvoja gospodarstva, a ukoliko u svom razvoju bude koristio u većem obimu domaće usluge i proizvode njegova uloga biti će još značajnija.

8.1. Pregled i važnost sektora te opći utjecaj klime na sektor - Turizam

Turizam Republike Hrvatske je relativno visoko pozicioniran na svjetskom tržištu, a njegove prednosti ogledaju se u: atraktivnosti prostora, bogatoj bioraznolikosti, bogatstvu kulturno-povijesne baštine, gostoljubivosti ljudi, izgrađenosti cestovne i turističke infrastrukture i ostalim segmentima važnim za osiguranje turističke ponude[211]. Turizam je u posljednje vrijeme značajno podigao svoje poslovne rezultate, te je pokazao visoku rezistentnost, što je potvrđeno stopama rasta višim od onih što su ih postigle zemlje u konkurentskom okružju (Mediteran). Turizam je znatan izvor deviznih sredstava kako domaćinstvima koje se bave ovom aktivnošću tako i poslovnim subjektima uključenim u turističke tijekove. On predstavlja izvoznu aktivnost koja svoje prihode ostvaruje "nevidljivim izvozom" ili "izvozom na licu mjesta", ali je i jedna od rijetkih aktivnosti koja omogućuje da se robe i usluge cijelog hrvatskoga gospodarstva bez izlaska iz zemlje prodaju na tržištu inozemnim kupcima. Udio turizma u ukupnom bruto domaćem proizvodu u razdoblju od 2004.-2015. kreće se u iznosu od 13,6-20,1% ovisno o godini. Broj turista se iz godine u godinu povećava, a u ovom razdoblju raste s godišnjom prosječnom stopom rasta od 3,9%, broj ostvarenih noćenja raste stopom od 3,7%, dok prihod ostvaren od turizma raste sa stopom rasta 3,4%.

Zemlje u svijetu shvatile su značaj turizma za razvoj gospodarstva i sukladno tome poduzimaju odgovarajuće mjere i poticaje za što povoljniji razvoj inozemnog turizma. U cilju dobivanja kompletne slike o važnosti prihoda od turizma i učinkovitosti poduzetih mjera, potrebno je analizirati osnovne ekonomske pokazatelje konkurentnih zemalja, što prikazuje sljedeća tablica.

[211] Strategija razvoja turizma Republike Hrvatske do 2020. godine (Vlada Republike Hrvatske, 2013)

Tablica 8-1: Značajnije ekonomske varijable u odabranim Mediteranskim zemljama u 2015. godini

Zemlje	Prihodi od turizma (milijun EUR)	Ukupni BDP (milijun EUR)	Ukupni izvoz (milijun EUR)	Udio ukupnog izvoza u ukupnom BDP (u %)	Udio ostvarenih prihoda od turizma u ukupnom BDP-u (u %)	Udio ostvarenih prihoda od turizma u ukupnom izvozu (u %)
Grčka	14.398	175.697	56.073	32	8	26
Španjolska	51.930	1.075.639	356.873	33	5	14
Francuska	36.242	2.181.064	654.922	30	2	5
Italija	42.186	1.642.443	493.679	30	3	9
Cipar	2.277	17.637	10.797	61	13	21
Malta	1.257	9.250	13.264	43	13	9
Portugal	11.581	179.539	72.812	40	7	16
Hrvatska	8.115	43.846	21.912	50	18	37

Izvor: Obrada autora prema: UNWTO Tourism Highlights: 2016 Edition (UN World Tourism Organization, 2016)

Ukoliko se Republika Hrvatska usporedi s konkurentnim zemljama vidi se da hrvatski turistički sektor ima najveći značaj za ukupno gospodarstvo. Isto tako, od svih promatranih zemalja u Tablici 8-1 Republika Hrvatska ima najveći udio prihoda od turizma u ukupnom bruto domaćem proizvodu te udio prihoda ostvarenih od turizma u ukupnom izvozu, što nadalje dovodi do zaključka da su ostali hrvatski sektori slabije razvijeni.

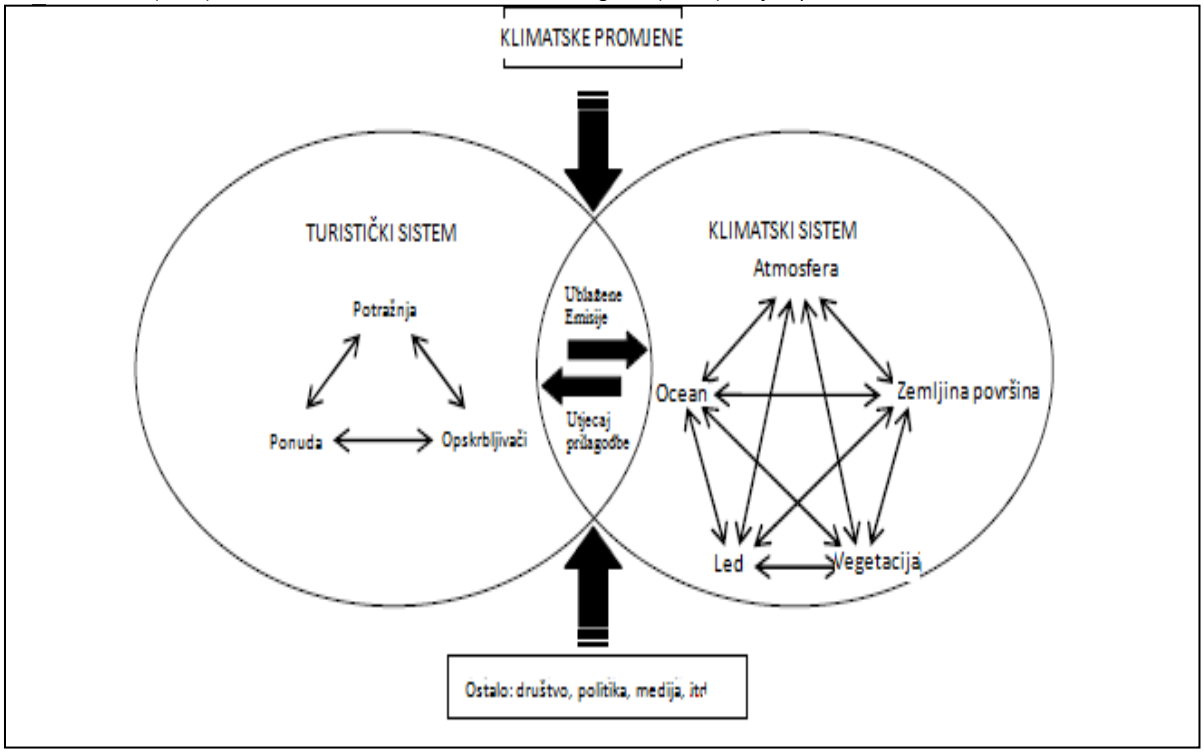
Na svjetskoj razini klima je jedan od važnih činitelja razvoja turizma te djeluje na turistička kretanja. To dokazuju brojna istraživanja koja iskazuju da turisti daju visoke ocjene destinacijama s povoljnim klimatskim uvjetima, te da turisti prilikom odabira destinacije veliku važnost pridaju klimatskim uvjetima[212]. Primjerice, prema provedenom istraživanju, 73% Nijemaca aktivno traži informacije o vremenu prije samog putovanja, a čak 42% prije same rezervacije smještaja[213]. Najčešće su to informacije o temperaturi, ali buduće turiste zanimaju i druge klimatske informacije poput UV zračenja, količine vlage u zraku, čistoće mora.

Adekvatna klima koju će turist tražiti mora osigurati[214]:

- Sigurnost – veoma je važno da turisti budu zaštićeni od klimatskih nesreća i prirodnih katastrofa.
- Komfor (ugodnost) – što u sebi uključuje nekoliko aspekta: što duže i pravilnije sunčano razdoblje, što manje prisustvo kiša, te nepostojanje straha za ljudsko zdravlje.
- Minimalizacija glavnih zdravstvenih rizika povezanih s klimom - kao npr. kožne bolesti, srčane bolest, bolesti respiratornog sustava, razne zarazne bolesti.

Prepoznavanje kompleksnosti međusobnog odnosa klime i turizma je veoma važno kako za turističke djelatnike, tako i za same turiste. Kao što prikazuje slika turistički i klimatski sistem međusobno su povezani, a politikama prilagodbe i ublažavanja se može djelovati na sadašnja i buduća turistička kretanja.

[212] Globalne klimatske promjene i sezonalnost te njihov odraz na turizam (Hitrec, 1993)
[213] The Importance of Climate and Weather for Tourism (Becken, 2010)
[214] The Potential Impacts of Climate Change on French Tourism (Ceron & Dubois, 2004)



Slika 8-1: Međuodnos klime i turizma

Izvor: *The Importance of Climate and Weather for Tourism* (Becken, 2010)

Zbog klime i klimatskih promjena neke od najljepših turističkih destinacija mogle bi izgubiti svoju atraktivnost, dok bi se druge mogle uspješno pozicionirati na svjetskom turističkom tržištu. Klimatske promjene vjerojatno neće utjecati na količinu potrošenoga novca, već na mjesto gdje će se on trošiti. Istodobno, turizam nije jednakomjerno raširen i visoko je lokaliziran u određenim područjima, pogotovo u gradovima ili naseljima na obali i planinama. Ukoliko se radi o obali ili planinama, najčešće su to područja s manjom naseljenošću koja uvelike ovise o turizmu,[215] a mogu biti posebno osjetljiva zbog relativno jednostavne ekonomske strukture te zbog izrazite sezonalnosti u pružanju usluga.

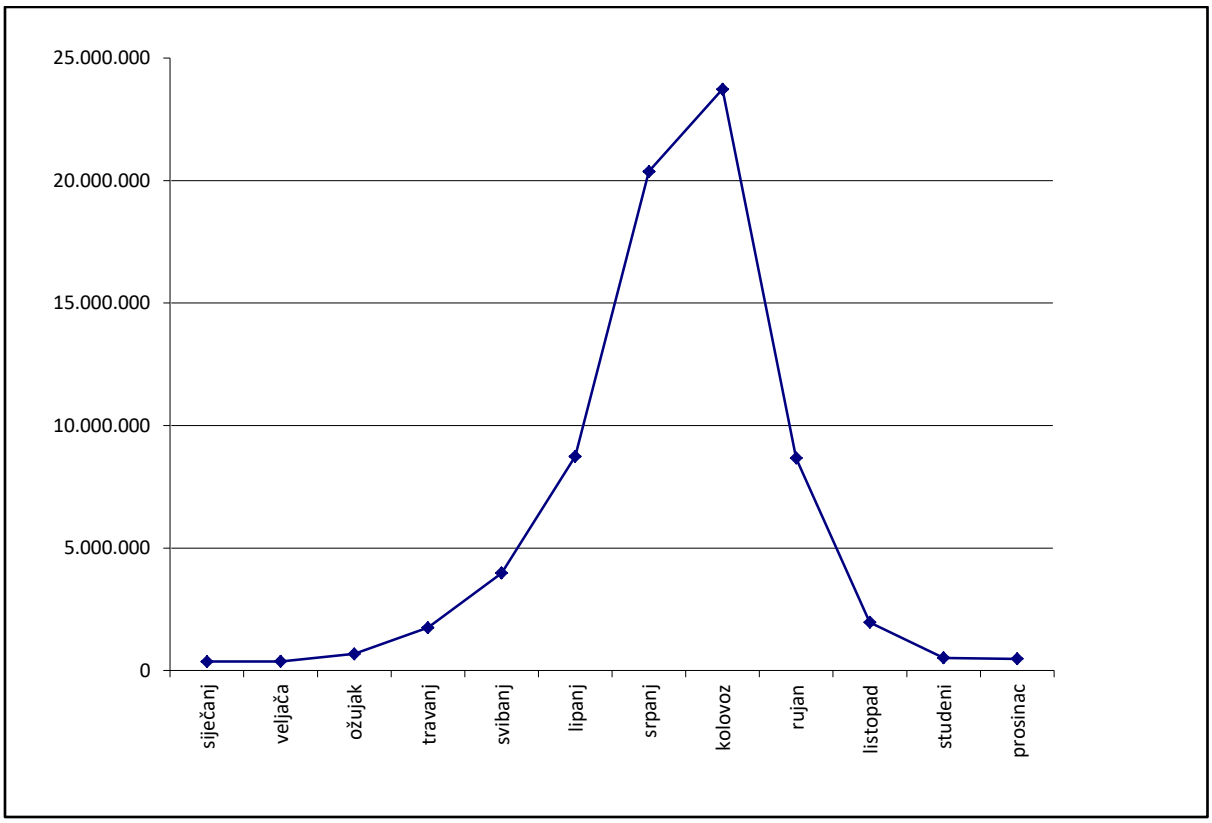
Očekuje se, da će hrvatski turizam povećati raznovrsnost, ponuditi cijelu novu paletu proizvoda i usluga i znatno podići kvalitetu turističke ponude, prepoznati nove trendove u ponašanju modernog turiste (veće korištenje bližih i sigurnijih destinacija, porast kraćih i češćih putovanja, veći interes za kulturne sadržaje, usmjerenost na korištenje aktivnog odmora, ekološka osviještenost, te cijenu ponude usklađenu s njenom vrijednošću.[216]

8.2. Trenutačno stanje i utjecaj klimatskih parametara na sektor - Turizam

Područja koja su u prošlosti bila turistički aktivna vezuju se uz toplice i blagu mediteransku klimu koja je imala, a i danas ima, iznimno povoljne učinke na zdravlje ljudi. Osim razvijene turističke infrastrukture povoljna i ugodna klima i u suvremeno doba ima ključnu ulogu u pozicioniranju Hrvatske na svjetskom turističkom tržištu. Jedna od osnovnih značajki većine turističkih destinacija je sezonalnost.[217] Tako je i Hrvatska zemlja u kojoj je glavni oblik turizma ljetni kupališni turizam na koji

[215] Turistička industrija: Njena ranjivost i prilagodljivost promjeni klime (Wall, 2006)
[216] Strategija razvoja turizma Republike Hrvatske do 2020. godine (Vlada Republike Hrvatske, 2013)
[217] Climate Change and Tourism – Assessment and Coping Strategies (Amelung, Blazejczyk, & Matzarakis, 2007)

uvelike utječu klimatske pogodnosti. Taj je oblik turizma najviše zastupljen na priobalnom području što pokazuje i činjenica da je u 2015. godini od ukupno ostvarenih noćenja 94% njih bilo u Primorskim mjestima.[218] Analiza ostvarenog broja noćenja turista koji posjećuju Republiku Hrvatsku dokazuje da se u mjesecima u kojima su povoljni klimatološki elementi ostvaruje i veći broj turista, što prikazuje i slijedeća slika.



Slika 8-2: Broj ostvarenih turističkih noćenja u 2015. godini po mjesecima
Izvor: Turizam u 2015 (Državni zavod za statistiku, 2016c)

U prvom kvartalu 2015. ostvareno je svega oko 2% svih dolazaka turista; druga dva kvartala tj. od travnja do rujna ostvareno je 94%, te u četvrtom kvartalu 4% svih dolazaka. Dakle, u ljetnom razdoblju (srpanj, kolovoz) realizirano je oko 62% noćenja, a jedan od važnijih razloga za to su i povoljni klimatski uvjeti na ovom dijelu Mediterana.

U cijeloj Europi turizam ima obilježje visoke sezonalnosti, pa tako i u Republici Hrvatskoj. Visoka sezona bilježi se u ljetnim mjesecima (lipanj-rujan), a niska sezona u ostalim dijelovima godine, osim razdoblja oko Božića i Nove godine. Klima je veoma važna za većinu oblika turizma koji se vežu na ljetnu i zimsku sezonu i ključni faktor prilikom donošenja odluke o željenoj turističkoj destinaciji je kakvo je vrijeme u mjestu prebivališta turista. Tako, trenutno u ljetnoj sezoni postoji glavni turistički tijek i to: turisti sa sjevera biraju destinacije na jugu Europe posebice na obalnoj zoni.

Institut za turizam periodično obavlja ispitivanje stavova turista o različitim temama. Tako se u publikaciji „Stavovi i potrošnja turista u Hrvatskoj – TOMAS LJETO 2007. i 2010,[219] iskazuje da je klima

[218] Turizam u 2015 (Državni zavod za statistiku, 2016c)
[219] Slijedeće istraživanje je obavljeno za 2014. godinu no u njemu se ovi elementi ne istražuju – vidi *Stavovi i potrošnja turista u Hrvatskoj – TOMAS LJETO 2007* (Institut za Turizam, 2008) i *Stavovi i potrošnja turista u Hrvatskoj – TOMAS LJETO 2010* (Institut za Turizam, 2011)

veoma važna prilikom odabira destinacije inozemnih turista koji borave u našoj zemlji. Oko 75% ispitanika klimu smatra prvim činiteljem prilikom izbora destinacije.

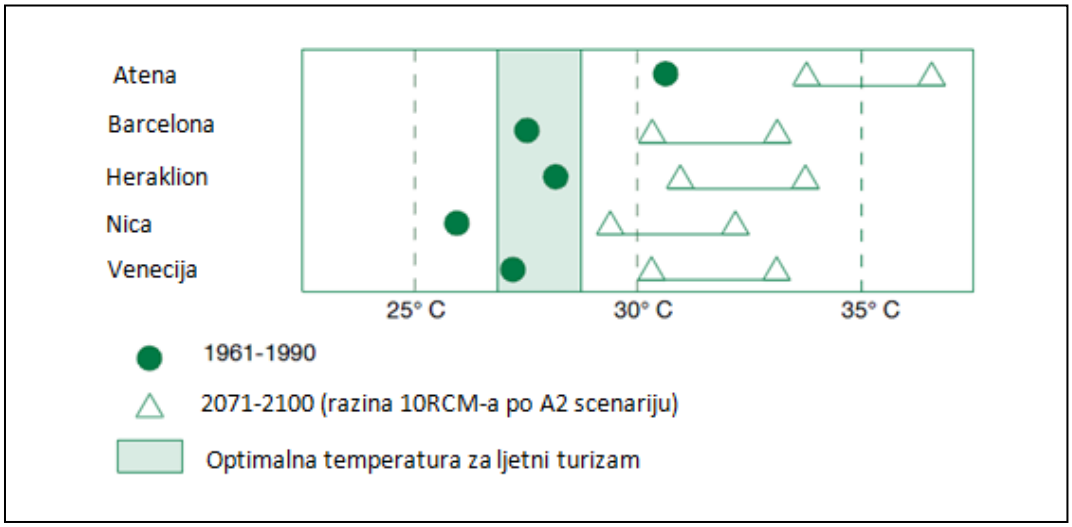
Tablica 8-2: Utjecaj značajnih činitelja na izbor destinacije i učestalost dolaska inozemnih turista u Hrvatsku-u %

Elementi ponude	Prvi posjet 2007.	Prvi posjet 2010.	Drugi posjet 2007.	3 do 5 posjeta 2007.	6 i više posjeta 2007.
Klima	72,6	-	73,4	76,4	77,2
Ljepota krajolika	72,4	70,8	73,0	74,3	76,6
Ekološka očuvanost	60,0	56,0	60,3	64,2	60,1

Izvor: Stavovi i potrošnja turista u Hrvatskoj – TOMAS LJETO 2007 (Institut za Turizam, 2008) *i Stavovi i potrošnja turista u Hrvatskoj – TOMAS LJETO 2010* (Institut za Turizam, 2011)

Prema rezultatima istog istraživanja sve veći broj ispitanika koji dolaze drugi i više puta u Hrvatsku ocjenjuje klimu i ljepotu krajolika sve važnijim činiteljima za ponovni dolazak.

Prilikom analiziranja klimatskih uvjeta u određenoj destinaciji ili regiji potrebno je uzeti u razmatranje i informacije o temperaturama za koju turisti smatraju da je optimalna. Međutim, ne postoje saznanja što je za turiste „prevruće“ odnosno postoje limitirane informacije što turisti definiraju kao „optimalnu temperaturu“. Postoje indikacije da su dolje označene destinacije sada blizu optimalne razine u srpnju i kolovozu.



Slika 8-3: Srednje maksimalne dnevne temperature u srpnju i kolovozu u razdoblju od 1961.-1990. u odabranim gradovima i preferirane temperature za ljetni turizam
Izvor: Climate Change and Tourism - Responding to Global Challenges (World Tourism Organization and United Nations Environment Programme, 2008)

Kada se ovo istraživanje poveže sa važnim turističkim destinacijama u Republici Hrvatskoj može se vidjeti da je u razdoblju 1961.-1990. Zabilježena srednja maksimalna dnevna temperatura: Dubrovnik u srpnju 27,9°C, a u kolovozu 27,9°C, Rovinj u srpnju i kolovozu 28 °C te u Zadru u srpnju 27,8°C dok je u kolovozu iznosila 27,5°C.[220] U Republici Hrvatskoj još nije učinjeno istraživanje o „optimalnoj temperaturi“ tako da se može povlačiti paralela samo s ovim istraživanjem. Međutim, važno je za naglasiti da percepcija o „optimalnoj temperaturi“ ovisi i iz koje zemlje turist dolazi[221]. Slično je i s „kišnim ljetima“, ne postoje točno praćeni podaci utjecaja kiše na turizam u Republici Hrvatskoj. Ukoliko se npr. gleda ukupan turistički promet na priobalnom dijelu Republici Hrvatskoj, on je svake godine sve veći i za sada se ne iskazuju negativni utjecaji bilo kakvih promjena. No, ukoliko bi se

[220] Klimatski atlas Hrvatske (Državni hidrometeorološki zavod, 2008)
[221] Impact of climate on tourist demand (Lise & Tol, 2002)

promatrale pojedine destinacije, moguće bi bilo uočiti nedostatak turista u kišnom razdoblju. Sveukupno, takva specifična istraživanja (ni na nivou destinacija) u Republici Hrvatskoj nisu provedena.

8.2.1. Očekivane promjene klimatskih parametara do 2040. te 2070. godine - Turizam

Jedan od najvažnijih klimatskih parametara koji djeluje na turistička kretanja je **temperatura**, koja se u mnogim istraživanjima uzima kao jedini parametar u razmatranje. No, osim temperature važni su i parametri poput:

- broja sunčanih dana (sunčano zračenje)
- vlažnosti zraka
- brzine i kretanja vjetra
- količine oborina.

Svi ovi elementi djeluju na ukupne turističke tijekove, ali i na pojedine, selektivne oblike turizma. Putem ovih podataka može se dobiti Klimatski turistički indeks (Tourism climate indeks, TCI) koji izračunava kvalitetu turističkog doživljaja, a povezan je s klimatskim elementima[222]. Procjenu mogućih klimatskih promjena u Hrvatskoj za razdoblje 2041.-2070. izradio je Državni hidrometeorološki zavod Hrvatske (DHMZ)[223], te je u okviru ovog projekta napravljeno i Klimatsko modeliranje na sustavu HPC VELEbit u kojem ukazuju na sljedeće učinke i promjene.

Glavni parametri očekivanih promjena do 2040. godine su:

- **Zima:** temperatura će porasti između 1,1 i 1,2°C. Očekuje se smanjenje sunčevog zračenja, najmanje na južnim otocima, a najveće u sjevernoj Hrvatskoj. Porast vlažnosti zraka. Srednja brzina vjetra neće se mijenjati. Manji porast količina oborine.
- **Proljeće:** temperatura će bit veća za 0,7 °C na otocima Dalmacije te malo više od 1 °C u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Očekuje se smanjenje sunčevog zračenja najviše na Jadranu i gorskoj Hrvatskoj. Porast vlažnosti zraka. Srednja brzina vjetra neće se mijenjati. Manji porast količina oborine.
- **Ljeto:** temperatura će porasti između 1,1 i 1,2°C. Očekuje se porast količine sunčevog zračenja. Porast vlažnosti zraka najveća u odnosu na ostala godišnja doba posebice na Jadranu. Porast srednje brzine vjetra posebice na Jadranu. Smanjenje količina oborine.
- **Jesen:** porast temperature između 0,9°C u istočnoj Slavoniji, oko 1,2°C na Jadranu, a u zapadnoj Istri i do 1,4°C. Očekuje se porast količine sunčevog zračenja. Porast vlažnosti zraka. Porast srednje brzine vjetra osobito je izražene na sjevernom Jadranu što predstavlja promjenu od oko 20-25% u odnosu na referentno razdoblje. Smanjenje količina oborine.

Glavni parametri očekivanih promjena do 2070. godine su:

- **Zima:** porast temperature će biti najmanji na Jadranu a veći prema unutrašnjosti. Očekuje se smanjenje količine sunčevog zračenja i to posebice u sjevernoj Hrvatskoj. Očekivani porast vlažnosti zraka jednolik u čitavoj Hrvatskoj. Ne očekuje se promjena srednje brzine vjetra, ali blago smanjenje u dijelu sjeverne i istočne Hrvatske.
- **Proljeće:** porast srednje temperature od 1,4 do 1,6°C na Jadranu i postupni porast do 1,9°C u sjevernim krajevima. Očekuje se porast količine sunčevog zračenja. Očekivani porast vlažnosti zraka jednolik u čitavoj Hrvatskoj. Ne očekuje se promjena srednje brzine vjetra. Smanjenje količina oborine posebice južnoj Dalmaciji.

[222] Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report (European Environment Agency, 2017a)
[223] Šesto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (Ministarstvo zaštite okoliša i prirode, 2014)

- **Ljeto:** temperatura će rasti do 2,2°C na Jadranu. Očekuje se porast količine sunčevog zračenja u gorskoj i središnjoj Hrvatskoj, dok je najmanji u srednjoj Dalmaciji. Očekivani porast vlažnosti zraka nešto veći na Jadranu. Nastavlja se trend jačanja brzine vjetra na Jadranu. Smanjenje količina oborina.
- **Jesen:** temperatura će rasti do 2,2°C na Jadranu. Očekuje se povećanje količine sunčevog zračenja. Očekivani porast vlažnosti zraka. Izraženiji porast srednje brzine vjetra očekuje se na čitavom Jadranu, u priobalnim područjima te duž zapadne obale Istre. Smanjenje količina oborine.

Ove promjene donijeti će i mijenjanje nekih drugih elemenata. Tako će npr. povećanje temperature uzrokovati povećanje temperature mora kao i podizanje njegove razine (Poglavlje 6 ovog dokumenta). Navedene promjene je potrebno uzeti u obzir kada se planira razvoj hrvatskog turizma u budućnosti, kako bi se umanjili negativni efekti, a potencirali pozitivni efekti koje će klimatske promjene donijeti.

Zemlje Mediterana glavni su konkurenti hrvatskom turizmu, a slična klimatska kretanja bilježiti će se i u tim zemljama. Tako će prema klimatskim modelima temperatura na tom području rasti do 4°C, a razina mora na obalnom dijelu Mediterana može rasti od 30-65 cm, a moguće i do 1 m do 2100. godine.[224] Kao posljedica toga područja s niskom nadmorskom visinom biti će ugrožena, a rijeke i obalni vodonosnici mogu postati slani.[225] Osim toga problemi s dostupnošću vode i hrane, raznovrsnošću ekosistema, zdravlja turista i domaćeg stanovništva i sl., neće se vezivati samo uz turizam već i uz cjelokupno gospodarstvo određene zemlje.

8.3. Procjena potencijalnih budućih utjecaja klimatskih promjena na sektor - Turizam

8.3.1. Utjecaj promjene klimatskih parametara / fizičkih karakteristika u sektoru

S obzirom na sve očitije promjene klime, utjecaj promjene klimatskih parametara na turističku destinaciju postaje sve značajnije područje istraživanja. Tako je jedna od važnijih činjenica da će promjene klimatskih parametara uzrokovati promjene u klimatskim uvjetima određene destinacije, što će nadalje utjecati na turističku potražnju. Sljedeća tablica prikazuje moguće utjecaje klimatskih promjena na turističku destinaciju.

[224] Climate Change and Tourism - Responding to Global Challenges (World Tourism Organization and United Nations Environment Programme, 2008)

[225] Climate Change and the Mediterranean Region (Karas, 2006)

Tablica 8-3: Očekivani utjecaji promjene klimatskih parametara na turističku destinaciju

Utjecaj	Implikacije za turizam
Povećanje temperature	Promijenjena sezonalnost, toplinski udari za turiste, povećani troškovi hlađenja, promjene u flori i fauni, povećanje infektivnih bolesti, - opasnost za lokalno stanovništvo i turiste, mogućnost odvijanja turizma u nekim drugim turističkim destinacijama.
Porast razine temperature mora	Smanjivanje ljepote mora, smanjenje bogatstva flore i faune, degradacija u područjima za ronjenje.
Porast razine mora	Uništavanje obalne infrastrukture, gubljenje plažnih područja, veći troškovi za zaštitu od podizanja razine mora.
Smanjenje oborina	Smanjivanje raspoloživosti pitke vode (pogotovo na otocima), povećani problemi sa održavanjem zelenih površina, povećanje intenziteta pojavljivanja požara što će utjecati na smanjenje turističke potražnje.
Smanjenje snježnog pokrivača	Nedostatak snježnog pokrivača za zimske sportske destinacije, povećanje troškova za izradu umjetnog snijega, kraće zimske sezone.
Povećanje frekvencije i intenzitet ekstremnih oluja	Povećani troškovi za osiguranje od ekstremnih vremenskih događaja, razni poslovni izdaci, uništenje turističke infrastrukture.
Povećanje frekvencije jakih oborina u nekim regijama	Poplave u povijesnim, arhitektonskim i kulturnim znamenitostima, štete na turističkoj infrastrukturi, mijenjanje sezonalnosti.
Veći intenzitet i jačina požara	Gubljenje prirodnih atrakcija, štete u turističkoj infrastrukturi.
Promjene u kopnenoj i obalnoj bioraznolikosti	Gubljenje prirodnih atrakcija i raznih biljnih i životinjskih vrsta u destinaciji koji su jednim dijelom biti pokretači turizma.
Promjena vlažnosti (razne erozije)	Gubitak arheološke baštine i prirodnih izvora što negativno utječe na atrakciju destinacije.

Izvor: The Importance of Climate and Weather for Tourism, Literature Review (Becken, 2010)

Navedeni mogući utjecaji promjene klimatskih parametara na turizam mogu se očekivati i u Hrvatskoj kao turističkoj destinaciji.

Osim promjene samih klimatskih parametara na poslovanje turizma već sada djeluju pojedini ograničavajući faktori posebice u vodnom gospodarstvu. Naime, u ljetnim mjesecima, u vrhuncu sezone neki otoci imaju problema sa vodoopskrbom, te su prisiljeni rješavati dopunsku opskrbu vodom drugima načinima. Zbog tog ograničenja turistički sektor će morati razmišljati o načinu daljnjeg razvoja u skladu s mogućnostima vodoopskrbe. Osim vodoopskrbe ranjivost turizma bi se mogla povezati sa svim ostalim sektorima te je i tu činjenicu potrebno uzeti u razmatranje. Klimatske promjene vjerojatno neće utjecati na količinu potrošenoga novca, već na mjesto i vrijeme održavanja turističkog događaja.

8.3.2. Očekivana ranjivosti te moguće posljedice promjena

Da bi se sagledala ranjivost te moguće posljedice klimatskih promjena na turizam Republike Hrvatske potrebno je prvo razmotriti predviđanja glavnih budućih turističkih tijekova koji utječu na turističke tijekove naše zemlje. U budućim turističkim pravcima bilo kakve klimatski uvjetovane promjene, imati će značajne implikacije na receptivne destinacije. Tako se za turiste iz sjeverne i srednje Europe, koji su sada glavni međunarodni turisti a pripadaju i najbrojnijoj skupini turista koji posjećuju Republiku Hrvatsku očekuje da će trošiti više slobodnog vremena u svojoj zemlji ili u susjedstvu, i na taj način prilagođavati svoje putničke modele na destinacije bliže svojim kućama. Promjena ponašanja će uzrokovati:[226]

- proporcionalno višu potražnju za područja sjeverne Europe;
- proporcionalno manju potražnju za područja južne Europe;

[226] Climate Change and Tourism - Responding to Global Challenges (World Tourism Organization and United Nations Environment Programme, 2008)

- neto smanjenje ukupnog broja međunarodnih turista.

Turistički tijekovi u Republici Hrvatskoj formirani su uglavnom zbog sunca i mora. Nakon što klimatske promjene budu utjecale na ova područja moglo bi doći do toga da su sjevernija područja Europe atraktivnija za odmor tijekom ljetnih mjeseci, dok Mediteran može postati privlačan u ostalim godišnjim dobima. Kao rezultat, masovna kretanja turista iz sjevernih krajeva na Mediteran mogu se smanjiti iz razloga što će ljudi iz sjevernih područja putovati u svoje blisko susjedstvo (dakle isto u sjeverne krajeve). Isto tako, žitelji južne Europe putovati će u sjeverne krajeve kako bi pobjegli od nepovoljnih uvjeta kod svoje kuće. Međutim, unatoč poboljšanju, sjevernu Europu će i nadalje pratiti određeni problemi, kao što su dosta oblačnosti i nedovoljna insolacija, neslanost mora u odnosu na Mediteran i sparna ljeta s niskim osjećajem ugode. Slijedom toga Mediteran će i dalje ostati glavna turistička destinacija u Europi.[227]

Za turističku ponudu, njen sadržaj i ciljeve, u svakoj zemlji i destinaciji klima je nadasve značajan činitelj. U slučaju Hrvatske, to nisu samo topla ljeta, more, sunce već i odredišta u unutrašnjosti, također povezana s aktivnostima na otvorenom. Većina rekreacijskih aktivnosti ovise o klimi i klimatskim uvjetima. U nekim slučajevima vrijeme može čak determinirati limite uključenosti turista u određene aktivnosti (npr. otkazivanje određenog putovanja zbog loših vremenskih prilika), kao potrošnju samih turista. U drugim slučajevima klimatski uvjeti mogu utjecati na prirodne resurse koji su veoma važni za turističke aktivnosti.

Budući da Republika Hrvatska pripada području Mediterana na kojem se predviđa povećanje temperature, ali i povećanje razine mora, iščitavanje budućih posljedica mora se tumačiti sukladno tome. Moguće izravne i neizravne učinke klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine na buduću potražnju za hrvatskim destinacijama prikazuje tablica 8-4.

[227] Tourism: Rethinking the social science of mobility (Hall, 2005)

Tablica 8-4: Potencijalni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i stupanj ranjivosti - Turizam

Potencijalni utjecaj	Mogućnost pojavljivanja[228]	Stupanj utjecaja[229]	Stupanj ranjivosti[230]
Promjene karakteristike klima: Izravni učinci klimatskih promjena			
Smanjenje turističke potražnje u ljetnim mjesecima. Zbog negativnih promjena klimatskih parametara (visokih temperatura, pojačanog UV zračenja, veće učestalosti i snage ekstremnih vremenskih događaja).	4	5	visok
Promjene karakteristike klima: Neizravni učinci klimatskih promjena			
Smanjenje ili gubitak atraktivnosti ekosustava. Pored klime, turiste određena destinacija privlači i zbog prirodne ljepote. Više temperature mogu uzrokovati različite promjene u obalnim i kopnenim ekosustavima (zbog suše, cvjetanja mora i dr.). Značajno povećanje onečišćenja zraka bi moglo nepovoljno utjecati i na promjene u stanju okoliša Nacionalnog parka Plitvičkih jezera i područja oko njih (povišene koncentracije CO_2 u zraku pa onda i u vodi povećavaju kiselost jezerske vode i što bi pospješilo otapanje sedre).	4	5	visok
Smanjenje ili gubitak atraktivnosti područja u unutrašnjosti Kontinentalni turizam, osim nacionalnih parkova, uključuje i seoski/ruralni turizam, promatranje životinja, ribolov, lov i posjet ekološkim stazama. Sve ovo, ali i druge aktivnosti, izravno ili neizravno, ovise o klimi kao ključnom čimbeniku.	4	4	visok
Smanjenje raspoloživosti vode. Promjene u raspoloživosti vode predstavljaju još jedan potencijalni neizravni učinak klimatskih promjena. Raspoloživost vode u ljetnim mjesecima u tijeku odvijanja turističke sezone već sada predstavlja problem na hrvatskim otocima (svima, izuzev Cresa i Lošinja), gdje je vodu potrebno crpkama dovoditi s kopna.	4	5	visok
Gubitak bioraznolikosti. Republika Hrvatska je jedna od najbogatijih zemalja Europe što se tiče bioraznolikosti. Klimatske promjene opasno bi ugrozile eko-turističke destinacije. Prema istraživanjima Svjetske turističke organizacije (WTO) udio ekoturizma u ukupnim putovanjima je 2-4%, dok je ono u Republici Hrvatskoj više od europskog prosjeka[231] što se posebice odnosi na Nacionalni park Plitvička jezera, koje je jedno od najvrjednijih područja Hrvatske. Propast krhke bioraznolikosti krških sustava doveo bi do smanjenja broja posjeta turista zaljubljenika u prirodu. Nadalje, promjene koje se tiču povećanja brojnosti komaraca i drugih nametnika mogle bi neka područja koja se ističu bioraznolikošću i prirodne znamenitost učiniti manje atraktivnima.	4	4	visok
Nastanak šteta i/ili smanjena funkcionalnost različitih infrastrukturnih sustava. Zbog porasta razine mora i obalne erozije dolazi do disfunkcionalnosti različitih tipova obalnih infrastrukturnih sustava. To uključuje npr. sustave resursa plaža, kanalizacija, marina i pristaništa i dr..	4	4	visok
Izostanak snježnog pokrova. Zbog povećanja prosječnih zimskih temperatura od samo 1 °C moglo bi rezultirati značajnim opadanjem pa čak i potpunim propadanjem malenog sektora zimskog turizma u Republici Hrvatskoj. Prosječena zimska temperatura za planinska područja iznosi -0,6 °C i u stalnom je porastu što kao posljedicu ima smanjenje snježnog pokrova (i količinski i vremensko zadržavanje) tijekom posljednjih desetljeća.	4	2	srednji

Izvor: A Climate for Change - Tourism (s promjenama) (Kalinski V. , 2008)

Na izravne i neizravne učinke budućih klimatskih promjena potrebno je odgovoriti u cilju daljnjeg razvoja turizma. Putem prilagodbe klimatskim promjenama sektor turizma može ublažiti negativne

[228] 5 = više od 90%, 4 = više od 66%, 3 = više od 50%, 2 = više od 33%, 1 = manje od 33%
[229] 5 = vrlo visok, 4 = visok, 3 = srednje visoke, 2 = nizak, 1 = vrlo nizak
[230] Nizak (zeleno), srednji (narančasto), visok (crveno)
[231] Turizam u gospodarskom sustavu (Blažević, 2007)

efekte klimatskih promjena, obogatiti turističku ponudu te na taj način učiniti sektor manje ranjivijim u budućim vremenima.

8.3.3. Potencijalni pozitivni utjecaji klimatskih promjena na turizam

Ukoliko se poduzmu određene mjere prilagodbe u budućnosti klimatske promjene mogu dovesti do pozitivnih pomaka u sektoru turizma. Važno je te pozitivne pomake prepoznati kako bi ih se moglo i iskoristiti.

Konkurencija između obalnih i kupališnih destinacija na cijelom Mediteranu pa tako i u Republici Hrvatskoj će se povećati kako se klimatski uvjeti na sjeveru Europe budu poboljšavali. Time će turistički sektor biti primoran **obogaćivati turističku ponudu i nuditi proizvode više kvalitete**, a na taj način ostvarivati i bolje ekonomske učinke. Trenutni turistički tijekovi gdje se turisti iz sjeverne Europe u ljetnim mjesecima sele na jug Europe bi se mogli jednim dijelom promijeniti. No, sva predviđanja kažu da će Mediteranska regija i dalje ostati najpopularnija destinacija za kupališni turizam.

U Republici Hrvatskoj veći dio turističkih tijekova odvija se u ljetnim mjesecima i to na **priobalnom području**. Glavni turistički proizvod je sunce i more gdje klima i klimatski parametri imaju veliki utjecaj. Povećanjem temperature može doći do pojave **povoljnijih uvjeta u predsezoni (proljeće) i postsezoni (jesen)** te će se kupališna sezona produžiti na proljeće i jesen. Na taj način bi se mogao ublažiti trenutni problem hrvatskog turizma – sezonalnost. Već sada su neke mediteranske zemlje uvidjele važnost „obogaćivanja“ glavnog turističkog proizvoda pa razvijaju i dodatnu ponudu koja se temelji na kulturno-povijesnoj baštini i drugim proizvodima i uslugama kao dodatnim elementima atraktivnosti proizvoda odmora na suncu i moru. Uz postojeće proizvode obalna i priobalna Hrvatska morat će obogaćivati svoju ponudu, odnosno razvijati proizvode poput: kulturno-povijesnog turizma, aktivno-odmorišnog turizma, *incentive* putovanja, *wellness* i medicinskog turizma, promatranje ptica i divljine, kongresnog turizama, agroturizma, ali i proizvoda u zatvorenom i klimatiziranom prostoru koji se mogu koristiti tijekom najvećih vrućina. Ekonomske posljedice ovih promjena ovisiti će o načinu prilagodbe turista, turističkih destinacija i o promjeni sezone godišnjih odmora za putovanje.

Povećanje temperature u ljetnoj sezoni može donijeti nove prilike za razvoj turizma na **planinskom području** Republike Hrvatske. U ljetnoj sezoni, pred i pod sezoni ovo područje može postati posebno interesantno turistima koji žele imati klimatski komfor i ugodan boravak. No, ukoliko se to područje želi ozbiljnije uključiti u turističku ponudu morati će razvijati i turističku ponudu poput razvoja malih obiteljskih hotela, ponude koja se temelji na prirodnim ljepotama, aktivnom odmoru (razne planinarske staze, biciklističke staze). Trenutno, zimski turizam ovog područja nije dovoljno razvijen tako da povećanje temperature i gubitak snježnog pokrivača neće donijeti značajnije negativne učinke, već bi uz mjere prilagodbe moglo donijeti i pozitivne efekte.

Osim nabrojanih područja i **kontinentalni dio** Republike Hrvatske imati će tijekom godine, osim ljeta, povoljnije klimatske prilike. Ovo područje ima bogatu biološku raznolikost, značajne kulturno-povijesne znamenitosti te ostale turističke atraktivnosti koje bi mogle privlačiti znatno veći broj turista. Ukoliko razvije turističku ponudu u gradovima i na ruralnim područjima mogao bi bilježiti pozitivne pomake. Urbani, zdravstveni, agroturizam ili seoski turizam, razni oblici *welness* ponude, proizvodi su koji bi mogli privući veći broj turista na ovom području.

8.3.4. Međusektorski i prekogranični utjecaji

Turizam u svim Mediteranskim zemljama, a posebice u Republici Hrvatskoj ima značajan utjecaj na ukupno gospodarstvo, a može se smatrati kao jedan od pokretača određenih sektora. Turizam svojim djelovanjem utječe na brojne sektore i iskazuje pozitivne ili negativne efekte. U iskazivanju važnosti

turizma u gospodarstvu neke zemlje potrebno je poći od osnovne pretpostavke tj. od turističke potrošnje. Ona predstavlja dio osobne potrošnje koju turist troši izvan mjesta svog stalnog boravka.

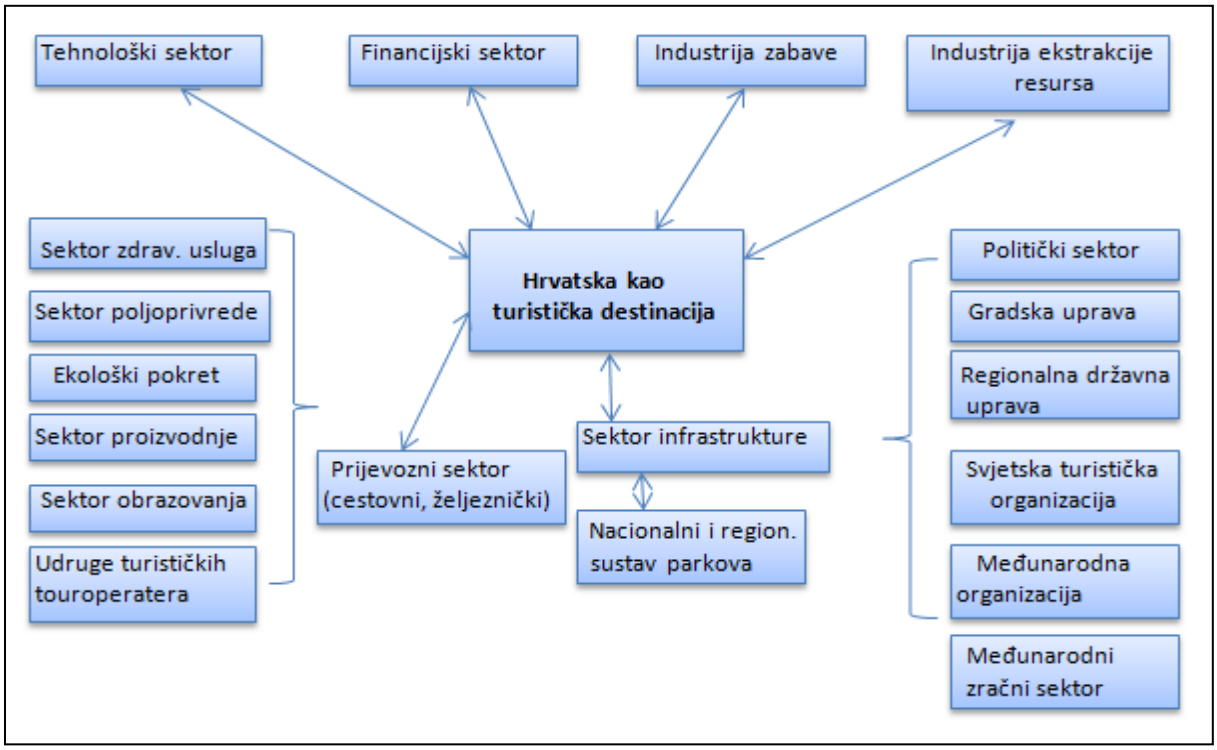
Turist dio svojih sredstava troši neposredno na:

- ugostiteljstvo
- promet
- trgovinu
- putničke agencija

a posredno na:

- poljoprivredu
- građevinarstvo
- trgovinu
- energetiku
- industriju i drugo.

Da bi stigao u turističku destinaciju turist koristi prijevozno sredstvo, u mjestu troši vlastita sredstva na ugostiteljske usluge, smještaj, zabavu, razne proizvode trgovine i usluge ostalih djelatnosti. Intenzivnim razvojem organiziranih putovanja značajnu stavku u trošenju turista imaju posrednici u putničkim i drugim agencijama, koji organiziraju putovanja, formiraju aranžmane, te pružaju različite dodatne usluge (organiziranje prijevoza, izleta i drugo). Posredni utjecaj turizma na gospodarstvo očituje se u pozitivnim efektima na poljoprivredu, trgovinu, energetiku industriju. Dobrom strategijom gospodarskog razvoja određene zemlje mogu se sve te djelatnosti povezati s turizmom i on može postati jedan od pokretača gospodarskog razvoja. Turizam je vrlo složena društvena i ekonomska pojava, a obuhvaća ne samo turističke nego i mnoge izvanturističke djelatnosti. Odnos turizma i gospodarskog sustava prikazuje slika 8-4.



Slika 8-4: Veze turizma s ostalim sektorima gospodarstva i društva
Izvor: *Turizam u gospodarskom sustavu* (Blažević, 2007)

Slika 8-4 iskazuje međusobne odnose turizma s brojnim gospodarskim, društvenim, pa čak i političkim čimbenicima. Zbog prilagodbe novim uvjetima poslovanja izazvanih klimatskih promjenama turizam će morati koristiti usluge mnogih gospodarskih sektora.

Jedan od važnijih sektora koji će u budućnosti imati veliki značaj je sektor **građevinarstva**. Ova djelatnost je već sada značajni dionik razvoja turizma jer se uz njega veže adaptacija i izgradnja turističke infrastrukture. Postojeću i novu infrastrukturu u turizmu trebati će prilagoditi mogućim klimatskim promjenama. Takve investicije zahtijevati će značajna financijska sredstava koja će se dijelom pokrivati iz privatnog sektora, dijelom iz sredstava državnog proračuna i fondova EU.

Poljoprivreda je veoma važna za cjelokupno društvo, a turizam može biti jedan od značajnijih pokretača razvoja ove djelatnosti. Novi trendovi u turizmu koji se odnose na održivi razvoj zahtijevaju upotrebu proizvoda koji imaju mali/niski ekološki otisak, dakle onih koji su proizvedeni u lokalnim sredinama na ekološki način. Zbog toga, ali i utjecaja klimatskih promjena poljoprivreda povezana s turizmom bi mogla imati pozitivne efekte na ukupno gospodarstvo.

Energetika je veoma važna za turizam. U budućnosti se zbog povećanja temperature očekuje veći pritisak na energetski sektor. Turist koji dolazi u određenu destinaciju očekuje i određeni klimatski komfor. Ukoliko to ne može ostvariti na vanjskom prostoru, u zatvorenom prostoru će to zasigurno očekivati. Zbog povećanja temperature klimatski sistemi intenzivnije će morati rashlađivati zatvorene prostore (hoteli, restorani, prostori u kojima se odvijaju turističke aktivnosti) u kojima najčešće turisti borave. Ovi troškovi predstavljati će značajna financijska sredstva koja će trebati osigurati.

Promet omogućava prijevoz turista od mjesta stanovanja do željene turističke destinacije. Kada se promatra budućnost poželjno prometno sredstvo kojim će se dešavati većina turističkih tijekova je željeznički promet. Naime, to je prometno sredstvo koje ima minimalan utjecaj na okoliš, a ukoliko se radi o modernoj infrastrukturi onda se može govoriti i o prijevozu koji ima važne kvalitete i to: brzinu i efikasnost.

Vodni resursi se također mogu promatrati kao energent i itekako su važni za normalno odvijanje turističkog prometa. Već sada se u nekim destinacijama u ljetnoj sezoni mogu uočiti problemi sa dostupnošću vode. Sukladno projekcijama u budućnosti se očekuju još jači pritisci na vodne resurse te je potrebno promišljati nove modele osiguranja vode kako u turističke tako i za potrebe lokalnog stanovništva.

Industrija koja je povezana s turizmom ostvariti će u budućnosti isto tako pozitivne efekte. Industrija na sebe veže i na taj način pokreće i sve ostale djelatnosti. Tako npr. drvna industrija, odnosno proizvodnja namještaja u turističke svrhe može imati pozitivne učinke na ukupno gospodarstvo. Osim drvne industrije veoma važna je i prehrambena industrija koja se jednim dijelom bavi preradom i pripremom poljoprivrednih proizvoda za potrebe turizma.

Osim gore navedenih gospodarskih djelatnosti/sektora i druge djelatnosti mogu imati određene učinke koje će prouzročiti klimatske promjene.

9. ZDRAVLJE / ZDRAVSTVO

Ključne poruke

- Meteorološki i klimatološki parametri predstavljaju značajne utjecaje iz okoliša s mogućim posljedicama na zdravlje.
- Predviđene klimatske varijacije imati će mogući utjecaj na razine mikrobioloških i kemijskih čimbenika u ljudskom okruženju (u vodi, hrani, zraku, tlu, otpadu, životinjskim vektorskim vrstama i sl.).
- Klimatske promjene i ekstremni vremenski uvjeti doprinijet će ranjivosti radi utjecaja na smrtnost, na epidemiologiju kroničnih nezaraznih i zaraznih bolesti, te na posljedice djelovanja štetnih čimbenika iz okoliša na zdravlje.
- Zbog kompleksnog međudjelovanja klimatoloških s okolišnim i ostalim utjecajima, te radi nedovoljne primjene novih metoda evaluacije, otežana je procjena udjela pojedinačnih utjecaja.

9.1. Pregled i važnost sektora te opći utjecaj klime na sektor – Zdravlje

Zdravlje je prema definiciji Svjetske zdravstvene organizacije stanje potpunog psihofizičkog i socijalnog blagostanja, a ne samo odsustvo bolesti i iznemoglosti.[232] Dakle, osim aspekta tjelesnog i fiziološkog, pojam zdravlja neizostavno uključuje i psihološke odrednice i okoliš kao sastavnicu istog. Klima kao skup srednjih ili očekivanih vrijednosti meteoroloških elemenata, poput sunčevog zračenja, temperature zraka, tlaka, smjera i brzine vjetra, vlažnosti zraka, oborina, isparavanja, naoblake i količine snježnog pokrivača, varijable su iz okoliša sa značajnim utjecajem na ljudsko zdravlje. Primjera radi:

- Temperatura zraka, posebno ekstremni vremenski uvjeti, tj. vrućine, imaju utjecaj na povećanje smrtnosti, razvoj novih ili pogoršanje simptoma u kardiovaskularnih bolesnika.
- Vlažnost zraka, oborine, te smjer i brzina vjetra imaju utjecaj na obolijevanje od akutnih ili kroničnih alergijskih bolesti dišnog sustava .
- Unatoč Montrealskom protokolu i posljedičnom smanjenju utjecaja ljudskog djelovanja na ozonski sloj, osim ultraljubičastog zračenja, vidljiva svjetlost i parametar intenziteta sunčanog zračenja značajni su radi mogućeg razvoja zdravstvenih posljedica.

Javno zdravlje predstavlja zdravlje svakog pojedinca unutar neke društvene zajednice, dok **javno zdravstvo** daje institucijski okvir za postizanje istoga. Javno zdravstvo kao dio zdravstvenog sustava djeluje na svim razinama (od primarne do tercijarne) u praćenju izloženosti čimbenicima rizika:

- **Primarna prevencija** predstavlja preventivne oblike zdravstvene zaštite koji se provode u zajednici kroz preventivne programe ili intervencije, te edukaciju stanovništva direktno, kroz pisane materijale i sredstva javnog priopćavanja
- **Sekundarna prevencija** uključuje aktivnosti smanjenja čimbenika rizika *u već oboljelih osoba*
- **Tercijarna prevencija** obuhvaća primjenu mjera za smanjenje ili uklanjanje dugoročnog oštećenja i pomoć u prilagodbi postojećem stanju

Zaključno, javno zdravstvo, bavi se zdravstvenim problemima na razini zajednice, dok klinička medicina djeluje na razini pojedinca kojemu je zdravstvena skrb potrebna. Pojedini autori povezuju tako paralelu između primarne prevencije i mitigacije tj. ublažavanja ili nastojanja usporenja klimatskih promjena smanjenjem emisija stakleničkih plinova kroz sektore energije, transporta i arhitekture.[233] Nadalje niz je dodirnih točaka između sekundarne, tercijarne prevencije i izvanrednih

[232] Terminology Information System (World Health Organization, 2017)
[233] Climate change and public health: thinking, communicating, acting (Frumkin & McMichael, 2008)

postupanja zdravstvenog sustava i prilagodbe koja uključuje pripreme na učinke klimatskih promjena s ciljem smanjenja utjecaja na zdravlje. Poboljšanje zdravstvenog stanja stanovništva dovodi do pozitivnih gospodarskih ishoda. Istraživanje OECD-a (eng. Organisation for Economic Co-operation and Development) procjenjuje da je za svaku godinu porasta očekivanog trajanja života („*life expectancy*") moguć porast BDP-a do čak 4%.[234]

9.2. Trenutačno stanje i utjecaj klimatskih parametara na sektor - Zdravlje

9.2.1. Utjecaj na epidemiologiju bolesti povezanih s klimatskim promjenama

Javnozdravstvena djelatnost temelji se na monitoringu raspodjele akutnih i kroničnih bolesti u populaciji. Isto je ključno za utvrđivanje razloga, praćenja tijeka i odabira rješenja za zdravstvene posljedice povezane s uzročnicima bolesti ili kontaminantima iz okoliša. Isključenje ili potvrda povezanosti specifičnih bolesti ili stanja s klimatskim promjenama mogući su uz povezivanje rezultata okolišnog monitoringa i zdravstvenih indikatora. Isto je ključno za definiranje i praćenje prioritetnih preventivnih i korektivnih mjera povezanih s postojećim ranjivostima zbog klimatskih promjena.

Utjecaj na epidemiologiju zoonoza i vektorskih bolesti

Promjene u epidemiologiji, tj. pojavnosti i širenju bolesti koje prenose vektorske vrste poput komaraca i krpelja, povezuju se s promjenama klimatskih parametara. Promjene u kretanju vlažnosti i prosječnih temperatura u umjerenom pojasu, dovode do širenja pogodnih područja za nastanjivanje prijenosnika vektorskih bolesti i izvan područja u kojima se primarno javljaju i potvrđuju. Tome doprinose i globalna trgovina i globalne migracije, zbog kojih se ličinke i odrasli oblici komaraca lakše mogu proširiti prijevoznim sredstvima u vrlo kratkom vremenu.

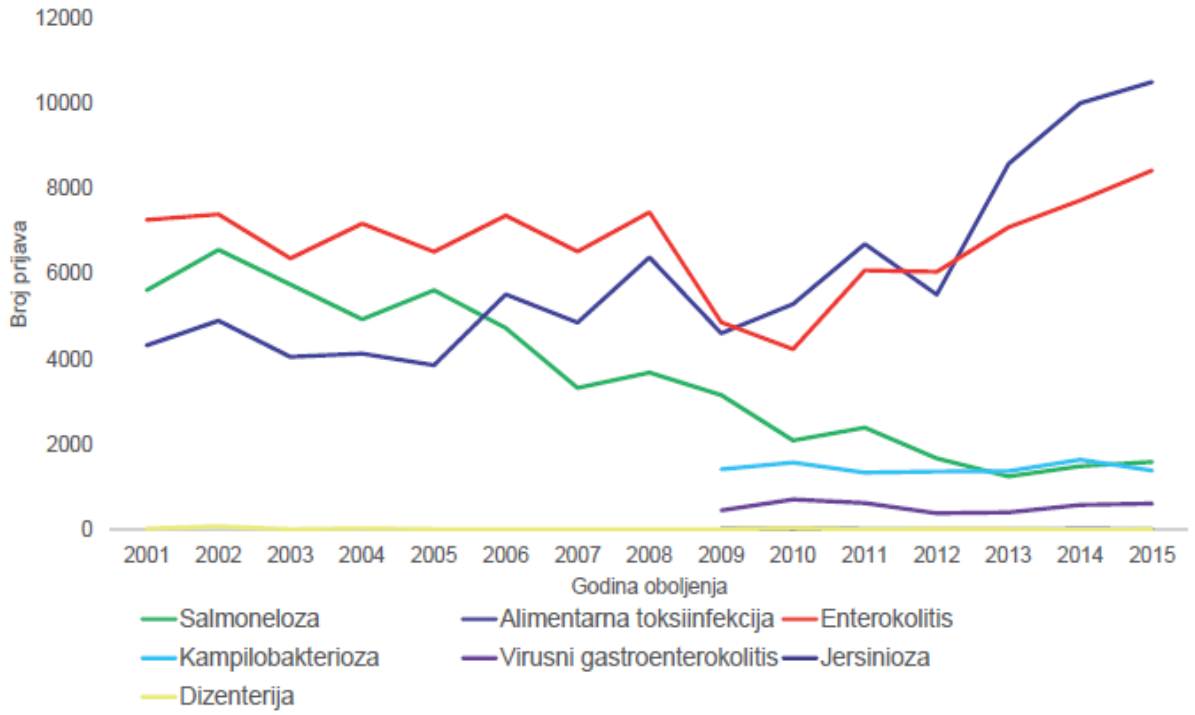
Promjene u širenju zanimljive su na primjeru 'groznice Zapadnog Nila' uzrokovane virusom Zapadnog Nila. Od potvrde još davne 1937. godine u Ugandi, samo je nekoliko epidemija zabilježeno do 90.-tih godina prošlog stoljeća među ljudima i konjima. Sljedeće epidemije zabilježene su 1990. u Alžiru, 1996. u Maroku i Rumunjskoj, godine poslije u Tunisu, te 1998. godine u Italiji i Izraelu. U Rusiji je potvrđen 1999. godine, kada je virus potvrđen i prvi puta na zapadnoj hemisferi, tj. u Sjedinjenim Američkim Državama, te 2000. godine u Francuskoj. Iako se zbog razvoja dijagnostičkih i laboratorijskih metoda potvrda virusa značajno poboljšala, ne može se zanemariti utjecaj meteoroloških i klimatoloških čimbenika, te globalizacije na širenje bolesti. U razdoblju od 2008. godine virus se javlja u europskim zemljama, međutim u nama nekoj susjednoj zemlji je prvi puta potvrđen 2012. godine u Srbiji. A krajem 2012. godine virus Zapadnog Nila potvrđen je i u istočnoj Hrvatskoj, tj. u Brodsko-posavskoj, Vukovarsko-srijemskoj i Osječko-baranjskoj županiji. Prvi humani slučaj vrlo je vjerojatno importiran iz Srbije, dok se ostali potvrđeni slučajevi smatraju autohtonim slučajevima. Isto znači da oboljeli nisu boravili izvan Hrvatske uoči obolijevanja od bolesti koja do tada nije zabilježena u tim područjima, te u Hrvatskoj općenito. Klinički oblik bolesti bio je od blagog do neuroinvazivnog oblika (10% smrtnost). Tijekom 2013. godine u Hrvatskoj je ukupno 20 osoba oboljelo od teškog kliničkog oblika bolesti. U prirodi se ovaj virus održava cirkulirajući između ptica selica i vektora komaraca (vrste Culex) s povremenim prijenosom na ljude i ostale životinje, najčešće konje. Ukupno je za četiri osobe (2,2% ispitanika) od ukupno 178 uključenih zdravih ispitanika Osječko-baranjske županije potvrđen serološki pozitivitet, tj. pozitivna IgG protutijela, što je dokaz prokuženosti ili razvoja imunološkog odgovora nakon izloženosti virusu zapadnog Nila, unatoč nepostojanju podataka o oboljelim osobama među kontaktima ispitanika[235].

[234] Social health incurance systems in western Europe (Saltman & Brusse R, 2004)
[235] Human West Nile Virus Infection in Eastern Croatia (Vilibić-Čavlek, 2013)

U Republici Hrvatskoj tijekom desetogodišnjeg razdoblja, od 2005. do 2014. godine, analizirane su epidemiološki i javnozdravstveno najznačajnije zoonoze. Zoonoze su bolesti u domaćih i divljih životinja, koje se u prirodnim uvjetima mogu prenijeti i na čovjeka te izazvati bolest. U ovu skupinu pripada i podskupina vektorskih bolesti. Tijekom promatranog razdoblja najčešće su bile (Slika 9-1):

- **Salmoneloze**: ukupno 29462; godišnji raspon s obzirom na broj ukupno oboljelih od 1254 do 5619, medijan 2781,
- **Lyme borelioza**: ukupno 4217; raspon od 220 do 661, medijan 437,
- **Leptospiroza:** ukupno 506; raspon od 20 do 126, medijan 40,
- **Trihineloza:** ukupno 506; raspon od 20 do 126, medijan 40, i
- **Q-vrućica :**ukupno 167; raspon od 1 do 45, medijan 9

Na pojavu zoonoza utječu različiti čimbenici kao što su klimatske promjene, razvoj turizma i sve učestalija međunarodna putovanja, kretanje životinja, porast i veća gustoća humane i životinjske populacije, širenje i bolja prilagodba različitih vektora i mikroorganizama na novonastale uvjete, te prirodne katastrofe, civilni i vojni sukobi i neadekvatna primjena javnozdravstvenih mjera u tim okolnostima.[236]



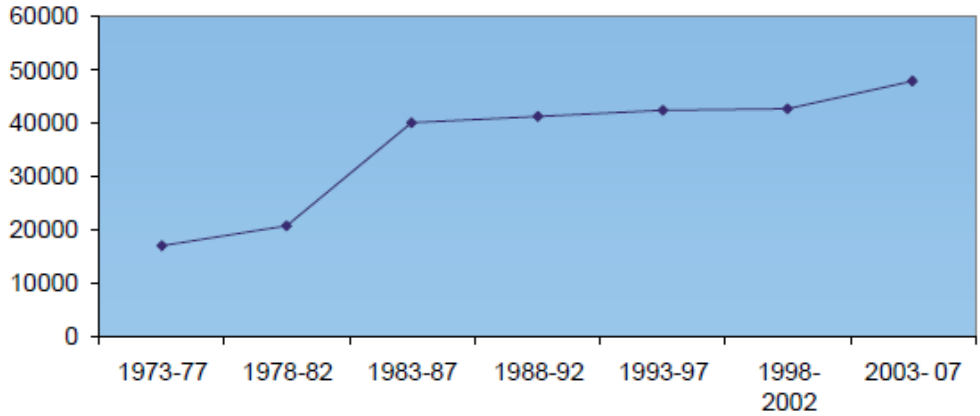
Slika 9-1: Broj oboljelih od gastrointestinalnih infekcija u Hrvatskoj u razdoblju 2001.-2015.

Utjecaj na epidemiologiju akutnih bolesti probavnog sustava

Iako su uzročnici akutnih simptoma probavnog sustava različiti, te pripadaju u potpuno različite skupine uzročnika od virusa, bakterija, parazita i gljiva, meteorološki čimbenik temperatura ima značajan utjecaj na poticaj ili zaustavljanje razmnožavanja većine uzročnika u slučaju neprikladne pripreme, rukovanja ili pohrane obroka. Iako je za očekivati da je s porastom životnog standarda porasla i svijest javnosti i proizvođača hrane, na slici 9-2. vidljiv je kontinuirani porast broja oboljelih, osim za salmoneloze. Realno je da je porast broja većine bolesti dijelom povezan i s porastom evidencije broja oboljelih u promatranom razdoblju, radi razvoja i nadopuna sustava prijava zaraznih

[236] Zoonoze u Republici Hrvatskoj (Dželalija, Medić, Pem Novosel, & Sablić, 2015)

bolesti unutar zdravstvenog sustava. S druge strane, zbog sve većeg broja rizičnih čimbenika poput drugačijih navika u pripremi hrane, te pojavnosti uzročnika akutnih simptoma s novim odlikama, kontinuirano se provode preventivne djelatnosti poput edukacije i kontrole djelatnika i kritičnih točaka unutar sustava proizvodnje, rukovanja i distribucije hrane koji su sigurno imali pozitivan utjecaj na tijek kretanja ove vrste infekcija.



Slika 9-2: Infekcije probavnog sustava u Hrvatskoj u razdoblju 1973. -2007. Na vertikalnoj osi broj zabilježenih slučajeva, a na horizontalnoj osi razdoblje promatranja.
Izvor: Hrvatski zavod za javno zdravstvo (HZJZ)

Klimatske promjene se povezuju i sa promjenama u pojavnosti akutnih bolesti dišnog sustava. Tijekom 2015. godine ova skupina bolesti bila je najzastupljenija s udjelom od 19,6% ukupnog broja utvrđenih bolesti i stanja. U djece do 7 godina života taj je udio među svim evidentiranim bolestima značajno viši, čak od 40,0%, dok je u školske djece taj udio još viši (42,9%). Iste godine slijedile su zarazne i parazitarne bolesti s udjelom u obolijevanju od 11,2%, što govori u prilog važnosti osiguranja optimalnih okolišnih uvjeta, te uzimanja u obzir okolišnih i meteoroloških indikatora prilikom nadzora i provedbe preventivnih mjera. Ipak, ne smije se ujedno zanemariti da službeni podaci o oboljelim osobama predstavljaju samo dio stvarnog broja, budući da veliki dio oboljelih osoba radi akutnih bolesti dišnog i probavnog sustava ne traži pomoć te stoga nije vidljiv u podatcima zdravstvenog sustava.[237]

Utjecaj na epidemiologiju kroničnih nezaraznih bolesti

Udio kroničnih nezaraznih bolesti u Hrvatskoj u kontinuiranom je porastu. Pri tome prednjači udio bolesti srca i krvnih žila s udjelom od 10,4% tijekom 2015. godine, pri čemu čak 55% slučajeva predstavlja povišen krvni tlak.[238] Među mogućim utjecajima na razvoj kroničnih nezaraznih bolesti prvenstveno zloćudnih bolesti, poremećaja u radu bubrežne funkcije, dišnog, kardiovaskularnog sustava, te bolesti poput dijabetesa, osim individualnih genetskih čimbenika i individualnih odrednica radi utjecaja životnih navika, kretanja i načina prehrane, značajan utjecaj imaju i vanjski čimbenici poput zagađenja vanjskog zraka, vode, hrane i tla. Trenutna nedostatna mogućnost pravilne procjene udjela utjecaja za ove skupine otežava procjenu utjecaja radi samo klimatskih promjena. Nedostatno povezivanje rezultata okolišnog (analiza vode, hrane, zraka, tla i otpada), te sustavne provedbe i rezultata humanog monitoringa (praćenja opterećenja ljudi čimbenicima iz okoliša analizom ljudskih uzoraka, npr. metala i polumetala, mikotoksinima, postojanih organskim onečišćujućih tvari i dr.), dodatno povećava utjecaj klimatskih promjena na sektor zdravstva.

[237] Hrvatski zdravstveno-statistički ljetopis za 2015. godinu (Hrvatski zavod za javno zdravstvo, 2016)
[238] *Ibid*

9.2.2. Smrtnost uzrokovana ekstremnim vremenskim uvjetima

Smrtnost i posljedice radi ekstremnih vremenskih uvjeta

Ekstremne temperature zraka mogu uzrokovati zdravstvene probleme i povećani broj smrtnih slučajeva i stoga predstavljaju javnozdravstveni problem. Prema podacima HZJZ-a te praćenja oboljelih i umrlih prema „Protokolu o postupanju i preporukama za zaštitu od vrućine“ za ljetni period od 15. svibnja - 15. rujna, zabilježen je godišnji trend porasta intervencija kroz prijavni sustav iz hitnih prijema oboljelih i zavoda hitne medicine i bolničke Hitne službe prema HZJZ-u.[239] U Hrvatskoj je istraživan utjecaj ekstremnih vrućina u razdoblju od 1983. do 2008. godine. Rezultati su pokazali **značajan utjecaj produženog razdoblja ekstremnih temperatura u kopnenom dijelu Hrvatske**. Ovdje su ekstremne maksimalne vrijednosti se kretale iznad 36 °C. Rezultati su potvrdili povećanu ukupnu smrtnost, pri čemu je **značajan utjecaj porasta od jednog stupnja Celzijevog na čak 3 do 5 puta veću smrtnost u slučaju trajanja ekstremnih vrućina preko pet dana**.[240]

Osobito ugrožene skupine ljudi su mala djeca, kronični bolesnici, starije osobe te ljudi koji rade na otvorenom prostoru, kronični bolesnici koji uzimaju neke lijekove (npr. diuretike), osobe sa smanjenim imunološkim odgovorom, osobe s invaliditetom koje su nepokretne, te gojazni koji imaju otežano hlađenje znojenjem i isparavanjem. Dvije trećine odraslih osoba u Hrvatskoj ima prekomjernu tjelesnu težinu ili debljinu (ITM≥25 kg/m2).[241] Toplinski val iz ljeta 2003. godine koji je zahvatio europsko stanovništvo je pridonio porastu smrtnosti Švicaraca od 7%. Statistički podatak od 1.000 dodatnih smrtnih slučajeva pokazuje da se nipošto ne može pripisati onim ljudima koju su već bili u lošem zdravstvenom statusu. Sveukupno, diljem Europe, toplinski val iz 2003. godine prouzročio je ili direktno doprinio oko 35.000 smrtnih ishoda.[242]

Analize praćenja smrtnosti u Hrvatskom zavodu za javno zdravstvo pokazale su da je u 2012. godini u Zagrebu tijekom tjedan dana (krajem srpnja i početkom kolovoza) u kojem je toplinski val utjecao na grad došlo do sljedećih posljedica: [243]

- Višak smrtnih ishoda bio je 5% viši u odnosu na tjedne bez toplinskog ekstrema. Taj se podatak podudara sa procjenom iz Državnog hidrometeorološkog zavoda za koju se označava umjerena opasnost tj. kad je smrtnost 5% viša od prosječne.
- Epidemiološke analize prijema iz hitnih medicinskih službi u Zagrebu 2012. godine pokazale su da je tijekom tjedna toplinskog vala porastao na 10.000 prijema naspram 6.000 prijema tijekom tjedana bez toplinskog ekstrema. Što čini razliku od 4.000 prijema više osoba koje su zatražile hitnu medicinsku pomoć u doba trajanja toplinskog vala.

Očigledan je porast boja prijava povećanja pobola i smrtnosti vezano uz povišene temperature tijekom trogodišnjeg razdoblja, od 55.000 u 2012. godini do 80.000 u razdoblju praćenja tijekom 2014. godine.[244] U nacionalnoj procjeni rizika od katastrofa procijenjeni su i financijski aspekti opterećenja zajednice na primjeru grada Zagreba. Tako se u scenariju naglog nastupa toplotnog vala s maksimalnom dnevnom temperaturom zraka iznad 37,1 °C ili s minimalnom temperaturom zraka 22,9 °C u trajanju od četiri i više uzastopnih dana, troškovi liječenja hitnih medicinskih usluga i hospitaliziranih oboljelih, procjenjuju se na oko 600 milijuna kuna. Kako u scenarij nije uključen

[239] Hrvatski zdravstveno-statistički ljetopis za 2015. godinu (Hrvatski zavod za javno zdravstvo, 2016)
[240] Impact of Heat Waves on Mortality in Croatia (Zaninović & Matzarakis, 2014)
[241] Obesity – New Threat to Croatian Longevity (Musić Milanović, i dr., 2012)
[242] Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku (Republika Hrvatska, 2015)
[243] *Ibid*
[244] *Ibid*

trošak povećane potrošnje energenata struje i vode za simptomatsko liječenje i rashlađivanje cjelokupno zahvaćenog broja osoba zatečenog toplotnim valom u Gradu Zagrebu, tako da je ukupno opterećenje i više od procijenjene razine, što predstavlja jednu od značajnih ranjivosti i opterećenja sustava odgovora.[245]

Okvir 9-1: Istraživanje vezano za utjecaj klime na zdravlje ljudi u drugim zemljama

U njemačkoj Strategiji prilagodbe klimatskim promjenama navodi se da je od 1901. do 2006. godine došlo do linearnog porasta temperature za 0,9 °C te da je desetljeće 1990.-1999. godine bilo najtoplije u cijelom stoljeću. Istovremeno porasla je vlažnost za 9%, a oborine za 31%. Rezultati modela za razliku od prethodnih parametara ne pokazuju promjene u brzini ili smjeru vjetra. Posebno se naglašava utjecaj rezultata modeliranja na životinjske vrste poput ptica, koje su značajne u epidemiologiji pojedinih zaraznih bolesti poput gripe, te na povećanje pojavnosti ekstremnih vremenskih uvjeta poput oborina, oluja, poplava, požara, toplinskih valova i sušnih razdoblja .

Istraživanja utjecaja ekstremno visokih temperatura na kardiovaskularne bolesti su ujednačena. No, dok je utjecaj ekstremno niskih temperatura u nekim područjima, poput Sjeverne Amerike, potvrđen, u većini istraživanja u Rusiji i u Europi taj učinak nije potvrđen. Važno je napomenuti i pretpostavku, temeljenu na dosadašnjim istraživanja sposobnosti prilagodbe ljudskog organizma, da ekstremno niske temperature imaju veći utjecaj na ljude u suptropskim regijama, a ekstremno visoke temperature imaju značajniji utjecaj na ljude u umjerenom klimatskom pojasu[246].

Na Tajvanu je istraživana povezanost meteoroloških parametara, indikatora kvalitete zraka i vitalnih indikatora zdravstvenog sustava u razdoblju od 1994. do 2007. godine. U četiri urbane aglomeracije istraživan je utjecaj ekstremno visokih >31 °C (vrijednosti iznad 97 percentile koje traju kontinuirano između 3-8 dana) i ekstremno niskih <15 °C (vrijednosti ispod 3 percentile koje traju kontinuirano između 3-8 dana) temperatura na smrtnost radi cerebrovaskularnih (moždano-krvožilnih), kardiovaskularnih (srčano-krvožilnih, bolesti srca općenito i ishemijske bolesti srca

9.3. Očekivane promjene klimatskih parametara do 2040. te 2070. godine - Zdravstvo

Navedene su promjene za klimu očekivane do 2040. i 2070. godine s osobitim utjecajem na zdravlje i zdravstveni sustav.

Ekstremni vremenski uvjeti – produžena razdoblja visokog sunčanog zračenja

Sukladno službenom praćenju vrijednosti sunčanog zračenja ulazna sunčana energija u svim sezonama u Hrvatskoj veća je na Jadranu, a razlike između razina ulaznih fluksa veće su ljeti više od zimskih i do pet puta (do 250 W/m^2). Iako regionalni model ne predviđa značajno povećanje razina u razdoblju 2011.-2040. (do 4 W/m^2), model pokazuje porast u ljeto do 8-12 W/m^2 najznačajnije u gorskoj i središnjoj Hrvatskoj, a najmanje u srednjoj Dalmaciji.

Ekstremni vremenski uvjeti – produžena razdoblja visoke temperature zraka (broja dana s maksimalnom temperaturom višom od 30 °C) – vrućina

U historijskoj klimi promatranjem promjena broja dana maksimalnom temperaturom višom od 30 °C vidljiv je porast broja dana u razdoblju 1971. – 2000. u odnosu na prethodno razdoblje 1961. – 1990. Na temelju rezultata regionalnog modela očekuje se porast broja dana u cjelokupnom razdoblju historijske klime i do dva puta (15-20 dana) u ljetnom razdoblju neposredne budućnosti, te i do tri puta (ukupno prosječno 15-20 dana) u ljetnom razdoblju klime sredine 21. stoljeća (2041.-2070. godine). Model predviđa porast maksimalne temperature regionalnim modelom u razdoblju 2001.-

[245] Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku (Republika Hrvatska, 2015)
[246] Acute and Prolonged Adverse Effects of Temperature on Mortality from Cariovascular Diseases (Lin, Chang, Wang, & Ho, 2013)

2040. godine, u unutrašnjosti u jesen do 2,5 °C, dok je porast maksimalnih temperatura u jesen predviđen najviše na otocima, sve do 2,3 °C. Porast maksimalne temperature zraka prikazom u HadGEM2 globalnom modelu u jesen je previđen do 3,5 °C u primorskom dijelu Hrvatske u razdoblju 2041.-2070. godine.

Ekstremni vremenski uvjeti – hladnoća

Modelom je projiciran porast minimalnih temperatura do 2040. između 1,2 °C u sjevernoj Hrvatskoj i do 1,4 °C u Gorskom Kotaru, te predviđene zimske prosječne minimalne temperature između -4 i -7 °C u gorskim i sjeverozapadnim predjelima Hrvatske.

Ekstremni vremenski uvjeti – smjer i brzina vjetra

Prema rezultatima modeliranja u razdoblju do 2040 očekuje se smanjenje brzine vjetra na 10 metara visine, u svim sezonama osim u ljetnom razdoblju. Najveće smanjenje brzine vjetra u ovom razdoblju očekuje se u zimi na južnom Jadranu. Do 2070. dodatni trend smanjenja brzine vjetra se nastavlja. Maksimalna brzina tada bi bila manja za 0,5 m/s. Trenutne brzine maksimalne su najviše na toj visini, oko 10-12 m/s zimi na otvorenom moru južnog Jadrana.

Ekstremni vremenski uvjeti – povećanje i smanjenje količine oborina

Predviđena je značajna izmjena sezonskog kretanja i količine oborina projiciranih regionalnim modelom za razdoblje 2011.-2040. Najveće povećanje količine oborina preko 100 ml u zimu može se očekivati na otocima srednje Dalmacije. U ljetno doba istog razdoblja ljetno smanjenje količine oborina predviđeno je regionalnim modelom na krajnjem jugu, čak preko 90 mm.

Ekstremni vremenski uvjeti – vlažnost i isparavanje

Specifična vlažnost prema rezultatu regionalnog modela u historijskom razdoblju najmanja je u Hrvatskoj u zimi. U većem dijelu zemlje je između 3 i 4 g/kg, a na Jadranu od 4-5 g/kg. Najveće vrijednosti prevladavaju na Jadranu u ljeto, do 8-10 g/kg. U neposrednoj budućnosti, do 2040. godine, očekuje se da će kroz cijelu godinu specifična vlažnost posvuda rasti. U odnosu na referentnu klimu, promjena vlažnosti je mala – u prosjeku oko 5 do 6 %. RegCM u ljetnoj sezoni daje najveći porast, oko 0,6 g/kg, dok je najmanji porast u sjevernoj Hrvatskoj, do 0,5 g/kg na Jadranu. Trend porasta specifične vlažnosti nastavlja se i u razdoblju oko sredine 21. stoljeća, 2041.-2070. godine.

Ekstremni vremenski uvjeti – snježni pokrivač

Regionalni model u Republici Hrvatskoj u oba razdoblja predviđa smanjenje količine ekvivalentne vode snijega. Ova varijabla opisuje količinu vode koja bi nastala u slučaju trenutnog topljenja snijega, što možemo smatrati primjerenim indikatorom. Projekcija dakle ukazuje na smanjenje snježnog pokrova u oba razdoblja u odnosu na historijsku klimu.

9.4. Procjena potencijalnih budućih utjecaja klimatskih promjena na sektor – Zdravstvo

Budućnost sektora i posljedice klimatskih promjena na sektor

Akutne i kronične posljedice za zdravlje i smrtnost radi produženih razdoblja visoke temperature zraka

Zbog procjene porasta maksimalnih temperatura, u primorskim krajevima i posebno u sadašnjem razdoblju post-sezone (u jesen), te zbog usmjerenja ovih regija prema turizmu kao primarnoj gospodarskoj grani, može se očekivati povećanje utjecaja koji na zdravlje ima promjena mjesta boravka, tj. promjena vode ili hrane koju konzumiramo. Moguće je očekivati akutni utjecaj na zdravlje (mogući razvoj akutnih simptoma probavnog sustava) putnika prispjelih turističke destinacije. Ujedno, nakon putovanja prijevoznim sredstvima s najčešće neprimjereno podešenim

opcijama klimatizacijsko-ventilacijskog sustava u prijevoznim sredstvima, te dolaskom u područje s izmijenjenim meteorološkim parametrima, sluznice gornjih dišnih puteva i očna sluznica pokazuju smanjeni kapacitet obrane od uzročnika zaraznih bolesti. Svemu ovome doprinose i povećani potencijal širenja akutnih zaraznih bolesti radi grupiranja i korištenja sadržaja u turističkim destinacijama koje podižu razinu rizika za širenje akutnih bolesti (korištenje bazena, učestalija konzumacija alkohola, termički neobrađene hrane i sl.).

Produženje razdoblja visoke temperature zraka imati će sve veći opseg negativnih zdravstvenih i u kronično oboljelih osoba, poput oboljelih od bolesti dišnog sustava i kardiovaskularnih bolesti, te povećanje ukupne smrtnosti [247].

U kontekstu porasta broja dana ekstremnih vremenskih uvjeta i povećanja udjela automatizacije klimatizacijsko-ventilacijskih sustava, ranjivost predstavlja nadzor nad održavanjem istih na razini ne samo javnih objekata, nego i pojedinca. U slučaju neprovedbe mjera obnove objekata, te mjera iz područja energetske učinkovitosti i nedovoljne uporabe obnovljivih izvora energije za ustanove zdravstvenog sektora, očekivani su ranjivost i smanjeni kapaciteti u prilagodbi.

Akutne i kronične posljedice za zdravlje radi promjena u epidemiologiji akutnih zaraznih bolesti - vektorskih bolesti

Navedeni kombinirani utjecaji meteoroloških parametara mogu imati za posljedicu promjene u epidemiologiji, tj. pojavnosti i širenju bolesti koje prenose vektori (organizmi prijenosnici uzročnika bolesti poput komaraca, krpelja i dr.). Predviđene klimatske promjene doprinijeti će širenju pogodnih područja za nastanjivanje prijenosnika bolesti izvan područja njihovog primarnog staništa, u produženju trajanja sezone aktivnosti vektora i u razvoju otpornosti istih na sredstva kontrole. Osim klimatskih promjena, globalizacija robe i usluga, te migracije stanovništva iz turističkih, političkih, ekonomskih i drugih razloga, dodatno doprinose unosu invazivnih vrsta i u širenju istih, te prokuživanju domaćih i divljih životinja[248]. Isto može dovesti do promjena u obolijevanju od novih (emergentnih) ili prethodno iskorijenjenih (re-emergentnih) zaraznih vektorskih bolesti. Zbog nedostatne edukacije svih dionika u zdravstvenom sustavu, te nedovoljno brzog odgovora i kapaciteta za osiguranje primjerenih dijagnostičko – terapijskih metoda, budući odgovor predstavlja izazov u procesu prilagodbe. Dodatnoj ranjivosti doprinosi trenutni oblik nadzora nad zaraznim bolestima radi nekorištenja novih tehnologija i modela u predviđanju kretanja vektorskih bolesti, te praćenja (nadzora) nad osobama sa zdravstvenim posljedicama [249].

Akutne i kronične posljedice za zdravlje uslijed promjena u epidemiologiji akutnih i kroničnih bolesti dišnog sustava

Promjene meteoroloških parametra utječu na produženje sezone i na povećanje količine alergene peludi u zraku. Prema rezultatima modeliranja u oba promatrana razdoblje, do 2070. godine, očekuje se smanjenje brzine vjetra. Isto predstavlja prednost, tj. smanjenje utjecaja aeroalergene peludi na zdravlje. Ipak, budući da alergene vrste bilja pokazuju značajne kapacitete za visoku otpornost, za razliku od rijetkih i nealergenih vrsta bilja, ne može se isključiti nastavak širenja invazivnih alergenih vrsta, te njihov značajan utjecaj na zdravlje i unatoč smanjenju brzine vjetra. Smanjenje brzine vjetra može doprinijeti i u dugotrajnijem zadržavanju aeroalergena u zemljopisno nepovoljnijim

[247] Impact of Heat Waves on Mortality in Croatia (Zaninović & Matzarakis, 2014)
[248] First evidence of simultaneous occurrence of West Nile virus and Usutu virus neuroinvasive disease in humans in Croatia during the 2013 outbreak (Vilibic-Cavlek, i dr., 2014)
[249] A Simulation Study on Hypothetical Ebola Virus Transmission in India Using Spatiotemporal Epidemiological Modeler (STEM): A Way towards Precision Public Health (Sau, 2017)

područjima, poput udolina. Prema rezultatima modela očekivan je trend porasta vlažnosti i isparavanja u ljetnoj sezoni i to u obalnom području zemlje. Isto će imati mogući značajan utjecaj na ranjivost sektora turizma. Zbog efekta mora, koje ujedno dodatno doprinosi u manjem sniženju noćnih temperatura u obalnom području, kombinacija ovih meteoroloških parametara s povećanim alergenim potencijalom, značajno će imati učinak na kronično oboljele osobe od bolesti dišnog sustava, na doprinos nepovoljnijem unutarnjem okolišu, na porast vlage i plijesni u unutarnjim prostorijama, te zdravstvene posljedice.

Očekivano je povećanje broja bolesti dišnog sustava radi utjecaja aeroalergena na akutne ili kronične alergijske bolesti. Meteorološki parametri značajno utječu na aerobiološke procese kao što su emisija, disperzija i/ili transport te depozicija aeroalergena. Pelud u zraku (npr. ambrozije i ostalih invazivnih peludi poput peludi trava, breze i sličnih) najsnažniji je prirodni aeroalergen i najčešći uzročnik alergijskih bolesti dišnog sustava [250]. Kompleksni utjecaj klime na alergenu pelud, očituje se kroz promjene aerobioloških parametara kao što su: promjene u fenologiji kroz povećanje rasta biljke, povećanje produkcije peludi pojedine biljke, povećanje količine alergenih proteina sadržanih u peludi (povećanje alergenosti pojedine biljne vrste), interakcija peludi i kemijskih polutanata vanjskog zraka, početak polinacijskog razdoblja, duljina polinacijske sezone, promjene geoprostorne distribucije peludi (biljni raspon) te distribucija peludi zračnim strujama na velike udaljenosti. Sve navedeno značajno podiže razinu ranjivosti, posebno osjetljivih skupina poput već alergičnih osoba, ali i djece, zbog aditivnog učinka križnih reakcija alergene peludi s alergenima u hrani i dodatnog učinka onečišćenja vanjskog i unutarnjeg zraka.

Zbog utjecaja promjena klimatskih parametara očekivan je utjecaj na mikroklimatska obilježja životnog i radnog okoliša. Poseban je dodatni utjecaj moguć u specifičnim sredinama poput urbanih. Zbog predviđenog porasta broja dana s ekstremno visokim temperaturama onim iznad 97 percentile koje traju kontinuirano između 3-8 dana, očekivan je porast intenziteta i učestalosti korištenja klimatizacijsko-ventilacijskih sustava s namjerom održavanja prikladne temperature unutarnjih prostorija tijekom ekstremnih vremenskih uvjeta. Svaka nepravilnost u održavanju sustava ventilacije predstavljati će ranjivost radi utjecaja na ljudsko zdravlje, posebno na rizične skupina poput djece, starijih ili osoba oboljelih od bolesti dišnog sustava.

Dodatno navedene promjene povećavaju rizik obolijevanja od akutnih (bakterijskih i virusnih) bolesti dišnog sustava radi utjecaja nepovoljnih mikroklimatskih obilježja unutarnjeg prostora na mehanizme odgovora na zarazne bolesti. Javlja se posljedična povećana osjetljivosti populacije na mikrobiološke ili virusne uzročnike bolesti. Tako je poznato da previsoka temperatura ili neprikladna važnost u unutarnjem zraku ima za posljedicu utjecaj na sušenje sluznica dišnih puteva i imobilizaciju trepetiljki na površini istih, te posljedično snižene kapacitete obrane od uzročnika bolesti, posebno u djece [251]. U Hrvatskoj tijekom 2015. godine, utvrđene su slijedeće bolesti ili stanja u primarnoj zdravstvenoj zaštiti u dobnoj skupini od 7 do 19 godina, ukupno 500.584 slučajeva bolesti dišnog sustava (akutnih i kroničnih), 45.116 slučajeva kožnih bolesti povezivih s nepovoljnim mikroklimatskim odrednicama unutarnjeg okoliša ili alergijskim reakcijama, poput dermatitisa, egzema i urtikarija [252]. U odnosu na sve bolesti i stanja u ovoj dobnoj skupini, ukupno se dakle 1.315.526 ili čak 41,48% bolesti i stanja može povezati s nepovoljnim odrednicama unutarnjeg ili vanjskog okoliša. Kada se tome pridodaju iste zdravstvene posljedice u ukupnoj populaciji, jasno je da s obzirom na ovako veliki udio i posljedice poput troška liječenja i gubitaka radi izostanaka iz odgojno-obrazovnih ustanova i radnih

[250] Ragweed as an Example of Worldwide Allergen Expansion (Oswalt & Marshall, 2008)
[251] Godine prve i zašto su važne (Jovančević, 2004)
[252] Hrvatski zdravstveno-statistički ljetopis za 2015. godinu (Hrvatski zavod za javno zdravstvo, 2016)

mjesta, te epidemijskog potencijala ovih skupina, treba kontinuirano evaluirati preventivne mogućnosti i postupati u skladu s istim.

Akutne i kronične posljedice za zdravlje radi promjena u epidemiologiji ostalih kroničnih nezaraznih bolesti

Zbog meteoroloških/klimatoloških varijacija očekivani je utjecaj na povećanje opterećenja zdravstvenog sustava radi kroničnih nezaraznih bolesti. Tako je npr. posljednjih desetljeća došlo je do porasta kroničnih nezaraznih bolesti u gotovo svim zemljama svijeta. Prema posljednjem izvještaju Svjetske zdravstvene organizacije, 68% smrti na razini svijeta tijekom 2012. godine bilo je uzrokovano kroničnim bolestima. Od ukupno 56 milijuna umrlih, 38 milijuna umrlo je zbog kroničnih bolesti. Pri tome, čak 17,5 milijuna (46,2%) umrlo je zbog posljedica kardiovaskularnih bolesti, 8,2 milijuna (21,7%) od zloćudnih bolesti, 4 milijuna (10,7%) od respiratornih bolesti, dok je 1,5, milijun (4%) umrlo od posljedica dijabetesa[253]. U Europi je 86% smrtnosti i 77% opterećenja bolestima uzrokovano kroničnim nezaraznim bolestima. Približno tri četvrtine smrti od kroničnih nezaraznih bolesti, ukupno 28 milijuna, je u zemljama niskog i srednje visokog dohotka. Trendu porasta udjela zasigurno će nastaviti doprinositi klimatske promjene.

Procjenjuje se da je čak do 93% smrtnosti u Hrvatskoj uzrokovano nezaraznim bolestima. Vodeći uzrok opterećenja bolestima u Hrvatskoj 2012. godine, prema procjenama SZO, su kardiovaskularne bolesti. Teret posljedica (smanjeno produktivnih godina života) radi ovih bolesti je čak 26% svih DALYs. Pomoću ovog indikatora procjenjuju se godine života s posljedičnom prilagođenom nesposobnošću. Na drugom mjestu su maligne bolesti s udjelom od 20,4%, a slijede mentalni poremećaji (11,7%) te nenamjerne ozljede (7,3%) i bolesti mišićno-koštanog sustava (6,7% DALYs). Prema izgubljenim godinama života (YLL), prvih pet uzroka u Hrvatskoj su ishemijska bolest srca, cerebrovaskularne bolesti, rak pluća, rak kolona i rektuma te ciroza jetre. [254] Na niz bolesti poput infekcija probavnog i donjeg dijela dišnog sustava, kronične opstruktivne plućne bolesti (KOPB), na nastanak nenamjernih ozljeda i cestovnih prometnih nesreća, malarije, na ishemijsku bolest srca i niz drugih, utječu okolišni čimbenici. Neke kronične nezarazne bolesti, između ostalog nastaju i kao posljedice izloženosti kemijskim kontaminantima. Primjer je utjecaj hrane kontaminirane mikotoksinom aflatoksinom na razvoj zloćudnih tumora jetre, te akutnih ili kronični toksičnih učinaka s mogućim posljedicama za dišni, kožni bubrežni i neurološki sustav.

Posljedice radi utjecaja na mentalno zdravlje

Budući da je kretanje naoblake značajan parametar za procjenu biometeorološke prognoze, te uzimajući u obzir predviđenu varijabilnost regionalnim modelom, mogući je dodatni utjecaj na pojavnost psihosomatskih tegoba i simptoma iz područja mentalnih bolesti. Očuvanje mentalnog zdravlja posebno će predstavljati izazov u slučaju predviđenih kretanja temperatura na poljoprivredna područja poput Slavonije i delte Neretve. Radi izazova vezanih za aspekte smanjenja kapaciteta uzgoja, ugroze cjelokupnog ciklusa distribucije hrane i posljedične smanjene razine dostupnosti hrane i vode, posljedično moguće raseljavanje stanovništva predstavljati će izazov i za područja izvan primarno prehrambeno proizvođačkih dijelova zemlje. Migracije i utjecaj na mentalno zdravlje radi toga jedna su od dodanih ranjivosti unutar sektora zdravstva.

[253] Global status report on noncommunicable diseases (WHO, 2014)
[254] Kronične nezazrazne bolesti u svijetu i u Hrvatskoj (Kralj & Brkić Biloš, 2016)

Akutne i kronične posljedice za zdravlje uslijed povećanja udjela zdravstveno neispravne vode za ljudsku potrošnju i hrane

Zbog izmjene sezonskog kretanja i količine oborina projiciranih regionalnim modelom za razdoblje 2001.-2040. godine, potrebno je razmotriti utjecaj oborina na zdravlje radi nedostupnosti i onečišćenja vode za piće na otocima srednje i južne Dalmacije. Na krajnjem jugu Dalmacije u ljetnom razdoblju predviđeno je tako smanjenje količine oborina za preko 90 mm. Radi predviđenog produženja turističke sezone i povećane potrošnje vode, mogu se očekivati češća i dugotrajnija razdoblja nedostupnosti zdravstveno ispravne vode za ljudsku potrošnju u ovom području Hrvatske. Isto je moguće i zbog uporaba vode za ljudsku potrošnju u svrhu uzgoja hrane biljnog, ali i životinjskog porijekla. Nepravilno održavanje, nedostatno praćenje sukladnosti i mapiranje prihvatljivosti za uporabu svih dostupnih izvora vode, predstavlja trenutno moguću ranjivost.

Povećanje količine oborina regionalnim modelom, preko 100 ml, očekivano je na području otoka srednje Dalmacije. Isto može povećati mogućnost grupiranja zdravstvenih posljedica zbog kontaminacije izvora vode za ljudsku potrošnju i bolesti vezanih s pojavom mikrobioloških ili kemijskih štetnosti u vodi. Povećanje količine oborina utječe negativno i na učinkovitost pružanja svih vrsta usluga. Za ova područja, otežane usluge vezano za promet i zdravstvo, uz moguće negativni utjecaj na broj nesreća i ozljeda, dodatna su ranjivost.

Radi povećane količine oborina očekivan je utjecaj na uvjete uzgoja i skladištenja hrane. Prethodne meteorološke varijacije i rizici kontaminacije hrane (poput kontaminacije žitarica mikotoksinima radi povećanja oborina i vlage) rezultirale su većim brojem kontrola zdravstvene ispravnosti hrane. S očekivanim intenzivnijim klimatološkim varijacijama i promjenama dinamike oborina, biti će sve teže pravilno i sveobuhvatno predvidjeti sve parametre monitoriranja vezano za nove rizike i aspekte sigurnosti hrane.

Dodatnu ranjivost kao posljedicu utjecaja ekstremnih vremenskih uvjeta, vlažnosti i predviđene količine oborina, posebno u primarno poljoprivrednim dijelovima zemlje predstavljati će utjecaj otežanih uvjeta uzgoja i skladištenja hrane na zdravlje. Radi procjene porasta maksimalne temperature regionalnim modelom za razdoblje 2001.-2040. u unutrašnjosti u jesen do 2,5°C, moguće je očekivati utjecaj na održanje sigurnosti hrane za ljude i životinje. Moguće je očekivati i višu razinu akutnih kroničnih posljedica za ljudsko zdravlje i zdravlje životinja, radi utjecaja meteoroloških parametara na razinu mikrobioloških i kemijskih kontaminanata. Akutne infekcije probavnog sustava radi utjecaja klimatoloških varijacija imati će mogući utjecaj na kontaminaciju uobičajenim mikrobiološkim kontaminantima, ali i drugim u budućnosti otpornijim i novopojavnim vrstama bakterija. Na sustav sigurnosti hrane značajan utjecaj, unutar proizvodnog i neproizvodnog (transport, prerada, skladištenja) dijela sustava, imaju klimatski i atmosferski čimbenici poput temperature, vlage u zraku, ugljik-dioksida i ozona.[255] Nedostupnost zdravstveno ispravne hrane može za posljedicu imati dvije naoko potpuno suprotne posljedice, pothranjenost, jer se zbog klimatskih promjena i smanjenje dostupnosti vode povećava cijena sigurne hrane, kao posljedica potrebe sve viših ulaganja u proizvodnju hrane. Isto će imati mogući utjecaj i na narušenu kvalitetu hrane zbog vjerojatnog povećanja udjela jeftinijih masnoća i ugljikohidrata u namirnici odnosu na proizvodno skuplje proteine. Visoke cijene kvalitetne i zdravstveno ispravne hrane uz istovremenu povećanu dostupnost nekvalitetne i zdravstveno neispravne hrane, utjecati će posebno na socioekonomski srednji sloj i zdravstveno opterećenje kao posljedicu debljine i dijabetesa.

[255] Food security and food production systems. (Porter, i dr., 2014)

Procjena socio-ekonomskih učinaka klimatskih promjena na sektor

Rizici i ranjivosti zbog klimatskih promjena na ekonomske sustave, ljude i zemljopisna područja pojavljuju se kao posljedica interakcije socio-ekonomskih i promjena klimatskih uvjeta. Razvoj ne-klimatskih čimbenika poput demografskih, ekonomskih, tehnoloških, okolišnih i političkih ima važnu ulogu u procjeni budućih posljedica klimatskih promjena. Integracija klimatskih i socio-ekonomskih scenarija omogućuje realnije i korisnije procjene za donositelje odluka i veću vjerojatnost obuhvata svih uvjeta u kojima će se odluke vezano za prilagodbu unutar sektora zdravstva. Ipak, uključenje socio-ekonomskih scenarija u proces procjene ranjivost nosi i rizik povećanja nesigurnosti što pri evaluaciji treba uzeti u obzir [256]. Očekivan je utjecaj zbog povećanja jaza između osoba različitog socio-ekonomskog statusa, zbog neprimjerenih životnih uvjeta, posebno u urbanim sredinama i porasta udjela osoba životne dobi iznad 60. godina. Utjecaj klimatskih varijacija na ovu ranjivu populacijsku podskupinu biti će značajan radi umirovljenja i snižene platežne moći, te posljedičnog utjecaja na kvalitetu života, dostupnost kvalitetne i zdravstveno ispravne hrane i utjecaja na životni okoliš. Osim osoba starijih od 60. godina, stambeno nezbrinutih osoba i djece, rizične podskupine radi utjecaja klimatskih ekstrema na radnu sposobnost i na zdravstvene posljedice radi profesionalne izloženosti, predstavljaju i radnici zaposleni na poslovima na otvorenim prostorima poput građevinskih radnika, poljoprivrednika, nadničara, djelatnika komunalnih službi i sličnih zanimanja. Uzimanje u obzir ovih ranjivosti važno je prilikom procjena rizika od klimatskih promjena, ne samo za sektor zdravstva, nego gospodarstva, poslodavaca i ostalih dionika iz ostalih povezanih sektora.

Svi potencijalni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i uz to vezan stupanj ranjivosti prikazani su u Tablici 9-1.

Tablica 9-1: Potencijalni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i stupanj ranjivosti - Zdravlje

Potencijalni utjecaj	Mogućnost pojavljivanja[257]	Stupanj utjecaja[258]	Stupanj ranjivosti[259]
Promjene karakteristike klima: Povećanje učestalosti i trajanja ekstremnih vremenskih uvjeta			
Povećanje smrtnosti	5	5	visok
Promjene u epidemiologiji kroničnih nezaraznih bolesti	4	4	visok
Promjene u epidemiologiji akutnih zaraznih bolesti	4	4	visok
Snižena kvaliteta zraka, zdravstvene ispravnosti vode i hrane, te razine kontaminanata u okolišu	3	4	visok

9.4.1. Potencijalni pozitivni utjecaji klimatskih promjena na zdravlje

Uslijed očekivanog smanjenja produženih razdoblja niske temperature zraka i snježnog pokrivača (ekvivalentne vode snijega), očekivana je i manja smrtnost, tj. broj iznenadnih smrti radi utjecaja niskih temperatura na zdravlje. Kako regionalni model u Hrvatskoj u oba razdoblja predviđa i smanjenje količine ekvivalentne vode snijega tj. količinu vode koja bi nastala u slučaju trenutnog topljenja snijega, projekcija smanjenja snježnog pokrova imati će mogući utjecaj na smanjenje broja ozljeda i učinkovitiju dijagnostiku i terapiju ozljeda radi smanjenja pojavnosti i trajanja ekstremnih vremenskih zimskih uvjeta – snježnih oborina.

[256] Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report (European Environment Agency, 2017a)
[257] 5 = više od 90%, 4 = više od 66%, 3 = više od 50%, 2 = više od 33%, 1 = manje od 33%
[258] 5 = vrlo visok, 4 = visok, 3 = srednje visoke, 2 = nizak, 1 = vrlo nizak
[259] Nizak (zeleno), srednji (narančasto), visok (crveno)

9.4.2. Međusektorski i prekogranični utjecaji

Kako je rekao g. Ban Ki-moon, glavni tajnik Ujedinjenih naroda: "Naš odgovor definirat će našu budućnost. Za upravljanje u ovoj oluji sve su ruke na palubi važne". Međusektorski utjecaji, a samim time i snaga u slučaju promocije i provedbe multidisciplinarnog pristupa u definiranju utjecaja, ranjivosti i mjera prilagodbe, od iznimne su važnosti. Radi međusektorskih preklapanja važno je pravovremeno ukazati na prioritete. U skladu s odrednicama učinka okolišnih čimbenika na zdravlje, kojima se u užem smislu bave stručnjaci medicinske struke, poput specijalista epidemiologije, javnog zdravstva, internista, užih specijalista zdravstvene ekologije, pulmologije, kardiologije, te ostalih stručnjaka poput toksikologa, biologa, kemičara i drugih, interpretacija učinaka na zdravlje kompleksna je. Dodatno, istovremeni utjecaj na više potpuno različitih organskih sustava i patofizioloških procesa izazov su u procjeni utjecaja i u definiranju opsega i učestalosti razvoja zdravstvenih posljedica. Gotovo je nemoguće sa sigurnošću povezati u ovom trenutku samo jedan organski sustav s utjecajem klimatskih promjena, već se radi o čitavom nizu posljedica u više sustava. Stoga govorimo o razvoju čitavog raspona zdravstvenih posljedica, jer se ne radi se o utjecaju samo jednog kemijskog ili mikrobiološkog čimbenika iz okoliša, nego o čitavom klasteru utjecaja.

Poljoprivreda – zdravlje i zdravstvo

Očiglednu međusektorsku i prekograničnu ranjivost predstavlja utjecaj klimatskih promjena na cjelokupni sustav sigurnosti hrane. Utjecaj kemijskih kontaminanta iz hrane, istovremeni su izazov u sektorima poljoprivrede i zdravstva. Tako utjecaj mikotoksina na osim na zdravlje životinja, radi kontaminirane stočne hrane, postoji posljedično i za zdravlje ljudi radi konzumacije kontaminirane hrane životinjskog porijekla. Utjecaj meteoroloških elemenata značajan je za uzgoj, skladištenje i distribuciju žitarica i samu razinu kontaminacije mikotoksinima, ne samo u hrani biljnog nego i životinjskog porijekla, poput mlijeka (Hengl, Gross Bošković, & Šperanda, 2015). Gotovo svaka hrana može biti pogodan supstrat za rast plijesni s potencijalom proizvodnje ovog kontaminanta u tijekom proizvodnje, prerade, transporta ili skladištenja proizvoda na bazi žitarica. Nedostatna razina svijesti i primjena dobre poljoprivredne prakse, te učinkovita praktična i laboratorijska kontrola hrane za životinje i namirnica predstavlja ranjivost u oba sektora.[260] Radi globalizacije, načela slobodne trgovine i široke mreže distribucije, tj. kontinuirane cirkulacije velikog broja proizvoda i uključenog velikog broja dionika (proizvođača, distributera i dobavljača), sustav sigurnosti hrane predstavljati će posebno važan izazov s brojnim kritičnim točkama u praćenju prekograničnih utjecaja.

Utjecaj klimatskih promjena na sustav sigurnosti hrane, istovremeno je povezan, osim sa zdravstvenim i sa sektorom upravljanja rizicima, zbog brojnih kritičnih točaka sustava, te mogućih incidenata povezanih s utjecajem zdravstveno neispravne hrane na zdravlje. Istovremenu ranjivost za sektor zdravstva i upravljanja rizicima predstavljaju i očekivane migracije stanovništva orijentiranog prema poljoprivrednoj proizvodnji. Nadalje, očigledna je povezanost sustava sigurnosti hrane i sa sustavima prometa, energetike i vodnih resursa.

Hidrologija, morski i vodni resursi – zdravlje i zdravstvo

Međusektorsku ranjivost predstavlja i utjecaj mikrobioloških kontaminanata iz vode (npr. legionela i bakterije *Pseudomonas aeruginosa)* na zdravlje. Ovi mikrobiološki uzročnici povezani su istovremeno i s ranjivošću u upravljanju rizicima, hidrologiji i u vodnim resursima, te u turizmu i energetici. Povišena okolišna i temperatura unutar vodosprema, građevinskih objekata i sustava vodovodnih instalacija dodatni je čimbenik utjecaja na porast i opseg kontaminacije ovom vrstom bakterija u vodi za ljudsku potrošnju. Istovremeno, moguć je i povećan broj novih bakterijskih sojeva na uobičajene

[260] Aflatoksini od krmiva do mlijeka (Mitak, Bilandžić, & Pleadin, 2013)

metode dezinfekcije i tehnološke obrade vode. Važan aspekt međusektorskog djelovanja predstavlja razvoj novih mehanizama odstranjenja mikrobioloških kontaminanata radi prilagodbe i rast uzročnika unutar ameba ili biofilma unutar interne vodovodne mreže objekata, te razvoj otpornosti ovih adaptiranih bakterija na uobičajene metode dezinfekcije vode (npr. kloriranja).[261]

Međusektorski utjecaji posebno su vidljivi u slučaju primjene metoda multisektorskih procjena utjecaja na zdravlje i zdravstvenih procjena rizika. Nedostatak sveobuhvatnog pristupa prilikom korištenja ovih metoda značajna je ranjivost na intersektorskoj razini.

[261] Effectiveness of different methods to control legionella in the water supply: ten-year experience in an Italian university hospital. (Marchesi I, 2011)

10. PROSTORNO PLANIRANJE I UPRAVLJANJE OBALNIM PODRUČJEM

Ključne poruke

- Vezano za klimatske promjene, tri su tipa utjecaja koji se izdvajaju kao posebno značajni s aspekta prostornog planiranja i upravljanja obalnim područjem**:**
  - rast ekstremnih razina mora i poplave obale kao rezultat ekstremnih vremenskih prilika i općeg rasta srednje razine mora kao posljedica klimatskih promjena
  - termičko opterećenje s negativnim utjecajem na život i zdravlje ljudi kao posljedica rasta maksimalnih dnevnih temperatura, posebno rasta broja vrućih dana i dana s temperaturom iznad 35 ^{o}C (toplinski valovi)
  - poplave u naseljima kao posljedica veće učestalosti i intenziteta ekstremnih vremenskih prilika koje obilježavaju velike količine oborina u kratkom razdoblju.
- Procjene rasta srednje razine mora na hrvatskoj obali se kreću u rasponu od 0,3 m do oko 1,1 m u 2100. godini, pri čemu su novije procjene bliže gornjoj vrijednosti. Kada se na njih pribroje utjecaji povremenih ekstremnih razina mora u rasponu od 0,84 m do 1,15 m dobivaju se ekstremne povremene razine mora na kraju stoljeća u rasponu od 1,4 m do 2,2 m.
- Rast temperature je najizvjesniji aspekt klimatskih promjena koji se, između ostaloga, manifestira rastom broja dana s temperaturom većom od 35 °C. Najveće povećanje, od 3 do 5 dana do 2040. godine se očekuje u većem dijelu sjeverne Hrvatske, dijelu sjevernog Primorja i dijelu srednje Dalmacije pri čemu je to povećanje ponegdje i preko 100% u odnosu na današnju klimu. U razdoblju 2041.-2070. godine očekuje se daljnje povećanje istog parametra od 7 do 10 dana u istim krajevima.
- Projicirana promjena ukupne količine oborine ima različiti predznak za različite krajeve i različita godišnja doba. Očekuje se blaži porast broja dana s ekstremnim oborinama u jesen i zimu u južnim krajevima, posebno na srednjem i južnom Jadranu.

10.1. Pregled sektora te opći utjecaj klime na sektor - Prostorno planiranje i upravljanje obalnim područjem

Prostorno planiranje je najvažniji instrument upravljanja prostornim razvojem unutar sustava prostornog uređenja kao segmenta javne uprave. Prostorno planiranje se temelji na sveobuhvatnom sagledavanju korištenja i zaštite prostora pri čemu se prostornim planovima planira provedba svih zahvata u prostoru bez obzira na njihovu lokaciju, namjenu ili vrstu.

Po definiciji prostorno planiranje je usklađeno sa širim ekonomskim, socijalnim, ekološkim i kulturnim politikama društva u odnosu na teritorij koji je predmet planiranja (prema pojmovniku prostornog planiranja izrađenom od strane Europske konferencije ministara odgovornih za prostorno i regionalno planiranje - CEMAT). U praktičnom smislu prostorno planiranje osigurava optimalni razmještaj ljudi, dobara i djelatnosti na nekom teritoriju u svrhu njegovog održivog korištenja uz zaštitu njegovih integralnih vrijednosti.

Klimatski elementi i faktori nekog područja su važan dio analitičke osnove prostornog planiranja. Analitička osnova planiranja je sveobuhvatna i uključuje brojne prirodne (reljef, pokrov zemljišta, klima, priroda, okoliš, itd.) i antropogene (demografske, socijalne, ekonomske, kulturne, tehničke, itd.) uvjete. Klimatski i mikroklimatski uvjeti su od prvih početaka planiranja bili jedan od važnih kriterija u donošenju odluka o planiranoj namjeni prostora (zoniranje), tipologiji fizičke strukture naselja, udjelu i rasporedu zelenih površina ili kapacitetima infrastrukturnih sustava.

Integracija mjera prilagodbe u prostorne planove je podijeljena odgovornost brojnih struka koja bi se trebala realizirati na dva načina:

- **direktno,** kroz planska rješenja koja su primarna odgovornost prostornih planera, na osnovu prethodnih analiza ranjivosti i
- **indirektno,** kroz ulazne podatke sektora koji su sagledali utjecaje i ugradili ih u svoje sektorske strateške dokumente, stručne podloge i prijedloge/zahtjeve u procesu izrade prostornih planova.

Prostorno planiranje je regulirano Zakonom o prostornom uređenju[262] i za njega vezanim podzakonskim propisima. Iako se u ovom Zakonu klimatske promjene izrijekom ne spominju ipak se u članku 6, kojim se utvrđuju ciljevi prostornog uređenja, u četiri cilja nalaze elementi kojima se barem indirektno mogu obuhvaćati klimatske promjene:

- prostorna održivost u odnosu na racionalno korištenje i očuvanje kapaciteta prostora na kopnu, moru i u podmorju u svrhu učinkovite zaštite prostora
- razumno korištenje i zaštita prirodnih dobara, očuvanje prirode, zaštita okoliša i prevencija od rizika onečišćenja
- kvalitetan i human razvoj gradskih i ruralnih naselja te siguran, zdrav, društveno funkcionalan životni i radni okoliš
- nacionalna sigurnost i obrana Države te zaštita od prirodnih i drugih nesreća.

Zakonom o prostornom uređenju je utvrđeno Zaštićeno obalno područje mora (ZOP), kao područje od posebnog interesa za Državu. Ono obuhvaća područje obalnih jedinica lokalne samouprave.

Najvažniji dokument prostornog uređenja je **Strategija prostornog razvoja Republike Hrvatske**[263] koja se nalazi u fazi prijedloga za usvajanje u Saboru. Strategija prostornog razvoja Republike Hrvatske je značajna jer je na vrhu hijerarhije dokumenata u sustavu prostornog uređenja i jer se periodički novelira pa je za očekivati da će u budućnosti, pogotovo nakon donošenja Strategije prilagodbe klimatskim promjenama za Republiku Hrvatsku kao i planiranih budućih sustavnijih nacionalnih istraživanja, moći konkretnije i utemeljenije obraditi problematiku klimatskih promjena. Isto tako je za očekivati da će Državni plan prostornog razvoja (hijerarhijski slijedi Strategiju i trenutno je u izradi) moći detaljnije obraditi temu klimatskih promjena i mjera prilagodbe u obalnom području obzirom da je u međuvremenu dovršeno više dokumenta od kojih su najvažniji Plan upravljanja vodnim područjima 2016. – 2021.[264] (sadrži i Plan upravljanja rizicima od poplava) te Procjena mogućih šteta od podizanja razine mora za Republiku Hrvatsku uključujući troškove i koristi prilagodbe.[265] Državni plan će se dalje detaljnije razrađivati kroz prostorne planove županija te prostorne planova gradova i općina. Prema Zakonu o prostornom uređenju svi navedeni prostorni planovi imaju snagu i pravnu prirodu podzakonskog propisa.

Važan instrument osiguranja ispunjenja ciljeva zaštite okoliša, uključujući i prilagodbe na klimatske promjene u prostornim planovima, je postupak strateške procjene utjecaja na okoliš. Reguliran je Zakonom o zaštiti okoliša i Uredbom o strateškoj procjeni utjecaja plana i programa na okoliš) u čiju svrhu je Europska komisija donijela Smjernice za uključivanje klimatskih promjena i bioraznolikosti u strateške procjene utjecaja na okoliš.

[262] Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13)
[263] Strategija prostornog razvoja Republike Hrvatske (Vlada Republike Hrvatske, 2015)
[264] Plan upravljanja vodnim područjima 2016. - 2021. (Vlada Republike Hrvatske, 2016)
[265] Procjena mogućih šteta od podizanja razine mora za Republiku Hrvatsku uključujući troškove i koristi prilagodbe (Ministarstvo zaštite okoliša i prirode i Priority Actions Programme/Regional Activity Centre (PAP-RAC), 2015)

Protokol o integralnom upravljanju obalnim područjem Sredozemlja,[266] koji je ratificiran od strane Republike Hrvatske 2012. godine, posebno je važan za upravljanje obalnim područjem sa stanovišta klimatskih promjena. Ovaj dokument je kao međunarodni sporazum direktno nadređen nacionalnom zakonodavstvu iz čega slijedi da svi dokumenti prostornog uređenja (Strategija i prostorni planovi) moraju sa njim biti usklađeni.

Očito je da klima a posebno klimatske promjene i klimatska varijabilnost mogu znatno utjecati na mogućnost optimalnog i održivog korištenja prostora pa ih prema tome svi akteri prostornog planiranja trebaju ozbiljno uzimati u obzir. Iako su planerima neosporno bliski integralni pristupi i analitička širina, problematika klimatskih promjena nameće ozbiljne teškoće u koordinaciji i harmonizaciji svih sektorskih dionika i njihovih interesa. Neizvjesnost klimatskih scenarija i nepouzdanost procjena to višestruko usložnjava i otežava uvjerljivu javnu argumentaciju. Pored toga, klimatski scenariji i analize ranjivosti su vrlo dugoročni u odnosu na uobičajene vremenske horizonte prostornih planova. Zbog toga će usvajanje problematike prilagodbe na klimatske promjene zahtijevati i svojevrsnu prilagodbu prostorno planerske struke na specifičan tip problema kakav one predstavljaju.

10.2. Trenutačno stanje i utjecaj klimatskih parametara na sektor - Prostorno planiranje i upravljanje obalnim područjem

10.2.1. Rast razine mora i poplave obale

Porast srednje razine mora, koji je aktualan u svjetskim i regionalnim okvirima, mjeri se i u području Jadrana. Za razliku od Atlantika koji obilježava približno stalan rast srednje razine mora za područje zapadnog Mediterana i posebno Jadrana rast između 1950. i 1990. godine. je bio vrlo mali da bi se nakon toga ubrzao i zadnjih desetljeća se kreće oko 3mm/ god ili oko 30 cm u 100 godina. Rekordne visine razine mora su zabilježene upravo posljednjih nekoliko godina, te su pokazatelj promjena koje se odvijaju i koje će se nastaviti odvijati u budućem razdoblju.

S druge strane pojave **kratkotrajnih ekstremnih razina mora** su situacije kada djeluju, često istovremeno više njih, meteo faktori kao što su površinski valovi uzrokovani vjetrom (olujno jugo), prisilne i slobodne oscilacije mora (olujni uspori) pod utjecajem niskog tlaka zraka i vjetra te rezonantni prijenos energije iz atmosfere u more (meteotsunami). Izraženije kratkotrajne poplave mora ovog tipa zabilježene su duž hrvatske obale u više navrata, kao npr.

- Vela Luka 1978. godine (i više puta nakon toga)
- Split 1999. godine
- u primorskim gradovima sjevernog Jadrana (Pula, Rijeka, Rovinj, Umag) u prosincu 2008. godine
- Starigrad na Hvaru 2010. godine (i više puta prije toga).

Značajne poplave zabilježene su 1. siječnja 2010. godine kada su poplavile obale brojnih jadranskih gradova, priobalne prometnice i razne građevine.[267]

Posljednjih godina se utjecaji kratkotrajnih pojava ekstremnih razina mora dodatno pogoršavaju zbog ubrzanog porasta srednje razine mora pa se bilježi sve više slučajeva poplavljivanja mora na širim područjima i na lokacijama gdje se u prošlosti takve situacije gotovo nisu bilježile. Duga obalna linija

[266] Protokol o integralnom upravljanju obalnim područjem Sredozemlja (NN 8/2012, 2012)
[267] Plan upravljanja vodnim područjima 2016. - 2021. (Vlada Republike Hrvatske, 2016)

čini Hrvatsku ranjivom na porast razine mora. Osobito su ugrožena područja niske nadmorske visine kao npr.:

- delta Neretve
- ušće Krke (Srima, Jadrija, Zablaće)
- Vransko jezero kraj Biograda
- otok Krapanj

Osim poplava mora značajan utjecaj ekstremnih razina mora je i erozija obale na dijelovima gdje tome posebno doprinose geološki sastav i izloženost valovanju mora. Utjecaji erozije su sve značajniji i na izloženim, posebno pješčanim plažama gdje je sve češće potrebno prihranjivanje.

Okvir 10-1: Lokaliteti u priobalju s prepoznatom visokom ranjivošću na podizanje razine mora od 1 m nadmorske visine stanovitog urbanog, ekosustavnog ili značaja zbog specifičnog korištenja zemljišta.

- Općenito, zapadna i južna Istra (Umag, Novigrad, ušće rijeke Mirne (područje oko mosta), Rovinj (područje rive i šetnice, uključujući ornitološki park Palud, Poreč, Pula (Fažana, ACI marina), područje Premantura – Medulin),
- Istočna Istra (livade i slivno područje Raša-Boljunčica),
- Obalno područje centra Rijeke (luka Rijeka, glavna gradska tržnica i neposredna okolna područja – Delta, Brajdica),
- Obalno područje Bakra i Kraljevice,
- dio obalnog područja Crikvenice and Selca (riva, obalna cesta i neposredna bliža područja),
- Cres (naročito riva i stara jezgra, stara ribarska luka), Osor (stara jezgra i glavna cesta – uključivo i pokretni most), slatkovodni rezervoar Vransko jezero – posredno zbog mogućnosti zaslanjivanja radi promjene hidrauličnih odnosa slatke i slane vode),
- Nerezinje, Mali Lošinj i Veli Lošinj (niži dijelovi grada uz obalnu crtu)
- Krk (grad) riva i bliža okolna područja uključivo i obalna cesta, Punat (stara jezgra, otočić Košljun i područje ACI marine), Baška (potencijalan erozija cijelog područja rive, obalna cesta i prvi red kuća, hoteli uz obalu i prostor kampa),
- Jablanac (lučko područje),
- Rab (cijeli rapski zaljev i riva), područje Lopar (uključivo cijelo područje plaže San Marino), Supetarska Draga, Kampor,
- Pakoštane,
- Pag i Novalja (cesta Pag - Novalja), područje Kolansko Blato, područje Zrće, prostor paških solana, prostor Velog and Malog Blata),
- Nin (stari grad i solane), Privlaka, i *SI* područja otoka Vira (područja bliže mostu),
- Područja Selina i Posedarja,
- Područje Zadra (uključivo i zaljev i područje oko mosta do starog grada) i šire zadarsko područje (područje Borika, Zatona),
- Obalna područja Sukošana, Svetog Filip Jakova i Biograda,
- Obalna područja Pirovaca, Tisna i Jezera
- Dijelova otoka Murtera, Betina
- Obalno područje Bilica kraj Šibenika,
- Ekosustav Parka prirode Vransko jezero kraj Biograda,
- Vodice (obalno područje),
- Područje rive Šibenika i područje Solaris, područje oko ušća rijeke Krke,
- otok Krapanj i riva Brodarice,
- Rogoznica riva i područje marine,
- Seget Donji, Čiovo i Trogir (područje starog grada i ACI marine),
- obale sedam Kaštela i obalno područje Kaštelanskog zaljeva,
- Split (područje rive, luke Matejuška, Stobreč),
- Omiš (ušće Cetine), područje rive Baške vode,
- Makarska riva i bliža područja (uključivo obalna cesta),
- Područja rive Supetra, Milne na Braču i Bola (uključivo plaža Zlatni rat),
- Rive Starog Grada (otok Hvar), Vrboske, Jelse, (grada) Hvara (uključivo područje starog Hvarskog kazališta),

- Delta rijeke Neretve, uključivo: Ploče, Luka Ploče, Opuzen i Metković- zajedno s poljoprivrednim područjima delte,
- Vela Luka i Grad Korčula (npr. područje marine),
- Riva grada Orebića, Mali Ston (uzgajališta školjaka) i područje Stonskog zaljeva i Solana,
- Šipanska Luka i Suđurađ,
- Riva grada Visa i područje zaljeva; Komiža (riva) ,
- Dubrovnik (stari grad i stara luka, područje zaljeva Mokošica) i Cavtat (područje rive),
- Brojni drugi gradići i obalna naselja mogu se krajem 21 stoljeća suočiti sa značajnim izazovima.

Izvor: (Kalinski V. , Assessment of Climate Change Until the End of the Twenty-First Century With Special Emphasis on the Croatian Coast And Tourism – Impacts, Vulnerability And Adaptations, 2013)

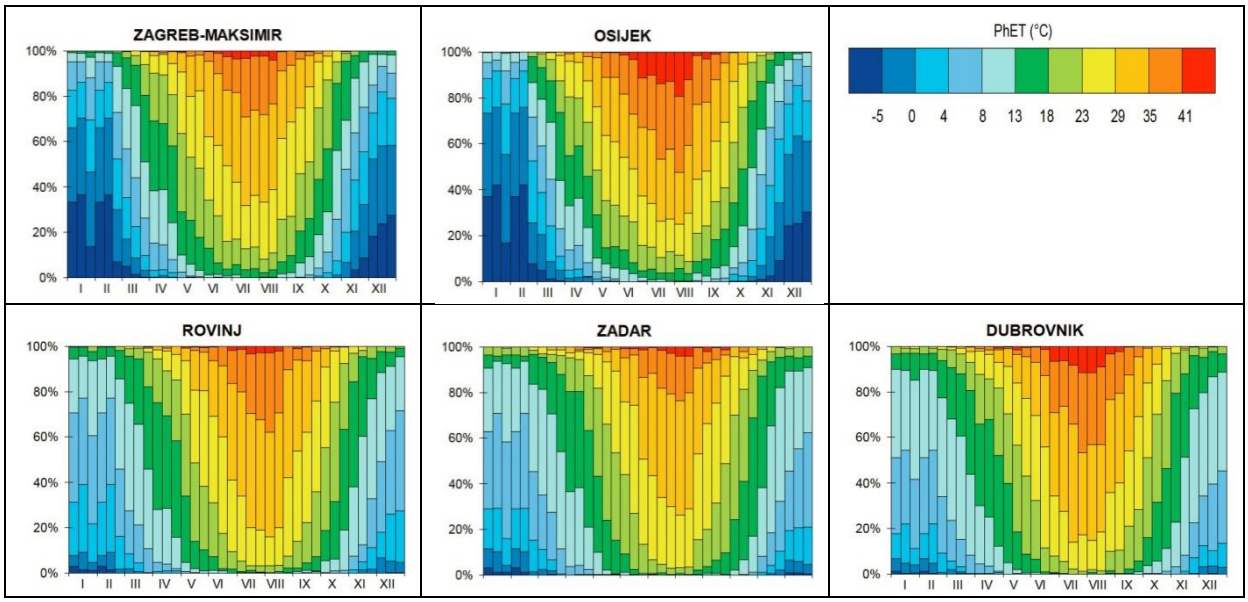
10.2.2. Termičko opterećenje

Drugi klimatski parametar koji utječe na čovjekov osjet ugode, život i rad, a u posebnim prilikama i zdravstveno stanje, je temperatura odnosno stupanj termičkog opterećenja. Najpoznatija epizoda koja ilustrira ozbiljnost ovog problema je toplinski val čiji je vrhunac bio u kolovozu 2003. godine i koji je zahvatio dijelove zapadne Europe, posebno Francusku, te odnio najmanje 35.000 života. Termičko opterećenje ovisi o više meteoroloških i nemeteoroloških faktora. Za razliku od nemeteoroloških faktora (odjeća, prehrana, klimatizirani prostor itd.) na meteorološke parametre čovjek ne može značajnije utjecati, već im se mora prilagođavati.

Što se tiče teritorija Republike Hrvatske, tijekom razdoblja 1961.-2010. trendovi srednje, srednje minimalne i srednje maksimalne temperature zraka pokazuju zatopljenje na cijelom području. Trendovi godišnje temperature zraka su pozitivni i signifikantni, a promjene su veće u kontinentalnom dijelu zemlje nego na obali i u dalmatinskoj unutrašnjosti. Najvećim promjena bila je izložena maksimalna temperatura zraka s najvećom učestalošću trendova u klasi 0,3-0,4°C na 10 godina, dok su trendovi srednje i srednje minimalne temperature zraka bile najčešće između 0,2 i 0,3°C. Najveći doprinos ukupnom pozitivnom trendu temperature zraka dali su ljetni trendovi, a porastu srednjih maksimalnih temperatura podjednako su doprinijeli i trendovi za zimu i proljeće. Uočeno zatopljenje očituje se i u svim indeksima temperaturnih ekstrema pozitivnim trendovima toplih temperaturnih indeksa (topli dani i noći te trajanje toplih razdoblja). Slika 10-1 pokazuje vjerojatnost pojavljivanja srednje fiziološke ekvivalentne temperature zraka (PhET) u 14h po dekadama tijekom godine. Uočljivo je da je npr. Osijek bitno izloženiji termičkom opterećenju od gradova na obali.

Poznato je da na čovjekov osjet ugode i zdravstveno stanje, osim temperature, utječu strujanje i vlažnost zraka te zračenje. Svi ovi parametri se uzimaju u obzir u fiziološkoj ekvivalentnoj temperaturi pa je ona s ukupnog biometeorološkog stanovišta odličan pokazatelj termičkog opterećenja na čovjeka. Za proračun fiziološke ekvivalentne temperature koriste se podaci temperature, relativne vlažnosti, brzine strujanja i zračenja. Praktičnost korištenja fiziološke ekvivalentne temperature proizlazi iz mogućnosti procjene termičke komponente klime temeljem vlastitog iskustva (čovjeku je relativno lako predočiti kako bi se osjećao u prostoriji uz određenu temperaturu). Osjet ugode (ili neugode) prema fiziološkoj ekvivalentnoj temperaturi se iskazuje u klasama od vrlo hladno (<4°C) do ugodno (18-23°C), ugodno toplo (23-29°C), toplo (29-35°C), vruće (35-41°C) i vrlo vruće (>41°C). Prema opaženoj klimi u većem dijelu Hrvatske u srpnju je ugodno toplo (srednje vrijednosti PhET u granicama između 23°C i 29°C). Ljeti su u unutrašnjosti jutra i večeri uglavnom ugodni dok su u primorju jutra ugodno topla a uvečer je ugodno. Danju je ugodno toplo, u najtoplijem dijelu dana toplo, a na Jadranu, osobito u Dalmaciji, toplo postaje već u ranim jutarnjim satima. Osjet vruće pojavljuje se samo u najtoplije doba dana i to u nizinskim kopnenim krajevima od sredine lipnja do

sredine kolovoza, a na Jadranu do kraja kolovoza. Detaljniju informaciju o biometeorološkim prilikama daje vjerojatnost pojavljivanja različitih osjeta termičkog opterećenja u terminima motrenja po dekadama tijekom godine za nekoliko hrvatskih gradova (Slika 10-1).



Slika 10-1: Vjerojatnost pojavljivanja srednje fiziološke ekvivalentne temperature zraka (PhET) u 14h po dekadama tijekom godine
Izvor: Klimatski atlas Hrvatske (Državni hidrometeorološki zavod, 2008)

10.2.3. Poplave u naseljima

Treći klimatski parametar od utjecaja na ljude i antropogene strukture u prostoru (posebno naselja i infrastrukturu) su oborine. Tijekom razdoblja 1961.-2010., godišnje količine ukupnih oborina u Republici Hrvatskoj pokazuju prevladavajuće nesignifikantne trendove, koji su pozitivni u istočnim ravničarskim krajevima i negativni u ostalim područjima Hrvatske. Iznimku čini ljetna oborina koja ima jasno istaknut negativni trend u cijeloj zemlji. U jesen trendovi su slabi i miješanog predznaka, osim u istočnom nizinskom području gdje neke postaje pokazuju značajan trend porasta oborine. Povećanje količina oborine u jesen u unutrašnjosti uglavnom je uzrokovano porastom broja dana s velikim dnevnim količinama oborine.

S aspekta pritiska na infrastrukturne sustave u naseljima značajan parametar je broj dana s maksimalnom dnevnom količinom oborine većom od 10 mm/h. Ova veličina opisuje "pljuskovitost" oborine, što je česta osobina oborine u toplom dijelu godine. No, ona također može karakterizirati i veće količine oborine u hladnim sezonama (jesen, zima), kad se atmosferske fronte ili ciklone zadržavaju nad našim krajevima. U referentnoj klimi najveći broj dana s oborinom većom od 10 mm/h (2 do 4 dana u srednjaku ansambla) je u jesen u čitavoj primorskoj Hrvatskoj, te zimi na južnom Jadranu, a nešto veći broj dana (4-6) nalazimo samo na krajnjem jugu. Ljeti je broj dana uglavnom oko 1-1,5 u zapadnoj i južnoj Hrvatskoj s izoliranim maksimumima od 1,5-2 dana u Istri, Lici i sjevernoj Dalmaciji. Broj dana s oborinom većom od 10 mm/h je u ostalim dijelovima Hrvatske manji od 0.5 u svim sezonama osim u ljeto.

Brojna naselja i gradovi su posljednjih godina pogođeni kratkotrajnim oborinama visokog intenziteta koje su u kombinaciji sa drugim faktorima uzrokovali poplave sa značajnim štetama. Npr. grad Vodice je pogođen ovakvim ekstremnim vremenskim prilikama dvije godine za redom, u rujnu 2014. (u nekoliko sati je palo oko 250 mm/m^2) i listopadu 2015. godine (poplave su tada zabilježene u nizu gradova, npr. Karlovcu, Otočcu i Dubrovniku). Za grad Vodice i susjednu općinu Tribunj je proglašena

elementarna nepogoda. Izrađeno službeno izviješće je pokazalo da su štete u Vodicama iznosile 9,9 milijuna HRK, a za Tribunj 2,7 milijuna. Navedene štete se za grad Vodice odnose najviše na štete na građevinama (75%) te pokretnoj imovini i opremi (23%). Ako se uzme u obzir da su ukupni proračunski prihodi Vodica za 2015. godinu iznosili oko 48,7 milijuna HRK a za Tribunj 8,7 milijuna HRK to pokazuje da je šteta od poplava kao rezultat ekstremnih oborina u Vodicama iznosila oko 20% godišnjih proračunskih prihoda a u Tribunju čak 31%. Utjecaji i štete u ovakvim situacijama, osim o funkcionalnosti sustava oborinske odvodnje ovise i o lokalnim hidrogeološkim parametrima (podzemne vode, topografija), karakteristikama obalnog mora (kombinacija ekstremnih razina mora i velikih kiša) te obilježjima uređenja naselja (prostorno planska rješenja) koja u znatnoj mjeri mogu utjecati na ranjivost naselja na opisane ekstremne vremenske prilike.

10.2.4. Prostorno planiranje u funkciji prilagodbe očekivanim klimatskim promjenama

Prostorno planiranje svojim instrumentima može značajno utjecati na ublažavanje sve tri grupe opisanih klimatskih utjecaja. Pri tome bi rast srednje i ekstremnih razina mora trebao biti relevantan faktor kod planiranja namjene površina odnosno planiranja razvoja (širenja) naselja i zona drugih namjena uz obalu. Rast temperatura kao i ekstremne oborine trebali bi postati sve važniji faktor u urbanističkom planiranju naselja, posebno u segmentu planiranja zelene infrastrukture. Urbana zelena infrastruktura uključuje urbane šumske parkove, detencijske bazene različite obrade i funkcije, ulične drvorede, urbano mikrozelenilo i urbanu poljoprivredu, propusne površine radi povećanja infiltracije oborinske vode, procijedne zelene trake, upojne bunare, zelene krovove, zelene zidove, sakupljanje i korištenje kišnice itd.

Dvije su grupe kriterija zbog kojih se navedeni utjecaji klimatskih promjena izdvajaju kao najznačajniji. Prvu čine činjenični podaci vezani za dosadašnje trendove spomenutih klimatskih parametara kao i scenariji njihovog budućeg kretanja opisani u prvom dijelu ovog poglavlja. Drugu grupu čine kriteriji koji potvrđuju vezu i utjecaj prostorno planskih rješenja na osjetljivost planiranih fizičkih struktura, naselja i njihovog stanovništva, imovine i gospodarstva na utjecaje klimatskih promjena. Naselja su pretežno antropogene strukture koje čine zgrade, uređene otvorene površine, infrastrukturni sustavi kao i površine u prirodnom ili češće doprirodnom stanju koje čine dio zelene infrastrukture naselja. Pokazuje se da tip fizičke strukture naselja kao i zelena infrastruktura u njemu, posebno njen raspored, vrsta i količina značajno utječu na pojavu toplinskih otoka. Također, zelena i plava infrastruktura mogu biti značajan faktor podrške funkcioniranju i učinkovitosti infrastrukturnih sustava u naseljima u slučajevima velikih količina oborina u kratkom razdoblju.

Prostorno planiranje i prostorno planski standardi (propisani i oni koji čine dobru stručnu praksu) su i prije aktualiziranja problematike klimatskih promjena preferirali prostorno planska rješenja (uključujući i infrastrukturne sustave) kojima bi se ublažavali ili anulirali veći dio prije opisanih očekivanih negativnih utjecaja klimatskih promjena. Iako sam Zakon o prostornom uređenju ne koristi pojam klimatskih promjena, neke od mjera kao što su obavezni obalni odmak od 100 m postoje u zakonodavstvu prostornog uređenja još od 2004. godine, barem za dio zahvata u prostoru koji se planiraju u obalnom području. Isto se odnosi i na propisanu obavezu ograničavanja dužobalnog širenja građevinskih područja. Situacija je nešto problematičnija u provedbenoj praksi, bilo izrade planova ili njihove realizacije na terenu. Resursi sustava prostornog uređenja očito nisu dostatni, uz druge obaveze, za striktnu provedbu zakonskih odredbi u prostornim planovima.

Problematična je i praksa strateške procjene utjecaja na okoliš koja bi i te kako trebala prepoznavati ove probleme što do sada nije slučaj. Energija se gubi za ocjenjivanje planskih rješenja i razina koje nisu strateške, a propušta se npr. na regionalnoj planskoj razini provesti temeljita strateška procjena uz korištenje kvalitetnih stručnih podloga, posebno integralnih analiza ranjivosti.

Značajni problemi se uočavaju i u provedbi prostornih planova, posebno u smislu realizacije različitih vrsta javnih zelenih površina (zelene infrastrukture) u naseljima. Razlozi su neadekvatni i nepostojeći instrumenti financiranja uređenja građevinskog zemljišta u naseljima koji posebno dolaze do izražaja u obalnom području koje karakteriziraju visoke cijene građevinskog zemljišta.

Treba naglasiti da u uskom obalnom pojasu prostorno planiranje ima težak zadatak izdržavanja pritiska sudionika nekretninskog poslovanja (građevinski poduzetnici, vlasnici zemljišta, posrednici) koji se svim sredstvima, često podržani od lokalnih samouprava, bore za gradnju što bliže obali jer blizina moru podiže cijenu i isplativost nekretnine. S druge strane navedeni akteri nakon realizacije nekretninskog projekta odlaze i sigurno nisu zainteresirani za dugoročne probleme koje takvi zahvati mogu proizvesti. Na kraju, problem predstavlja i nerazumno benevolentno legaliziranje bespravnih građevina izvan građevinskog područja u uskom obalnom pojasu koje potencira pritisak na širenje građevinskih područja na osjetljivim i izloženim dijelovima obale.

10.3. Očekivane promjene klimatskih parametara do 2040. te 2070. godine - Prostorno planiranje i upravljanje obalnim područjem

Kao osnovni izvor za informacije o očekivanim promjenama srednje i ekstremnih razina mora kao i za analize utjecaja i šteta u slijedećem poglavlju korištena je "Procjena mogućih šteta od podizanja razine mora za Republiku Hrvatsku uključujući troškove i koristi od prilagodbe" iz 2015. godine. Ova procjena je izrađena uz korištenje DIVA metode od strane međunarodnog interdisciplinarnog tima stručnjaka sa više europskih sveučilišta i specijaliziranih institucija. U istraživanju su korištena tri scenarija podizanje razine mora prema tri reprezentativne putanje (trenda) koncentracije stakleničkih plinova (RCP): niži rast razine mora (RCP 2.6), srednji (RCP 4.5) i viši (RCP 8.5). Osim koncentracije stakleničkih plinova u izračun su uzeti i neki drugi regionalno specifični parametri. Izračunate vrijednosti porasta srednje razine mora za hrvatsku obalu prema ova tri scenarija za 2050. i 2100. godine su dane u Tablici 10-1.

Tablica 10-1: Prosječni očekivani rast srednje razine Jadranskog mora prema tri RCP scenarija

Scenarij	RRM 2050.	RRM 2100.
Niski RRM	0,15 m	0,28 m
Srednji RRM	0,19 m	0,49 m
Visoki RRM	0,31 m	1,08 m

Izvor: Procjena mogućih šteta od podizanja razine mora za Republiku Hrvatsku uključujući troškove i koristi prilagodbe (Ministarstvo zaštite okoliša i prirode i Priority Actions Programme/Regional Activity Centre (PAP-RAC), 2015)

Rast srednje razine mora je samo jedna komponenta za izračun budućih ekstremnih razina mora. Ekstremne razine mora su povremena, obično kratkotrajna pojava čiji intenzitet u budućnosti je jednak zbroju porasta srednje razine mora i porasta razine mora koji je rezultat kratkotrajnih ekstremnih vremenskih prilika (plima, olujni vjetrovi i valovi, olujni uspori, niski tlak zraka kombinirani sa mogućim lokalnim meteorološkim fenomenima). Za razliku od srednje razine mora u budućnosti se očekuje neizmijenjena dinamika porasta razine mora koji je rezultat spomenutih kratkotrajnih ekstremnih vremenskih prilika. Prema tome buduće ekstremne razine mora su situacije kada se superponiraju privremeni utjecaji ekstremnih vremenskih prilika i projekcije rasta srednje razine mora. Izračunate ukupne vrijednosti porasta ekstremnih razina mora kao posljedica oba faktora dane su u Tablici 10-2. Ove vrijednosti su prosječne za sve dijelove obalnog područja Republike Hrvatske. H1 je razina mora koja se u prosjeku prekorači jednom svake godine, a H100 je razina mora koja se u prosjeku prekorači jednom u 100 godina (prema tome vjerojatnost je 1% da će se prekoračiti u određenoj godini).

Tablica 10-2: Očekivane ekstremne razine mora za H1 i H100 u 2010., 2050. i 2100. godini.

Scenarij	H1, 2010.	H1, 2050.	H1, 2100.	H100, 2010.	H100, 2050.	H100, 2100.
RCP 2.6 Niski RRM	0,83 m	0,95 m	1,08 m	1,14 m	1,26 m	1,39 m
RCP 4.5 Srednji RRM	0,84 m	0,99 m	1,29 m	1,14 m	1,30 m	1,60 m
RCP 8.5 Visoki RRM	0,84 m	1,12 m	1,89 m	1,15 m	1,43 m	2,20 m

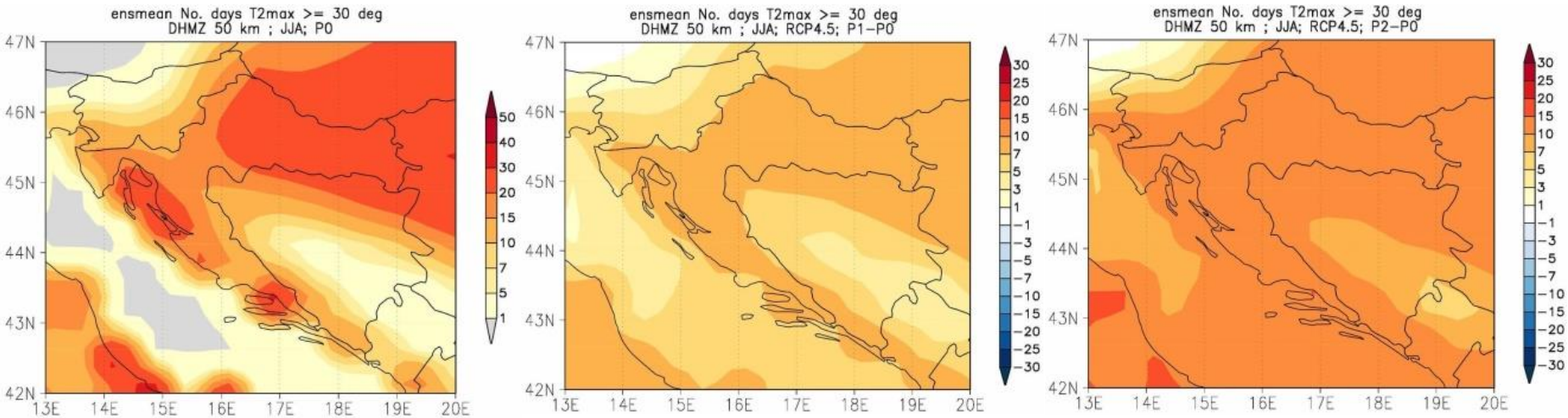
Izvor: (Ministarstvo zaštite okoliša i prirode i Priority Actions Programme/Regional Activity Centre (PAP-RAC), 2015)

Drugi značajan klimatski parametar je promjena odnosno **rast temperature** (Slika 10-2). U razdoblju 2011.-2040. (P1), očekuje se u svim sezonama porast prizemne temperature u srednjaku ansambla. Porast temperature gotovo je identičan zimi i ljeti – između 1,1 i 1,2°C. U proljeće u većem dijelu Hrvatske prevladava nešto manji porast: od 0,7°C na otocima Dalmacije do malo više od 1°C u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Jesenski porast temperature je između 0,9 °C u istočnoj Slavoniji do oko 1,2°C na Jadranu, a u zapadnoj Istri i do 1,4°C. Sve individualne realizacije modela također daju porast temperature. Rezultati variraju između 0 i 0,5°C u proljeće i ljeto, pa sve do 2,5 - 3°C u zimu i jesen (jugozapadni dio Istre i neki otoci imaju porast i preko 3°C).

U razdoblju 2041.-2070. (P2), najveći porast srednje temperature zraka, do 2,2°C, očekuje se na Jadranu u ljeto i jesen. Nešto manji porast mogao bi biti ljeti u najsjevernijim krajevima i Slavoniji, a u jesen u većem dijelu Hrvatske. U zimi i proljeće je prostorna razdioba porasta temperature obrnuta od one u ljeto i jesen: porast je najmanji na Jadranu a veći prema unutrašnjosti. U proljeće je porast temperature u srednjaku ansambla od 1,4 do 1,6°C na Jadranu i postupno raste do 1,9°C u sjevernim krajevima.

Broj vrućih ljetnih dana (t>30°C) do 2040. povećat će se u usporedbi s referentnim razdobljem za 7-10 dana gotovo podjednako u cijeloj Hrvatskoj. Nešto manje povećanje (5-7 dana) očekuje se u zapadnoj polovici Istre, te na nekim vanjskim otocima. U razdoblju 2041.-2070. broj vrućih dana povećat će se posvuda između 10 i 15 dana. U Zagrebu bi to značilo gotovo dvostruko veći broj vrućih dana nego u sadašnjoj (referentnoj) klimi, dok bi u nekim drugim krajevima povećanje broja vrućih dana u P2 bilo između 50% i 75%.

Za buduće razdoblje 2011.-2040. projicirano je povećanje broja dana s temperaturom većom od 35°C u čitavoj Hrvatskoj. Najveće povećanje, od 3 do 5 dana, očekuje se u većem dijelu sjeverne Hrvatske, dijelu sjevernog primorja i dijelu srednje Dalmacije. U tim je krajevima povećanje ponegdje i preko 100% u odnosu na P0, dakle, očekuje se da će broj dana s temperaturom većom od 35°C biti više nego udvostručen. U ostalim krajevima predviđa se povećanje između 1 i 3 dana. U razdoblju 2041.-2070. povećanje od 7-10 dana s temperaturom većom od 35°C očekuje se u istim onim krajevima u kojima je bilo najveće povećanje broja dana u P1: veći dio sjeverne Hrvatske, dio sjevernog primorja i u dijelu srednje Dalmacije. U drugim predjelima povećanje je nešto manje – od 3 do 5 dana u središnjoj Hrvatskoj, Istri i Lici, te između 5 i 7 dana u sjeverozapadnoj Hrvatskoj, sjevernom primorju i sjevernoj Dalmaciji.



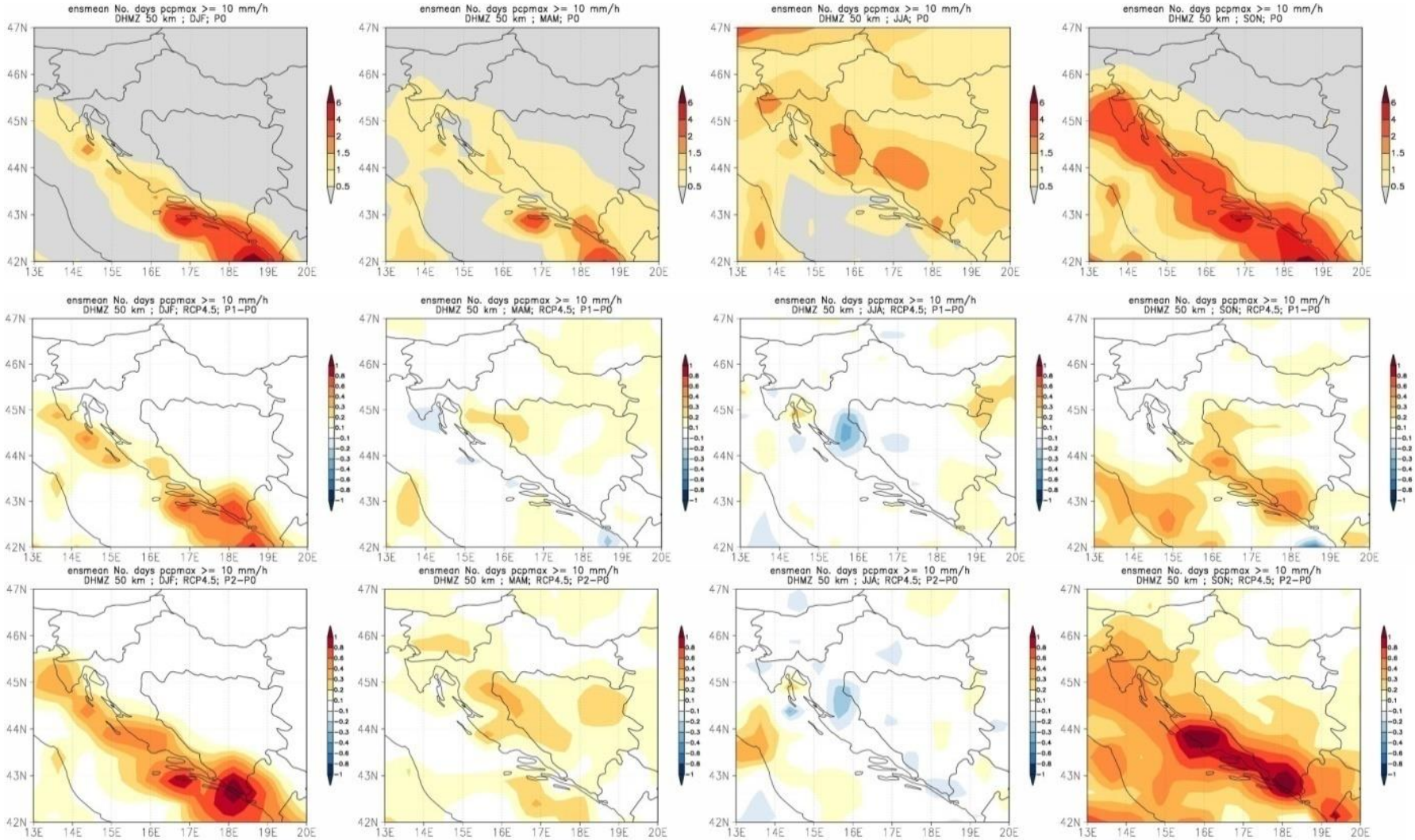
Slika 10-2: Broj dana s temperaturom većom od 30 °C u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Lijevo: referentno razdoblje 1971-2000; sredina: promjena u razdoblju 2011-2040; desno: promjena u razdoblju 2041-2070.

Treći klimatski parametar odabran kao značajan iz perspektive prostornog planiranja su **oborine** (Slika 10-3). U budućoj klimi 2011.-2040. projicirana promjena ukupne količine oborine ima različiti predznak: dok se u zimi i za veći dio Hrvatske u proljeće očekuje manji porast oborine, u ljeto i u jesen prevladavat će smanjenje količine oborine u čitavoj zemlji. Porast količine oborine je u zimi manji od 20 mm; u proljeće je porast u zapadnim predjelima još i manji, dok je smanjenje količine oborine u Slavoniji i južnim predjelima zanemarivo. Najveće ljetno smanjene količine oborine predviđeno je u južnoj Lici (do oko 20 mm), predjelu u kojem inače ljeti padne najveća količina oborine (180-270 mm). Najveće projicirano smanjenje ukupne količine oborine u jesen je oko 20 mm u Gorskom Kotaru i sjevernom dijelu Like, što čini oko 5% oborine u toj sezoni. Na krajnjem jugu smanjenje je između 20 i 40 mm. Najveće smanjenje količine oborine – preko 90 mm u jesen je u južnoj Hrvatskoj; najveće povećanje količine oborine – preko 100 mm u zimi na otocima srednje Dalmacije.

U razdoblju 2041.-2070. očekuje se u svim sezonama osim u zimi smanjenje količine oborine. Najveće smanjenje (do maksimalno 45 mm) bit će u proljeće u južnoj Dalmaciji, dok će do najvećeg povećanja količine oborine, oko 30 mm, doći u jesen na otocima srednje Dalmacije.

U neposredno budućoj klimi (razdoblje P1) broj dana s oborinom većom od 10 mm/h će se više mijenjati u južnim nego u sjevernim dijelovima Hrvatske i projicirane promjene neće biti jedinstvene. U jesen i zimu će broj dana u južnim krajevima biti nešto veći nego u P0, dok će u proljeće i ljeto signal imati promjenljivi predznak. Također, valja naglasiti kako će promjena broja dana u P1 u odnosu na P0 biti relativno mala – najveće povećanje je do 0.8 dana na južnom Jadranu zimi.

Oko sredine 21. stoljeća (P2) povećanje broja dana u jesen i zimu bit će preko 1 dan u jesen na srednjem i južnom Jadranu, te će zahvatiti znatno šire područje južne Hrvatske. Jedino će ljeti doći do manjeg smanjenja broja dana s oborinom većom od 10 mm/h u Lici i ponegdje duž Jadrana.



Slika 10-3: Broj dana s oborinom većom od 10 mm/h u srednjaku ansambla iz četiri integracije RegCM modelom. Od lijeva na desno: zima, proljeće, ljeto i jesen. Gore: referentno razdoblje 1971-2000; sredina: promjena u razdoblju 2011-2040; dolje: promjena u razdoblju 2041-2070.

10.4. Procjena budućih utjecaja klimatskih promjena na sektor - Prostorno planiranje i upravljanje obalnim područjem

Osjetljivosti hrvatske obale doprinosi njena duljina pa i malo povećanje ekstremnih razina mora dovodi do znatnog povećanja poplavnih područja. Prema provedenim procjenama očekuje se da će površina povremeno poplavljenih područja s današnjih 250 km^2 rasti na 280 km^2 u 2050. godine te 320 km^2 u 2100. godine, sve prema srednjem scenariju rasta razine mora. Današnja procijenjena vrijednost imovine u poplavnom području je oko 2,3 milijarde USD (16,1 milijardi HRK). U 2050. godini te vrijednosti ovisno o scenariju variraju od 4,6 do 9,6 milijardi USD (32,2 do 67,2 milijardi HRK) a u 2100. godini raspon je od 7,3 do 22,3 milijarde USD (51,1 do 156 milijardi HRK). Procijenjeni broj ljudi pogođenih poplavama svake godine se kreće od 17.000 danas do 43.0000-128.000 u 2100. godini ovisno o scenariju rasta razine mora i socioekonomskom scenariju. Očekivane štete od poplava mora idu od današnjih 40 milijuna USD (280 milijuna HRK) do 900-8.900 milijuna USD (6,3 – 62,3 milijardi HRK) u 2100. godini ovisno o navedenim scenarijima. Ove procjene pretpostavljaju da se ne poduzimaju mjere prilagodbe osim već postojećih. Od dobara sa UNESCO Liste svjetske baštine na hrvatskoj obali među posebno ranjivima se nalaze Eufrazijeva bazilika u Poreču, povijesna jezgra Trogira, Dioklecijanova palača u Splitu i Stari grad Dubrovnik.[268]

Do danas nisu rađene procjene utjecaja budućeg rasta temperature odnosno fenomena toplinskih otoka u naseljima na zdravlje i uvjete života u tim naseljima, posebno u ovisnosti o obilježjima izgrađenog okoliša naselja. Isto tako nisu rađene sustavne procjene ranjivosti odnosno utjecaja budućih kratkotrajnih ekstremnih oborina na izgrađeni okoliš u naseljima. Općenito, očekivana veća klimatska varijabilnost i učestalost ekstremnih vremenskih prilika govori u prilog potrebe planiranja mjera prilagodbe na ovu vrstu utjecaja klimatskih promjena, posebno s aspekta urbanističkog planiranja naselja odnosno planiranja sive i zelene infrastrukture.

Pozitivne posljedice klimatskih promjena na prostorno planiranje slijede iz činjenice da se radi o interdisciplinarnom problemu pa će očekivani rast njihove važnosti doprinijeti reafirmaciji prostornog planiranja i IUOP-a kao segmenata javne uprave koji najviše zagovaraju važnost i nužnost multidisciplinarnog, integralnog pristupa i provode aktivnu koordinaciju svih sektora u upravljanju prostornim razvojem.

10.4.1. Utjecaj promjene klimatskih parametara / fizičkih karakteristike u sektoru

Identifikacija prostora pod rizikom od štetnog utjecaja klimatskih promjena

Broj radova koji se bave procjenom utjecaja očekivanog rasta srednje i ekstremnih razina mora na hrvatskoj obali je vrlo ograničen. Nekoliko radova se temelji na ekspertnim procjenama, a jedino "Procjena mogućih šteta od podizanja razine mora za Republiku Hrvatsku uključujući troškove i koristi od prilagodbe" iz 2015. godine svoje nalaze bazira na sustavnom modeliranju cijele hrvatske obale i faktora njene osjetljivosti (od topografije do procjene vrijednosti imovine i socioekonomskih scenarija razvoja), klimatskih pritisaka, ranjivosti te procjene utjecaja i šteta. Ipak, DIVA model se bazira na raspoloživim podacima koji će sigurno u budućim procjenama biti unaprijeđeni (npr. model terena uz korištenje LIDAR podataka). Stoga rezultate treba shvatiti indikativno, prije svega kao pokušaj izdvajanja najranjivijih područja koja trebaju dalje biti analizirana kroz detaljnije procjene koje će metodološki biti dodatno prilagođene lokalnim specifičnostima hrvatskog obalnog područja.

[268] Procjena mogućih šteta od podizanja razine mora za Republiku Hrvatsku uključujući troškove i koristi prilagodbe (Ministarstvo zaštite okoliša i prirode i Priority Actions Programme/Regional Activity Centre (PAP-RAC), 2015)

Osjetljivosti hrvatske obale doprinosi njena duljina pa i malo povećanje ekstremnih razina mora dovodi do znatnog povećanja poplavnih područja. S druge strane dominantna topografija umjereno strmih i strmih obala sa manjim udjelom niskih obala smanjuje njenu osjetljivost na takvim područjima. Prema nalazima DIVA modela očekuje se da će područja ispod H100 (područja s očekivanom poplavom 1 u 100 godina, vidi Tablicu 10-3) s današnjih 250 km^2 rasti na 280 km^2 u 2050. godine te 320 km^2 u 2100. godine prema RCP 4.5 odnosno srednjem rastu razine mora.

Područje delte rijeke Neretve je najveće potencijalno poplavno područje u Hrvatskoj. To područje ispod H100 danas obuhvaća oko 81 km^2, a prema scenariju srednjeg rasta razine mora može narasti do 92 km^2 u 2050., te 104 km^2 u 2100. godini.

Tablica 10-3: Potencijalno značajne poplavne površine (ispod H100) po poplavnim područjima u 2050. i 2100. prema različitim scenarijima rasta razine mora u usporedbi s današnjom situacijom

Poplavno područje	Potencijalno poplavne površine (km²)						
	Danas	2050.			2100.		
		Niski RRM	*Srednji RRM*	*Visoki RRM*	*Niski RRM*	*Srednji RRM*	*Visoki RRM*
Delta Neretve	81,3	89,0	91,6	100,2	98,0	103,8	106,1
Zadar	11,2	12,1	12,3	12,9	12,8	13,5	15,5
Murter – Kornati	9,8	10,7	11,0	11,6	11,4	12,1	13,7
Pag	9,3	10,1	10,4	10,9	10,9	11,2	13,2
Mali Lošinj	9,3	9,8	9,9	10,5	10,4	11,3	12,2
Šibenik	8,7	9,6	9,9	10,8	10,6	11,5	13,2
Tar – Vabriga	7,3	8,1	8,3	9,1	8,9	9,5	10,3
Sali	6,1	6,6	6,7	6,9	6,9	7,2	8,1
Kaštelanski zaljev	5,4	5,9	6,1	6,6	6,5	7,1	8,1
Umag	4,9	5,4	5,5	6,0	5,9	6,4	7,2

Izvor: Procjena mogućih šteta od podizanja razine mora za Republiku Hrvatsku uključujući troškove i koristi prilagodbe (Ministarstvo zaštite okoliša i prirode i Priority Actions Programme/Regional Activity Centre (PAP-RAC), 2015)

Što se tiče izgrađenih područja unutar većih obalnih gradova, najveće potencijalno poplavno područje je u Puli, gdje može poplaviti i do 2,3 km^2 u poplavnome događaju 1 u 100 godina u 2050., u usporedbi s današnjih 2,0 km^2. Druga značajna potencijalna poplavna područja nalaze se u Zadru (1,9 km^2) i Splitu (1,7 km^2), dok je u Rijeci samo manje područje (oko 0,3 km^2 ispod H100) potencijalno ugroženo.

Ako govorimo o izloženosti imovine i stanovništva ona se također mijenja ovisno o scenarijima rasta razine mora ali i scenarijima socioekonomskog razvoja. Današnja procijenjena vrijednost imovine u poplavnom području ispod H100 (poplavni događaj s vjerojatnošću 1 u 100 godina) je oko 2,3 milijarde USD (16,1 milijardi HRK). U 2050. godini te vrijednosti variraju od 4,6 milijardi USD (10,6 milijardi HRK) (niski RRM, socioekonomski scenarij SSP3) do 9,6 milijardi USD (67,2 milijuna HRK) (visoki RRM, SSP2). U 2100. godini raspon je od 7,3 milijarde USD (51 milijarda HRK) (niski RRM, SSP2) do 22,3 milijarde USD (156 milijuna HRK) (visoki RRM, SSP5).

Procijenjeni broj stanovnika u poplavnom području danas je 66.000. U 2050. se predviđa 82.000 (niski RRM, SSP3) do 114.000 (visoki RRM, SSP5) stanovništva ispod H100, a u 2100. predviđa se da će 70.000 do 129.000 ljudi živjeti ispod H100.

Jedan od utjecaja rasta srednje razine mora kao i povremenih kratkotrajnih ekstremnih razina mora je i obalna erozija. Eroziji su podložne prije svega obale izložene valovanju građene od manje otpornih struktura kao što su pješčane i sitno šljunčane obale. U postupku modeliranja hrvatske obale DIVA metodom identificirano je 180 takvih obalnih segmenata ukupne duljine oko 80km što čini jedva nešto više od 1,2% obale. Očito je da je problem erozije prisutan na vrlo malom dijelu obale

dok na ostalom dijelu dominira stjenovita obala koja je otpornija na eroziju. Utjecaj erozije pješčanih obala, uglavnom plaža, ocjenjuje se prema površini izgubljenog zemljišta te prema troškovima održavanja odnosno umjetnog prihranjivanja plaža koje je postalo uobičajena praksa na brojnim plažama na hrvatskoj obali. U usporedbi s utjecajem rasta ekstremnih razina mora i poplava obale erozija je svakako bitno manji problem.

Za razliku od područja koja su ranjiva na ekstremne razine mora i koja se izdvajaju na osnovu topografskih obilježja, kada se govori o utjecaju rasta temperatura i posebno utjecaju pojave toplinskih otoka u naseljima, teško je izdvajati konkretne gradove i naselja kao posebno ranjive. U Republici Hrvatskoj ne postoje radovi koji bi na osnovu empirijskih podataka tražili korelaciju između zabilježenih utjecaja na zdravlje ljudi i obilježja konkretnih naselja u kojima ti ljudi borave (npr. prisustvo ili odsustvo zelene infrastrukture i druga obilježja koja bi više ili manje doprinosila pojavi toplinskih otoka). Međunarodna iskustva i brojni radovi dokazuju ovu korelaciju i sigurno su primjenjivi i na Republiku Hrvatsku. U ovoj fazi se kao prioritetna mogu izdvojiti sva ona područja koja su identificirana u prethodnom poglavlju kao očekivano izložena nadprosječnom termičkom opterećenju. Tako se kao ranjivija pokazuju npr. naselja u istočnoj Slavoniji ili dalmatinskom zaleđu u odnosu na naselja na obali gdje ljeti maritimni utjecaji (uključujući dnevni vjetar s mora, maestral) ublažavaju termičko opterećenje.

Što se tiče utjecaja izvanrednih vremenskih prilika sa oborinama visokog intenziteta u kratkom vremenu, obzirom na karakter ovih pojava, a radi se o lokalnim olujama gdje intenzitet oborina varira na malim udaljenostima, također je vrlo teško izdvajati neka područja kao posebno izložena. Pri tome ranjivost u pravilu više ovisi o lokalnoj osjetljivosti, prije svega funkcionalnosti sustava oborinske odvodnje i uopće zelene infrastrukture naselja. S aspekta prostornog planiranja to znači da će svi budući planovi trebati integralno analizirati i procijeniti lokalnu ranjivost te po potrebi redefinirati sustave sive, zelene i plave infrastrukture naselja u funkciji ublažavanja utjecaja projiciranih klimatskih promjena vezano za ekstremne oborine.

10.4.2. Očekivana ranjivost te moguće posljedice klimatskih promjena

Analiza posljedica šteta na prostor pod rizikom utjecaja klimatskih promjena

U ovom poglavlju se ranjivost kvantificira kroz procjene očekivanog broja ljudi (stalnih stanovnika) pogođenih poplavama godišnje i procjenu šteta na imovini (zgrade, infrastruktura) u poplavnim područjima. Za razliku od prethodnog poglavlja kada se govorilo o broju ljudi koji žive unutar poplavnog područja sada se govori o očekivanom broju ljudi koji su svake godine pogođeni poplavama (Tablica 10-4). Treba napomenuti da do 2050. godine broj ljudi pogođenih poplavom ovisi gotovo isključivo o rastu razine mora, a ne o scenariju broja stanovnika jer se scenariji broja stanovnika ne razlikuju značajno jedan od drugoga do 2050. Za 2100. godine scenariji broja stanovnika se značajno razlikuju zbog čega je broj ljudi pogođenih poplavama prikazan u rasponima.

Tablica 10-4: Očekivani broj ljudi koji su svake godine pogođeni poplavama na hrvatskoj obali u 2050. i 2100. godini prema različitim scenarijima rasta razine mora u usporedbi s današnjom situacijom

Scenarij rasta razine mora	2010	2050	2100
niski RRM	17.000	40.000	43.000-64.000
srednji RRM	17.000	48.000	69.000-85.000
visoki RRM	*17.000*	*72.000*	*102.000-128.000*

Izvor: Procjena mogućih šteta od podizanja razine mora za Republiku Hrvatsku uključujući troškove i koristi prilagodbe (Ministarstvo zaštite okoliša i prirode i Priority Actions Programme/Regional Activity Centre (PAP-RAC), 2015)

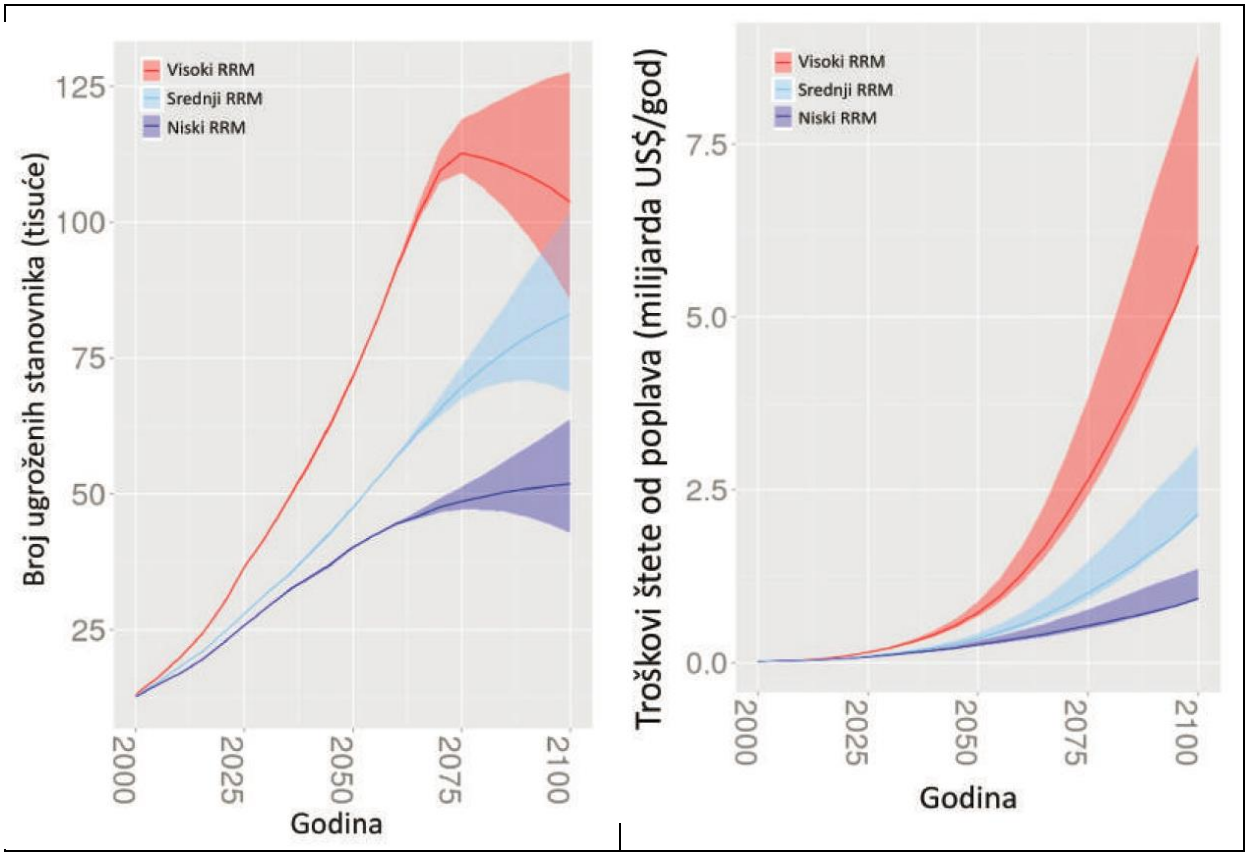
Vezano za procjenu šteta od poplava mora rezultati modela DIVA pokazuju da su očekivani godišnji troškovi zbog poplave 2010. godine bili oko 40 milijuna US$ te da će rasti u zavisnosti od scenarija rasta razine mora i socioekonomskih scenarija (Tablica 10-5).

Tablica 10-5: Očekivani troškovi (u milijunima USD) od poplava mora na hrvatskoj obali u 2050. i 2100. godini prema različitim scenarijima rasta razine mora u usporedbi s današnjom situacijom.

Scenarij rasta razine mora	2010	2050	2100
niski RRM	40	240-320	900-1400
srednji RRM	40	340-430	2100-3100
visoki RRM	40	670-880	5900-8900

Izvor: Procjena mogućih šteta od podizanja razine mora za Republiku Hrvatsku uključujući troškove i koristi prilagodbe (Ministarstvo zaštite okoliša i prirode i Priority Actions Programme/Regional Activity Centre (PAP-RAC), 2015)

Kao što je naglašeno i kod procjene broja ljudi pogođenih poplavama navedeni rasponi su posljedica nesigurnosti zbog različitih socioekonomskih scenarija. Isto tako treba navesti dvije bitne pretpostavke ugrađene u model. Prva je da će sva danas neizgrađena planirana građevinska područja biti izgrađena do 2050. (danas je prosječno izgrađeno oko 60%). Pri tome će gustoća odnosno intenzitet izgradnje rasti do maksimuma utvrđenih prostornim planovima a gustoća naseljenosti (stalni i povremeni stanovnici) rasti do oko 200 stanovnika po km^2. Također treba naglasiti da procjene očekivanih utjecaja i šteta u svim scenarijima pretpostavljaju da se ne poduzimaju mjere prilagodbe osim već postojećih uvjeta uređenja prostora propisanih prostornim planovima koji se mogu smatrati mjerama prilagodbe (prije svega obalni odmak i ograničenje dužobalnog širenja građevinskih područja).



Slika 10-4: Prikaz procjena kretanja broja stalnih stanovnika ugroženih (pogođenih) poplavama i šteta od poplava do 2100. godine prema tri RRM scenarija.

Na razini pojedinačnih naselja i naseljenih područja najveće štete na imovini se mogu očekivati u Zadru, Šibeniku i u naseljima oko Kaštelanskog zaljeva. Ukoliko promatramo samo izgrađena područja (današnja ili buduća u granicama današnjih građevinskih područja) onda je najugroženiji i time najranjiviji Zadar dok su za Pulu, Split i Rijeku procijene očekivanih šteta na imovini višestruko manje. Dalje treba naglasiti da područja s najvećom izloženošću stanovništva nisu i ona s najvećom izloženošću imovine. Gradovi kao što su Split i Rijeka imaju visoku izloženost stanovništva, ali nisku izloženost imovine. S druge strane, imamo manje gradove kao što su Vodice i Novalja koje imaju više turističke izgradnje i infrastrukture, ali nemaju puno stalnoga stanovništva.

Poseban problem predstavljaju kulturna dobra, prije svega lokaliteti dobara svjetske baštine (UNESCO Lista svjetske baštine) na hrvatskoj obali. Za razliku od drugih struktura, dijelova naselja i infrastrukture, koji se u krajnjoj liniji mogu i napuštati odnosno izmjestiti na druge lokacije, u slučaju kulturnih dobara to je praktično nemoguće. Među posebno ranjivima se nalaze Eufrazijeva bazilika u Poreču, povijesna jezgra Trogira, Dioklecijanova palača u Splitu i Stari grad Dubrovnik. Svi se oni nalaze na obali sa dijelovima ispod 1,5 m visine od današnje srednje razine mora što znači da će najdalje do 2070. godine svi biti u dosegu ekstremnih razina mora i kao takvi izuzetno ranjivi. Značajan problem su i izložene rive mnogobrojnih tradicijskih obalnih naselja koja su zaštićena kategorijama zaštite nacionalne razine.

Važan doprinos u razumijevanju i procjeni ranjivosti odnosno rizika od poplava ostvaren je izradom i usvajanjem **Plana upravljanja vodnim** područjem **2016.-2021.**[269] (usvojen u ljeto 2016. godine) koji u dijelu B sadrži Plan upravljanja rizicima od poplava i koji obuhvaća i poplave mora. U Planu je izvršeno kartiranje područja Republike Hrvatske prema opasnosti od poplava male, srednje i velike vjerojatnosti sa prikazima dubina plavljenja. Također je izvršeno kartiranje prema riziku od poplava. Rizik od poplava definiran je kao kombinacija vjerojatnosti poplavnog događaja i potencijalnih štetnih posljedica poplavnog događaja za zdravlje ljudi, okoliš, kulturna dobra i gospodarsku aktivnost. Svi navedeni štetni utjecaji su slikovito prikazani na karti rizika od poplava za cijelu Republiku Hrvatsku. Ona uključuje indikativni broj ugroženih stanovnika, ugroženo zemljište prema namjeni te važniju infrastrukturu i kulturna dobra sa Liste svjetske baštine. Kartu prati u tablica sa numeričkim podacima o ugroženosti odnosno ranjivosti na poplave. Opisane karte su javno dostupne s geoportala Hrvatskih voda (http://korp.voda.hr/) uz mogućnošću zumiranja i kvalitetnog pregledavanja. Sve ove podatke nije moguće direktno usporediti s nalazima procjene prema modelu DIVA jer su numerički podaci iskazani za cijelo jadransko vodno područje koje obuhvaća riječne i bujične poplave i poplave mora. Isto tako DIVA model ima jaku dinamičku komponentu koja uključuje scenarije razvoja klimatskih promjena kao i socioekonomske scenarije do 2100. godine. Važan zajednički zaključak obje procjene može biti da su poplave općenito te posebno poplave mora u obalnom području uzrokovane ekstremnim razinama mora najznačajniji očekivani negativni utjecaji klimatskih promjena u Republici Hrvatskoj. I jedna i druga procjena su tek prva generacija procjena koje će se u budućnosti ažurirati i dopunjavati uz korištenje podataka o praćenju stanja, novih znanstvenih spoznaja i detaljnijih istraživanja, što je u njima i naglašeno. Ono što je također zajedničko je afirmacija nužnosti multidisciplinarnog, integralnog pristupa koji povezuje prirodne, društvene, ekonomske, demografske, ekološke i tehničke aspekte koji trebaju dati doprinos u donošenju odluka vezano za planiranje mjera prilagodbe i posebno osjetljivog pitanja definiranja društveno prihvatljive razine rizika od poplava (*demand for safety*).

Potencijalni negativni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i uz to vezan stupanj ranjivosti prikazani su u Tablici 10-6.

[269] Plan upravljanja vodnim područjima 2016. - 2021. (Vlada Republike Hrvatske, 2016)

Tablica 10-6: Potencijalni negativni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i stupanj ranjivosti – Prostorno planiranje i upravljanje obalnim područjem

Potencijalni utjecaj	Mogućnost pojavljivanja[270]	Stupanj utjecaja[271]	Stupanj ranjivosti[272]
Promjene karakteristike klima: Rast i ekstremne razine mora			
Poplave mora	5	4	visok
Promjene karakteristike klima: Ekstremne temperature			
Toplinski otoci u naseljima	4	3	srednji
Promjene karakteristike klima: Ekstremne oborine			
Poplave u naseljima	4	3	srednji

10.4.3. Potencijalni pozitivni utjecaji klimatskih promjena

Opći cilj prostornog planiranja je održivi prostorni razvoj nekog teritorija kao cjeline koji u sebi integrira socijalne, ekonomske, okolišne i kulturne ciljeve. Isto, uz još šire odgovornosti, je zadatak upravljanja obalnim područjem uz specifičan obalni fokus (integralno sagledavanje kopnenog i morskog dijela obalnog područja). Stoga se u nastavku, iz perspektive ovakvog integralnog pristupa, nudi nekoliko posljedica i efekata bavljenja klimatskim promjenama koje se za razliku od većine drugih mogu smatrati pozitivnima:

- u širem smislu na prostorni razvoj u obalnom području Republike Hrvatske pozitivno može utjecati produljenje sezone (kao rezultat povoljnijih vremenskih prilika u predsezoni i posezoni), kroz veću diferencijaciju turističke ponude i smanjenje vršnih opterećenja (posebno na infrastrukturu, rekreacijske površine i plaže), što sve zajedno omogućava racionalnije planiranje namjene površina i infrastrukture obalnih naselja i turističkih područja,
- proces prilagodbe klimatskim promjenama ima mogućnost ojačati prostorno planiranje u segmentu strateškog, dugoročnog planiranja i boljoj integraciji prostornog i razvojnog planiranja, a što će u praksi pridonijeti većoj otpornosti planskih rješenja na dugoročne utjecaje klimatskih promjena,
- iako će ekstremne razine mora i općenito izvjesni rast razine mora izazivati značajne štete, moguće je da će svijest o njihovoj neizbježnosti pomoći kao dodatni argument u prihvaćanju obalnog odmaka kao najjednostavnije mjere prilagodbe i višestruko korisne mjere u planiranju održivog obalnog razvoja,
- obzirom da su klimatske promjene interdisciplinarni problem realno je očekivati da će rast njihove važnosti doprinijeti reafirmaciji prostornog planiranja i IUOP-a kao segmenata javne uprave koji najviše zagovaraju važnost i nužnost multidisciplinarnog, integralnog pristupa a što će imati za posljedicu jačanje napora na suradnji i aktivnoj koordinaciji svih sektora i dionika u postupku izrade prostornih planova.

Druge moguće pozitivne posljedice klimatskih promjena će biti lakše prepoznate iz pozicije parcijalnih interesa drugih sektora pa je stoga primjerenije da ih ti sektori analiziraju i identificiraju.

[270] 5 = više od 90%, 4 = više od 66%, 3 = više od 50%, 2 = više od 33%, 1 = manje od 33%
[271] 5 = vrlo visok, 4 = visok, 3 = srednje visoke, 2 = nizak, 1 = vrlo nizak
[272] Nizak, srednji, visok

10.4.4. Međusektorski utjecaji

Temelj prostornog planiranja, za razliku od drugih, tipičnih sektora (poljoprivreda, turizam, šumarstvo, ribarstvo, javno zdravstvo, itd.), multisektorski, interdisciplinarni pristup koji sagledava, usklađuje i regulira potrebe za prostorom svih drugih sektora. Stoga su bavljenje sektorskim zahtjevima i prijedlozima, analiziranje međusektorskih utjecaja i njihovo usklađivanje, uobičajeni zadaci prostornog planiranja i IUOP-a. Ovo vrijedi i za planiranje mjera prilagodbe na klimatske promjene. Prije svega, integracija ovih mjera u prostorne planove je podijeljena odgovornost brojnih struka koja se od strane prostornih planera realizira na dva načina. Direktno, kroz planska rješenja koja su primarna odgovornost prostornih planera, npr. planiranje razvoja naselja kroz definiranje namjene površina ili urbanističko planiranje samih naselja (ulična mreža, izgrađene strukture, siva i zelena infrastruktura itd.), i indirektno, na način sektori u postupku izrade prostornih planova dostavljaju svoje zahtjeve i ulazne podatke koje planeri, nakon usklađivanja i rješavanja mogućih konflikata, ugrađuju u prostorno planska rješenja. Prema tome od sektora se očekuje da na temelju svojih analiza i praćenja stanja, sektorskih strateških dokumenata, planova i drugih stručnih podloga argumentirano definiraju svoje interese, zahtjeve i potrebe te dalje sudjeluju u procesu izrade prostornog plana. Da bi se broj potencijalnih konflikata smanjio dobra praksa je i da sektori u izradi svojih sektorskih dokumenata unaprijed konzultiraju prostorne planove i planere te da sami unaprijed sagledaju moguće probleme do kojih može doći u interakciji njihovih potreba sa zahtjevima i očekivanjima drugih sektora.

Kao primjer se može uzeti interakcija sektora vodnog gospodarstva i prostornog planiranja kod planiranja mjera prilagodbe na riječne poplave. Tri su osnovne grupe mjera na smanjenju rizika od poplava koje razrađuje i predlaže sektor vodnog gospodarstva (kao formalno odgovorni resor), a koje se nakon toga usklađuju kroz prostorne planove odnosno ugrađuju u njih:

- očuvanje prirodnih poplavnih područja kroz regulaciju korištenja prostora i rezervaciju poplavnih područja (regionalna zelena infrastruktura),
- smanjenje osjetljivosti na štete od poplava kroz specifične uvjete građenja i korištenja prostora,
- smanjenje poplava građevinskim mjerama (brane, nasipi).

Ovdje su, kao primjer, iz Plana upravljanja vodnim područjima uzete one mjere koje uključuju različite zahvate u prostoru pa su time i predmet prostornih planova. Rješavanje eventualnih konflikata ovih mjera sa nekim drugim planskim rješenjima je olakšano činjenicom da se radi o pitanjima zaštite od voda i sigurnosti ljudi i imovine pa će ove mjere sigurno imati prioritet.

Drugi tipični problem je mogući konflikt razvojnih interesa i ograničenja koja proizlaze iz ograničenih resursa kao posljedica klimatskih promjena. Kao primjer se može uzeti interes sektora turizma za gradnjom novih turističkih kapaciteta s jedne strane i zahtjev sektora vodnog gospodarstva za ograničenjem buduće potražnje za vodom čije će raspoložive količine zbog utjecaja klimatskih promjena (npr. suše, zaslanjivanje vodonosnika) biti ograničene. Oba sektora odnosno obje strane imaju legitimne interese koji su međutim suprotstavljeni i tu je upravo uloga prostornog planiranja odnosno prostorno planskog procesa da razriješi ovaj konflikt i kroz zajedničke rasprave dođe do kompromisnih rješenja koja će zadovoljiti obje strane.

Umjesto zaključka, nije sporno da prostorno planiranje treba i može dati važan doprinos u rješavanju dijela međusektorskih utjecaja u planiranju mjera prilagodbe na klimatske promjene, prije svega onih koji imaju naglašenu prostornu dimenziju. Temeljna pretpostavka za to je pravovremeno uključivanje sektora i dostava zahtjeva i prijedloga u postupku izrade prostornih planova kao i aktivno sudjelovanje u usklađivanju različitih interesa i razrješavanju eventualnih konflikata.

11. UPRAVLJANJE RIZICIMA

Ključne poruke

- Republika Hrvatska ima najviši ekonomski gubitak po BDP-u, u odnosu na druge europske zemlje sukladno podacima iz 2013. godine, uslijed ekstremnih vremenskih uvjeta.
- Učinkovito upravljanje rizicima od ekstremnih događaja (katastrofa i izvanrednih stanja) povezanih s klimatskim promjenama osniva se na sveobuhvatnoj i multidisciplinarnoj nacionalnoj procjeni i procjenama rizika na lokalnim razinama
- Očekivane ranjivosti su posljedice za zdravlje, imovinu i okoliš zbog pojavnosti ekstrema vrlo visokog rizika na nacionalnoj razini - poplava izazvanih izlijevanjem kopnenih vodenih tijela, potresa, požara otvorenog tipa i industrijskih nesreća, te ekstrema visokog rizika - ekstremnih temperatura, epidemija i pandemija.
- Doprinos klimatskih promjena na promjene u pojavnosti ekstremnih događaja i povezanih posljedica i gubitaka otežan je za interpretaciju zbog godišnje varijabilnosti u pojavnosti rizika, učinkovitijeg prijavljivanja i sve veće implementacije mjera za smanjenje rizika.

11.1. Pregled i važnost sektora, opći utjecaj klime na sektor - Upravljanje rizicima

Sukladno podatcima iz izvještaja o klimatskim promjenama, utjecajima i ranjivosti za Europu iz 2016. godine, u razdoblju 1980.-2013. godine, ukupni ekonomski gubitci uslijed ekstremnih vremenskih uvjeta u Europi su bili gotovo 400 milijardi eura. Iako se ekonomski gubitci procjenjuju prema apsolutnim gubitcima, koji su najznačajniji u najvećim europskim državama poput Njemačke, Italije i Francuske, ili prema gubitcima po glavi stanovnika, koji su najveći u državama poput Švicarske, Danske i Luksemburga, Republika Hrvatska ima najviši gubitak u odnosu na BDP. Gubitak od čak 0,20% pozicionira nas na vodeće mjesto za 2013. godinu po ukupnom gubitku za prethodno razdoblje, od 1980.-2012. godine i u odnosu na ostale 32 europske zemlje.[273]

Ukupna populacija na svjetskoj razini osjetljiva je na klimatske promjene i rizike povezane s njima. Ipak, učinak značajno ovisi o čimbenicima ranjivosti izložene populacije i udjelu rizičnih populacijskih podskupina, poput udjela osoba starije životne dobi, djece, malih poljoprivrednika, populacijskih podskupina stanovnika obalnih i otočnih područja, urbane siromašne populacije, te tradicionalnih podskupina sa specifičnim životnim navikama koje ih čine ranjivijima u odnosu na ekstremne uvjete povezano sa klimatskim promjenama (poput Roma). Istovremeno, zdravstveni status i prethodne bolesti, te odrednice samog životnog i radnog okoliša poput vrste okolišne lokacije (urbana ili ruralna, opseg prethodnih kontaminacija lokacije radi prirodnih ili antropogenih čimbenika) i niz ekoloških, socio-ekonomskih i kulturoloških čimbenika, uključujući edukaciju i dostupnost zdravstvene skrbi, utječu na ranjivost od rizika vezanih za klimatske promjene. Isti uključuju ekstremne vremenske uvjete, poplave, potrese, te druge meteorološke, klimatološke, hidrološke, biološke, te prirodne katastrofe koje će radi negativnog ljudskog utjecaja biti izazov u budućoj prilagodbi.[274]

Iako su katastrofe i ekološki incidenti dugo godina smatrani potpuno nepredvidljivim događajima, zbog povećanja udjela antropogenih utjecaja na iste, kao i razvoja znanosti i znanstvenih disciplina poput geologije, seizmologije, geotehnologije, hidrologije, meteorologije i sl., omogućena je preciznija procjena, tj. definiranje rizičnih aktivnosti, zahvaćenih područja i opsega posljedica. Integracija danas dostupnih kalkulacija rizika u standarde urbanih planiranja i investicijskih projekata,

[273] Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report (European Environment Agency, 2017a)
[274] *Ibid*

te razvoj ranih sustava upozorenja i planova pripravnosti, vrijedni su javnozdravstveno-stručni alati koji nam omogućavaju prilagodbu kroz kvalitetnije praćenje i prikladniji odgovor.

Ekološka katastrofa je događaj prirodnog ili civilizacijskog podrijetla koji u znatnoj mjeri teško oštećuje ili neposredno ugrožava život, normalne uvjete života, materijalna dobra i prirodni okoliš. U slučaju iste premašena je mogućnost odgovora zahvaćene zajednice, uz nužno potrebno poduzimanje izvanrednih zaštitnih mjera. ***Ekološki incident*** je neočekivana pojava prirodnog ili civilizacijskog podrijetla s potencijalno mogućim opasnim posljedicama za stanovništvo ili štetnim učinkom na okoliš. Isti predstavlja izazov za kapacitete hitnog odgovora zahvaćene zajednice. ***Izvanredno stanje*** je stanje u kojem su normalni uvjeti života privremeno ograničeni, no uz učinkovito poduzimanje izvanrednih mjera od strane lokalne zajednice s ciljem zaštite stanovnika od rizične pojave. ***Rizik*** je svaka prirodna pojava koja ima sposobnost uzrokovanja štete u zajednici. Neki rizici mogu uzrokovati izvanredna stanja, od kojih ne prelaze svi nužno u incidente ili katastrofe.

Klimatske promjene, radi modelom predviđenih varijacija poput porasta temperature između 1 i 1.5°C, do 2040. godine i do 2.3°C na otocima do 2070. godine te predviđeno moguće povećanje ekstremno sušnih i vlažnih godina u budućoj klimi u Hrvatskoj (Slike 10-1 do 10-5), imati će i utjecaj na učestalost pojavnosti prirodnih katastrofa,[275] a naročito[276]:

- ***Klimatološke katastrofe*** **–** uzrokovane su dugotrajnijim (od nekoliko sezona do desetljeća) atmosferskim pojavama, poput ekstremnih temperatura (toplinskog vala, ledenog vala), suša, te požara.

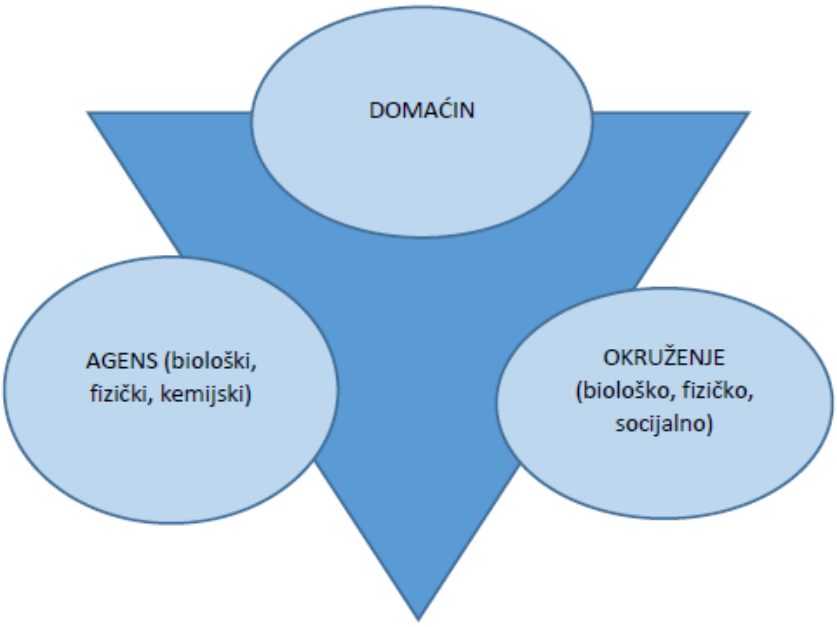
Rezultati modela najočiglednije povezuju utjecaj klimatskih promjena s pojavnošću toplinskog vala. Ujedno,rezultati procjene sušnih i vlažnih godina s vremenskim nizom za pet lokacija u Hrvatskoj (Zagreb, Osijek, Gospić, Rijeka i Split) na temelju oborinskih percentila i numeričkih integracija ishodovanih RegCM modelom s uzimanjem rubnih uvjeta četiri različita globalna modela, prikazuju porast broja ekstremno sušnih godina u budućim razdobljima na svim lokacijama (Slike 10.1.-10.5). Područje istočne Hrvatske u skladu s ovim modelom ima predviđen porast i ekstremno, vrlo vlažnih i vlažnih godina.

- ***Biološke katastrofe*** **–** podrazumijevaju se epidemije i pandemije bakteriološkog, virusnog, prionskog, parazitarnog ili gljivičnog tipa.

Kompleksan međuodnos uzročnika zaraznih bolesti, domaćina i okoliša i pojavnost **epidemija** najčešće se opisuje tzv. **Gordonovim ekološkim trijasom**. Širenje bolesti ovisi istovremeno o više svojstava uzročnika, domaćina (čovjeka) s njegovim biološkim i društvenim značajkama, te ekološkom okruženju. Okolišni uvjeti poput temperature i vlažnosti zraka potiču ili povećavaju zemljopisni potencijal djelovanja vektorskih prijenosnika, time i uzročnika bolesti. Isto je osobito važno za uzročnike kod koji se razmnožavanje mikroorganizama odvija u okolišu (vektorima poput životinja, hrani ili vodi)[277]. Osim što meteorološke i klimatološke varijacije predstavljaju jedan od važnih čimbenika u epidemijskom potencijalu zaraznih bolesti, iste su važne radi povećanja učestalosti **pandemija** ili širenja epidemija unutar vrlo kratkog vremenskog roka na široko područje (na više zemalja ili kontinenata). Očekivan je i utjecaj na povećanje pojavnosti **endemija** ili bolesti dugotrajno prisutnih na nekom zemljopisnom području. Iz istog razloga pojavnost novih i kretanje već postojećih zaraznih bolesti na nekom području unutar neke populacije u skladu s predviđenom varijabilnošću klimatoloških parametara predstavljati će ranjivost u upravljanju ovim rizikom. Nedostatna informatizacija sustava praćenja zaraznih bolesti i okolišnih medija, uključivo i vektore, značajno utječe na ranjivost i učinkovitost u upravljanju ovim očekivanim rizikom. Ovaj rizik detaljnije je opisan u poglavlju 9.

[275] Emergent risks and key vulnerabilities (Oppenheimer, i dr., 2014)
[276] Napomena: U ovom poglavlju nema opisa rizika vezanih uz poplave mora, ta je tema predmet poglavlja 10.
[277] Zdravstvena ekologija (Punatrić, 2012)

Klimatske promjene utječu i na zdravlje životinja. Izravno, kao posljedica utjecaja povećane temperature okoline, poplava i suša na životinje, te neizravno radi smanjene dostupnosti vode i hrane za životinje, zbog promjena u okolišu koje povoljno utječu na širenje zaraznih bolesti među životinjama, te radi povećanja preživljavanja štetočina[278].



Slika 11-1: Gordonov ekološki trijas
Izvor: izmijenjeno prema Opća epidemiologija (Puntarić & Ropac, 2004)

- ***Hidrometeorološke katastrofe*** podrazumijevaju kratkotrajnije (od nekoliko minuta do nekoliko dana) atmosferske pojave, poput snježne oluje, tropske ciklone, tuče, te poplave. Osim utjecaja na zdravlje radi pogodnosti okoliša pogođenog hidrometeorološkim katastrofama za širenje epidemija, endemija i pandemija, ove vrste katastrofa imati će utjecaj na razinu odgovora zajednice, na normalne uvjete života, materijalna dobra i prirodni okoliš.

Posebno se procjenjuju radi predviđenih varijabilnosti i ekstrema meteoroloških parametara i pojavnost rizika s multiplim obilježjima ili pojavnost tzv. **složenih rizika**. Posebno su isti značajni za urbana središta, urbane angolomeracije i priobalna područja, jer prenapučenost u kombinaciji s propustima kritičnih infrastruktura dovode do novih sistemskih rizika. Stanovništvo gradova u deltama velikih rijeka azijskog područja tako je posebno izloženo rizicima porasta razine mora, olujnih udara, obalne erozije, zaslanjivanja tla i poplava unutar vrlo kratkih vremenskih razdoblja [279]. Njemačka Strategija prilagodbe klimatskim promjenama posebno naglašava važnost prilagodbe sektora stanovanja tijekom buduće prilagodbe vezano za ekstremne vrućine. Ukazana je važnost prevencije tzv. prezagrijavanja stambenih objekata, te posebno preporuke vezano za promociju inovativnih materijala prilagođenih ekstremnim uvjetima uz naglasak potrebe održavanja primjerenih mikroklimatskih uvjeta u radnim i stambenim objektima[280]. U egipatskoj Strategiji prilagodbe klimatskim promjenama kao sektor je u evaluaciju ranjivosti uključen prikaz sektora urbanih

[278] Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku (Republika Hrvatska, 2015)
[279] Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, (IPCC, 2013)
[280] German Strategy for Adaptation to Climate Change (TFG, 2008)

područja, stanovanja i prometa.[281] Posebno je naglašena potreba prilagodbe radi procjenjenih i očekivanih utjecaja ekstremnih vrućina i nedostatnih izvora vode, te radi podizanja razine mora i posljedične kontaminacije podzemnih voda i tla. Za primjer složenog rizika u Hrvatskoj opisan je u nacionalnom dokumentu procjene rizika od katastrofa scenarij istovremene pojave potresa i poplave za područje grada Zagreba. Za opseg složenih rizika značajan je i opseg antropogenog (ljudskog) utjecaja.

Svi ovi događaji, neovisno o načinu nastanka, zbog svojih posljedica mogu imati značajan učinak osim na dobra i imovinu, direktan ili posredan utjecaj na zdravlje ljudi, životinja i bilja, te na kontaminaciju okoliša, a samim time i na sposobnost prilagodbe klimatskim promjenama. Za interpretaciju opsega posljedica radi katastrofa i izvanrednih stanja na zdravlje, dodatno otežavajuću okolnost predstavlja postojanje odgođenog utjecaja radi izloženosti pojedinom riziku. Primjera radi, prilikom procjene posljedica poplava nužno je uključiti i procjenu opsega štete ne samo radi utjecaja na imovinu i okoliš, nego i na ljudsko zdravlje. Poplave imaju značajan utjecaj na povećanje razine kontaminanata unutar poplavljenog područja i povećanja rizika od pojave akutnih zaraznih bolesti. Istovremeno, u posljedice treba uključiti i moguće rizike radi, radi zadržavanja mikrobioloških ili kemijskih spojeva u okolišu (vodi, tlu, hrani) nakon poplave. Naime, pojedini štetni spojevi zadržavaju se u organizmu radi nemogućnosti metaboliziranja. U procjeni potpunog utjecaja svih vrsta rizika, izazov je u ovom trenutku odabir najprikladnijih alata, te pravilna interpretacija posljedica izvanrednih događaja, posebno u slučaju izostanka akutnih učinaka. Integracija različitih rizika prema načelu sveobuhvatnosti, te uključenje i trenutnih i odgođenih učinaka u procjenu ranjivosti, osnova je za jačanje kapaciteta unutar prilagodbe klimatskim promjenama. Nedostatna primjena načela multidisciplinarnosti tijekom cijelog ciklusa upravljanja rizicima u slučaju katastrofa i izvanrednih stanja, tj. tijekom preventivnih aktivnosti, jačanja pripravnosti, u odgovoru, te u fazi oporavka ključna je stavka u upravljanju rizicima ove vrste.[282]

11.2. Trenutačno stanje i utjecaj klimatskih parametara na sektor - Upravljanje rizicima

Pregled pojava katastrofa u Republici Hrvatskoj u posljednjih 10 godina

Ubrzani tehnološki razvoj i urbanizacija u Hrvatskoj, uz posljedično postupno uništavanje obale Jadranskog mora i probleme deforestacije, svakodnevno povećavaju ranjivost stanovnika zemlje na prirodne i antropogene katastrofe. Državna uprava za zaštitu i spašavanje nadležno je tijelo za uspostavu sustava za ublaženje rizika kojima je Republika Hrvatska izložena. Dokument „Procjene rizika od katastrofa na Republiku Hrvatsku“ Vlada Republike Hrvatske usvojila je u studenom 2015. godine. U ovom nacionalno strateškom dokumentu od obrađenih ukupno 11 prioritetnih rizika kojima je Republika Hrvatska izložena, za čak njih devet procijenjena je visoka razina utjecaja klimatskih promjena na pojavnost (

[281] Egypt’s National Strategy for Adaptation to Climate Change And Disaster Risk Reduction (UNDP, 2011)

[282] Administrative arrangement of the USA FEMA (EU, FEMA, 2011)

Tablica 11-1). Uzimajući u obzir kategorizaciju i zemljopisnu distribuciju procijenjenih rizika, važno je napomenuti da su od rizika povezanih s klimatskim promjenama, ekstremne temperature, poplave, požari otvorenog tipa i epidemije i pandemije posebno značajne kao izazov u odgovoru sve do nacionalne razine (Slika 11-2).

Tablica 11-1: Procjena rizika od katastrofa za 11 odabranih rizika (Republika Hrvatska, 2015).

Rd. broj.	Vrsta utjecaja	Zemljopisna distribucija rizika za većinski dio Republike Hrvatske				
		Vrlo visok rizik	Visok rizik	Umjeren	Nizak	Povezanost s klimatskim promjenama
1	Ekstremne temperature		X			X
2	Suša			X		X
3	Snijeg i led			X (gorska regija)	X (kontinentalna regija)	X (posebno PGŽ)
4	Požari otvorenog tipa	X (SDŽ, ŠKŽ)				X
5	Potres	X				
6	Poplave izazvane izlijevanjem kopnenih vodenih tijela	X				X
7	Industrijske nesreće	X (industrijska središta)				
8	Epidemije i pandemije		X			X
9	Zaslanjivanje kopna	X (DNŽ)				X
10	Bolesti životinja				X	X
11	Bolesti bilja			X		X

Napomena: PGŽ-Primorsko-goranska županija, SDŽ-Splitsko-dalmatinska županija, ŠKŽ-Šibensko-kninska županija, DNŽ-Dubrovačko-neretvanska županija.

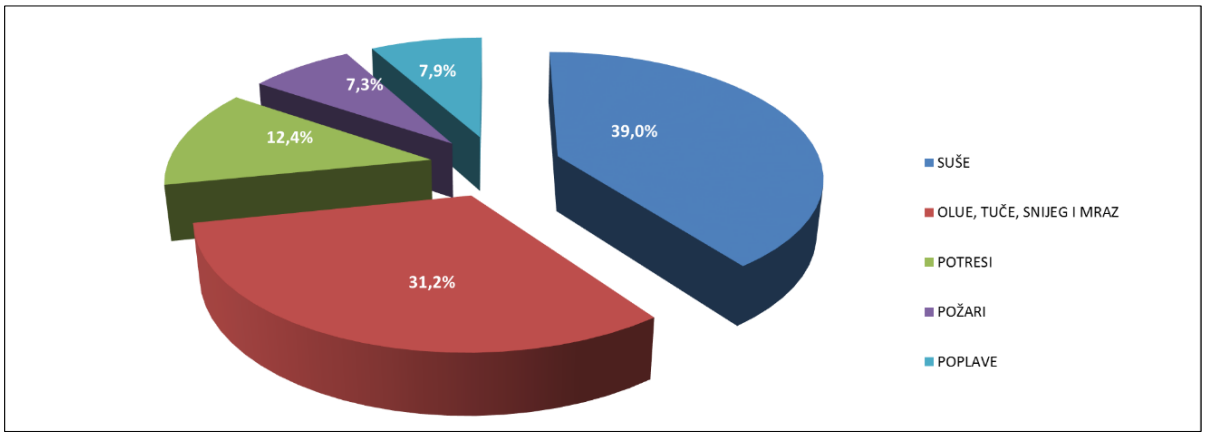
Izvor: Izmijenjeno prema dokumentu „Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku“ (Republika Hrvatska, 2015).

LEGENDA:
Ekstremne temperature – visoki rizik - cijela Hrvatska
Poplave – umjeren rizik - županije 18 i 13, visoki rizik - 5, 7, 8, 11, 15, 20 i 21, vrlo visoki rizik - ostale županije
Požari otvorenog tipa – vrlo visoki rizik - županije 13, 15 i 17, visoki rizik - županije 3, 4 i 18, umjeren ili nizak rizik - ostale županije
Snijeg i led – vrlo visoki rizik - županija 8, umjeren i nizak rizik - ostale županije
Suša – nizak rizik - županije 8 i 21, umjeren rizik- ostale županije
Zaslanjivanje kopna – visoki rizik – županija 19, umjeren rizik - županije 13 i 18, nizak rizik - ostale županije
Epidemije i pandemije – za cijelu Hrvatsku predstavljaju visoki rizik
Bolesti bilja – umjeren rizik - cijela Hrvatska
Bolesti životinja – nizak rizik - cijela Hrvatska

Slika 11-2: Zemljopisna distribucija procijenjenih rizika od katastrofa u Republici Hrvatskoj.
Izvor: Izmijenjeno prema dokumentu „Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku“ (Republika Hrvatska, 2015)

O razmjeru financijskih posljedica katastrofa u Hrvatskoj svjedoči činjenica da su krize ili izvanredna stanja u Hrvatskoj u razdoblju od 1980. do 2002. godine, bez uključenih šteta radi Domovinskog rata,

izazivala štete s iznosom od oko 1,5 milijardi HRK godišnje. Najveće su štete od suše, slijede oluje, tuče, snijeg i mraz, potresi, zatim poplave i požari (Slika 11-3).[283]



Slika 11-3: Udio katastrofa i izvanrednih stanja u ukupnim štetama u razdoblju 1980. – 2002. godine
Izvor: Izmijenjeno prema „Što je upravljanje u krizama“ (Molak, 2007)

Poplave

Poplave iz godine u godinu uzrokuju značajnu materijalnu štetu širom (uglavnom kontinentalnog dijela) Republike Hrvatske. Neki od primjera iz dalje i bliže prošlosti podsjetnik su na isto:

- U velikoj poplavi u Zagrebu 1964. godine, utopilo se 17 ljudi, poplavljeno je oko 15 tisuća stambenih zgrada, oko 10 tisuća stanova ostalo je neuporabljivo, a 35 tisuća teže je ili lakše oštećeno. Oštećeni su mostovi u Jankomiru i Jakuševcu, te 340 km cesta. Goleme gubitke pretrpjela je 201 radna organizacija u kojim je tada radilo 39% zaposlenih u Zagrebu. Posljedice poplave osjetilo je 183.000 od tadašnjih 600.000 stanovnika Zagreba, stoga s pravom možemo ove poplave klasificirati u ekološke katastrofe.[284]
- Po katastrofalnim poplavama i velikim materijalnim štetama u slivu Save i njenih pritoka u istočnoj Slavoniji ostati će zapamćena 2014. godina. Veliki vodeni val koji je imao kapacitet za potapanje površine veličine grada Zagreba, podsjetnik je na kontinuirani izazov pravilne procjene rizika i učinkovitosti mjera aktivne zaštite od poplava.[285]
- Ravničarski dio vodnoga područja rijeke Dunav ugrožavaju poplave od velikih voda rijeka Dunava, Drave, Mure, Save, Kupe, Une, kao i brdskih voda koje se slijevaju s obronaka rubnoga gorja prema glavnim prijamnicima.[286]

Znatan su problem i poplave u urbanim sredinama koje nastaju zbog kratkotrajnih oborina visokih intenziteta i koje, zbog velikih koncentracija stanovništva na relativno malim prostorima, često uzrokuju velike materijalne štete. Zaštita od poplava temelji se većinom na obrambenim nasipima i širokim inundacijskim područjima uz vodotoke. Neke od posljednjih pojava velikih voda ukazale su potrebu kontinuiranih ulaganja u planiranje novih i rekonstrukcije postojećih protu-poplavnih rješenja, ne samo radi sprječavanja štete za infrastrukturu i materijalna dobra, nego i radi očuvanja

[283] Što je upravljanje u krizama (Molak, 2007)
[284] Ekološki incidenti i katastrofe (Jergović, Ekološki incidenti i katastrofe, 2012)
[285] Jednostavna istina - rijedak događaj (Kuspilić & Oskoruš, 2014)
[286] Najveće zabilježene poplave u Hrvatskoj tijekom posljednjih stotinjak godina bile su: poplave Dunava: godine 1926. i 1965.; poplave Drave: godine 1964., 1965., 1966., 1972. i 2012.; poplave Mure: godine 1965. i 1972.; poplave Save: godine 1933., 1964., 1966., 1990., 1998., 2010., 2013. i 2014.; poplave Kupe: godine 1939., 1966., 1972., 1974., 1996., 1998., 2013. i 2014.; poplava Une: godine 1974.; poplave Neretve: godine 1950., 1995., 1999. i 2010.

bioraznolikosti i zaštićenih područja. Sukladno Direktivi 2007/60/EC Europskoga parlamenta i vijeća od 23. listopada 2007. o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima značajnu ranjivost predstavlja nepostojanje potpunog okvira u zajednici za procjenu i upravljanje poplavnim rizicima kroz četiri koraka: a) preliminarnu procjenu poplavnih rizika, b) karte opasnosti od poplava, c) karte rizika od poplava i d) planove upravljanja poplavnim rizicima, s ciljem smanjivanja štetnih posljedica poplava u zajednici za zdravlje ljudi, okoliš, kulturnu baštinu i gospodarsku aktivnost.[287] Nedostatna ili neredovita procjena složenih rizika (istovremena pojavnost dva ili više rizika), poput ledenih poplava i pojave ledostaja, radi problema nedostatnih kapaciteta i potrebe brzog odgovora, također je jedna od ranjivosti sektora upravljanja rizicima.[288]

Požari

U skladu sa zemljopisnim položajem Republike Hrvatske i pripadnosti u skupinu mediteranskih zemalja, značajna je ugroženost od požara raslinja u priobalnom pojasu i na otocima. Sukladno Procjeni rizika od katastrofa u Republici Hrvatskoj i u kontinentalnom dijelu zemlje postoji rizik u ljetnim mjesecima, te u sušnim vremenskim razdobljima. Požari raslinja nastaju kao uzročno posljedična veza klimatskih čimbenika, stanja gorivog materijala (vlažnost, vrste biljnog pokrova i količina drvne i druge biomase) i ljudske aktivnosti. Požari na površinama šumskog, poljoprivrednog i ostalog neobrađenog i zapuštenog zemljišta, stvaraju znatne izravne i posredne štete, poremećaje cijelog ekosustava i narušavaju općekorisne funkcije šuma, što je detaljnije objašnjeno u poglavlju 4.2.2. ovog izvještaja pod sektorom šumarstva. Požari raslinja, osim svega navedenog, mogu imati utjecaj na percepciju globalne sigurnosti zemlje tijekom turističke sezone i predstavljaju prekogranični prioritet. Pojavnost sušnog razdoblja i ostalih ekstremnih meteoroloških uvjeta poput jakog vjetara, visoke temperature i suhoće zraka, te udare groma dodatno utječu na opseg požara.

Sveukupno gledano u Hrvatskoj na području mediteranskih šuma nastane oko 3/4, a na kontinentu 1/4 šumskih požara, dok su od ukupnih opožarenih površina čak 90% područja na kršu. Državna uprava za zaštitu i spašavanje početkom svake godine Vladi Republike Hrvatske predlaže donošenje Programa aktivnosti u provedbi posebnih mjera zaštite od požara od interesa za Republiku Hrvatsku. Prema procjeni opasnosti, državne šume kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o. razvrstane su u četiri stupnja opasnosti od požara. U I. stupanj (vrlo velike opasnosti) kategoriziran je najmanji udio površina, ujedno visokog rizika radi lokacije na krškom području. Preko kategorija II. i III. stupnja, do IV. stupnja (stupnja male opasnosti), u koji se klasificira nešto više od 50% državnih šuma lociranih većinom na kontinentalnom području Republike Hrvatske.[289] Dodatno se procjenjuje stupanj opasnosti od požara državnih šuma i šumskih zemljišta na kršu u jadranskom/primorskom pojasu. Prema procjeni 23% površina je I. stupnja (vrlo velika opasnost), 45% je II. stupanj (velika opasnost), 30% stupanj (umjerena opasnost) i 2% površina pripada u kategoriju IV. stupnja (mala opasnost) površina. [290] Multidisciplinarnost i korištenje novih alata u procjeni ove vrste rizika ključna u smanjenju ranjivosti i u upravljanju ovim rizikom [291].

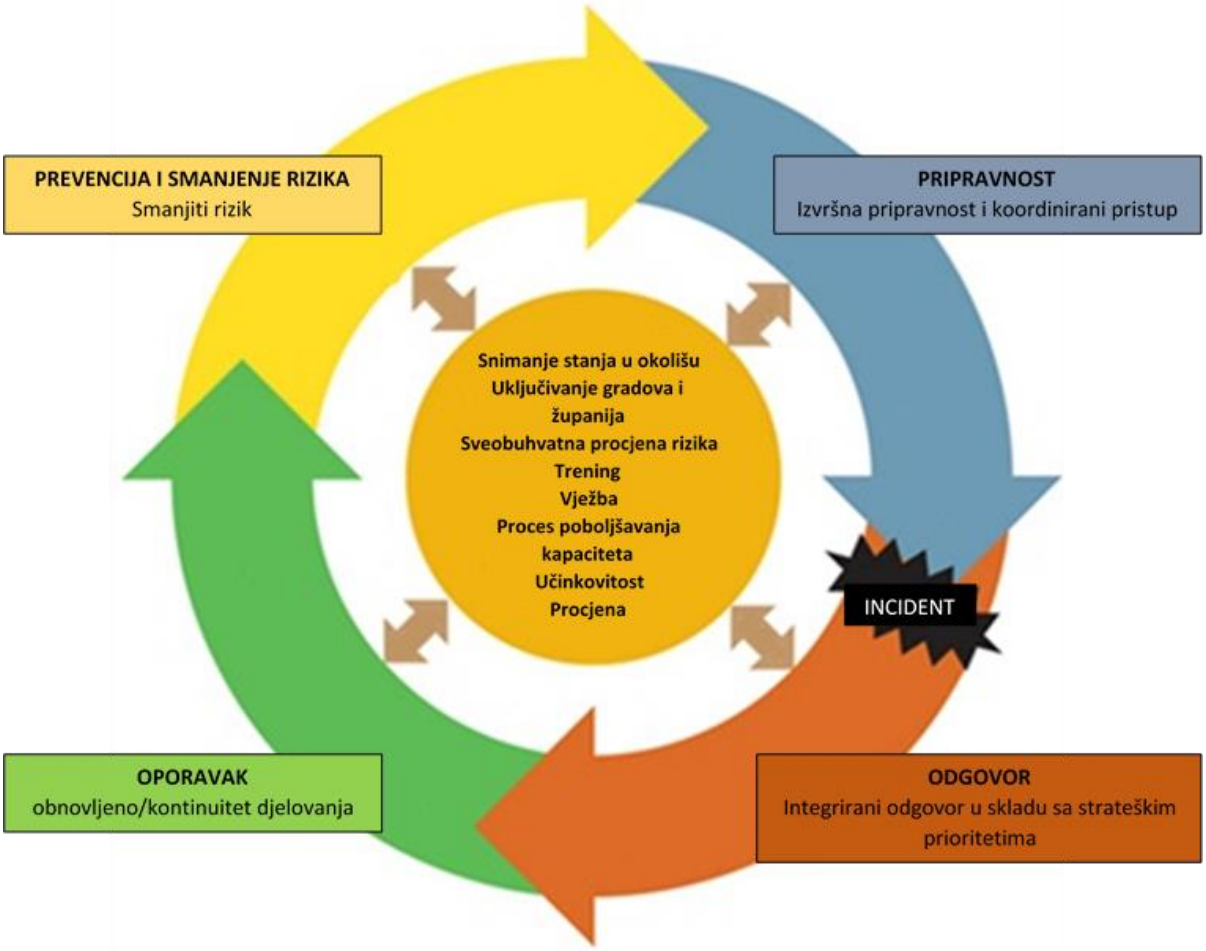
[287] Jednostavna istina - rijedak događaj (Kuspilić & Oskoruš, 2014)
[288] Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku (Republika Hrvatska, 2015)
[289] *Ibid*
[290] *Ibid*
[291] Forest Fire Protection by Advanced Video Detection System (Stipaničev, Vuko, Krstinić, Štula, & Bodrožić, 2006)

Prilagodba klimatskim promjenama i smanjenje rizika od katastrofa – sličnosti i razlike

Prilagodba klimatskim promjenama bavi se postojećim, ali i očekivanim utjecajima klime, te se prema razlikuje od definicije pojma smanjenja rizika od katastrofa. Kroz posljednju se preveniraju novi i smanjuju postojeći rizici od katastrofa i izvanrednih stanja utjecajem na razinu izloženosti, vrste opasnosti i kroz smanjenje ranjivosti, a u svrhu jačanja otpornosti i održivog razvoja. Smanjenje rizika od katastrofa utemeljeno je na svim postojećim i često kratkotrajnim rizicima (poput potresa, vulkanskih erupcija, lavina i dr.). Smanjenjem rizika usmjerava se djelovanje kroz cjelokupni ciklus upravljanja rizicima i većinom kroz ključne dionike u sektoru humanitarnog djelovanja i sigurnosti (Slika 11-4). S druge strane, kroz proces prilagodbe klimatskim promjenama podešavaju se postojeći te, u bližoj ili daljoj budućnosti, očekivani učinci klime. Prilagodba se bavi samo ciljanim rizicima povezanim s određenim klimatskim promjenama čija se pojavnost prati kroz značajno dugotrajnije razdoblje (poput porasta prosječnih temperatura). Ista je usmjerena primarno na prevenciju i pripravnost kao ključne dijelove ciklusa upravljanja rizicima. Djelovanje se temelji na suradnji posebno sa znanstvenim sektorom i ključnim tijelima koje se bave okolišem.[292]

Pravilna procjena rizika, uz okolišno monitoriranje, razvoj alata za procjenu rizika, uključenje ključnih dionika, edukacija i trening, tj. jačanje kapaciteta za odgovor, osnova su pravilnog djelovanja sukladno ciklusu upravljanja rizicima (Slika 11-4). Smanjenje rizika, podizanje razine spremnosti, odgovor tijekom katastrofe, incidenta ili izvanrednog stanja, tj. pojavnosti rizičnog događaja uz aktivnosti pripreme za oporavak, nedjeljivi su segmenti upravljanja i podizanja razine otpornosti zajednice u svrhu sprječavanja i ublažavanja utjecaja pravilno procijenjenih rizika.

[292] Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability (IPCC, 2014)



Slika 11-4: Ciklus upravljanja rizikom
Izvor: Nastavni zavod za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar"- izmijenjeno prema originalu od *Public Safety Canada*

Multisektorski pristup u odgovoru

Iako su nositelji aktivnosti prvog reda odgovora u svrhu spašavanja predstavnici vatrogasnih postrojbi, civilne zaštite, MORH-a, HMHP i DZUS-a, odgovor uključuje i aktivnosti javnozdravstvenih/ preventivnih timova u svrhu procjene utjecaja katastrofe ili izvanrednog stanja na ljudsko zdravlje, okoliš, tj. zajednicu. Isto je značajno i u svrhu procjene utjecaja ukupne štete i oporavka. Mreža zavoda za javno zdravstvo ima značajne kapacitete za pripravnost i prikladan odgovor u izvanrednim situacijama i katastrofama vezano za biološke katastrofe (epidemije i pandemije). Osigurana su sredstva i djelovanje mreže higijensko epidemioloških timova u sastavu: liječnik specijalist epidemiolog, diplomirani sanitarni inženjer/sanitarni tehničar. Ipak, ranjivost predstavlja i trenutno nepostojanje nacionalno sufinanciranih djelatnosti zdravstveno ekoloških timova pod koordinacijom liječnika specijaliste (epidemiologa/zdravstvenog ekologa). Nedostatak sistematiziranog i nacionalno ujednačenog odgovora zdravstveno-ekoloških timova ima utjecaj na koordinaciju izuzimanja uzoraka, analitičko isključenje ili potvrdu i kvantifikaciju prisutnosti onečišćivača zbog rizičnog događaja, te utjecaj na pravovremeni stručni savjet o potrebnim korektivnim ili preventivnim radnjama vezano za utvrđene onečišćivače. Ranjivost predstavlja otežana procjena utjecaja na zdravlje opće populacije i rizičnih podskupina i nepravovremena stručna pomoć u obavještavanju javnosti. U svrhu smanjenja

dodatnih otežavajućih okolnosti tijekom oporavka od katastrofe za upravljanje rizicima važno je transparentna i pravovremena komunikacija prema svim dionicima i javnosti o poduzetim aktivnostima. Ključna je uloga između ostalih i zdravstvene struke na terenu u provedbi brze procjene onečišćenja. Primjera radi, u procjeni zdravstvene ispravnosti dostupne vode i hrane, u nadzoru provedbe čišćenja i sanacije (DDD mjera, zbrinjavanja uginulih životinja, otpada i opasnih kemikalija, suzbijanja vektora, sanacije plijesni u pogođenim objektima i slično). U ostalim zemljama ovi preventivni timovi aktivno sudjeluju u procjeni statusa pogođenih stambenih i ostalih objekata, te u planiranju, postavljanju i nadzoru uvjeta u skloništima i točkama pružanja izvanredne zdravstvene skrbi. Kako su katastrofe često i prekogranično pitanje te da su prisilne migracije neodvojivo povezane s klimatskim promjenama, ključne aktivnosti su i nadzor nad grupiranom populacijom. [293] Zbog odrednica pogođenog područja, uključivo i prethodna opterećenja, te vrste utjecaja, na provedbu aktivnosti sanacije uz uvažavanje pristupa prema zaštićenim područjima, diferencijacija opsega štete nakon izvanrednih stanja često postaje multisektorski izazov. Nepotpuna dostupnost rezultata praćenja svih kontaminanata u okolišu (vodi, tlu, zraku i dr.), nepostojanje poveznica prema bazi indikatora zdravlja, uz nepropisane i javno nedostupne smjernice za različita izvanredna stanja, te preklapanje ingerencija i volonterski status brojnih dionika, predstavljaju barijere u upravljanju rizicima povezanim s klimatskim promjenama.

Trenutno stanje u edukaciji, podizanju razine svijesti javnosti i struke

U Hrvatskoj je u sklopu međupredmetne teme Zdravlje, sigurnost i zaštita okoliša, prema prijedlogu nacionalnog okvirnog kurikuluma, predviđena edukacija za donošenje odgovornih i osviještenih odluka i poduzimanje primjerenih sigurnosnih i zaštitnih radnja u raznolikim poznatim i nepoznatim situacijama. Kroz pojedine stručne studije obuhvaćena je edukacija o upravljanju u kriznim uvjetima, te kroz specijalistički studij i sam krizni menadžment. Pri Državnoj upravi za zaštitu i spašavanje postoji Učilište vatrogastva, zaštite i spašavanja, te Centar za specijalističko osposobljavanje, prvenstveno s namjenom transfera znanja i podizanja razine osposobljenosti za već integrirane dionika unutar sustava zaštite i spašavanja. Ipak, trenutno postojeći pozitivni primjeri sveobuhvatne edukacije dostupni su samo za dio ključnih dionika u procjeni, odgovoru i upravljanju rizicima. Stoga, nedostatno opsežno jačanje svijesti struke i javnosti u Republici Hrvatskoj u ovom trenutku predstavlja značajnu ranjivost.

11.3. Očekivane promjene klimatskih parametara do 2040. te 2070. godine - Upravljanje rizicima

Procijenjeni utjecaj klimatskih promjena na sektor s obzirom na raspoloživost informacija, odnosno u skladu s postojećim scenarijima:

Najvažniji meteorološki elementi koji definiraju klimu su sunčevo zračenje (insolacija), temperatura zraka, tlak, smjer i brzina vjetra, vlažnost, oborina, isparavanje, naoblaka i snježni pokrivač. Istovremeno oni su značajni čimbenici utjecaja na rizične događaje prirodnog ili antropogenog porijekla, te na upravljanje rizicima. Rezultati klimatskih simulacija pomoću regionalnog klimatskog modela RegCM pokazali su sljedeće projekcije:

Direktni utjecaj ekstremnih vremenskih uvjeta – produžena razdoblja visokog sunčanog zračenja
Sukladno službenom praćenju vrijednosti sunčanog zračenja ulazna sunčana energija u svim sezonama u Hrvatskoj veća je na Jadranu, a razlike između razina ulaznih fluksa veće su ljeti više od zimskih i do pet puta (do 250 W/m^2). Iako regionalni model ne predviđa značajno povećanje razina u

[293] Prisilne migracije uslijed klimatskih promjena (Tandarić, 2014)

razdoblju 2011.-2040. (do 4 W/m^2), model pokazuje porast u ljeto do 8-12 W/m^2 najznačajnije u gorskoj i središnjoj Hrvatskoj, a najmanje u srednjoj Dalmaciji.

Direktni utjecaj ekstremnih vremenskih uvjeta – produžena razdoblja visoke temperature zraka (broja dana maksimalnom temperaturom višom od 30 °C) – vrućina

U historijskoj klimi promatranjem promjena broja dana maksimalnom temperaturom višom od 30 °C vidljiv je porast broja dana u razdoblju 1971. – 2000. u odnosu na prethodno razdoblje 1961. – 1990. Na temelju rezultata regionalnog modela očekuje se porast broja dana u odnosu na prosjek u cjelokupnom razdoblju historijske klime i do dva puta (15-20 dana) u ljetnom razdoblju neposredne budućnosti, te i do tri puta (ukupno prosječno 15-20 dana) u ljetnom razdoblju klime sredine 21. stoljeća (2041.-2070. godine). Model predviđa porast maksimalne temperature regionalnim modelom u razdoblju 2001.-2040 u unutrašnjosti u jesen do 2,5 °C. Porast maksimalnih temperatura, u jesen predviđen je najviše na otocima, sve do 2,3 °C. Porast maksimalne temperature zraka prikazom u jesen je previđendo 3,5 °C u primorskom dijelu Hrvatske u razdoblju 2041.-2070.

Direktni utjecaj ekstremnih vremenskih uvjeta – povećanje i smanjenje količine oborina

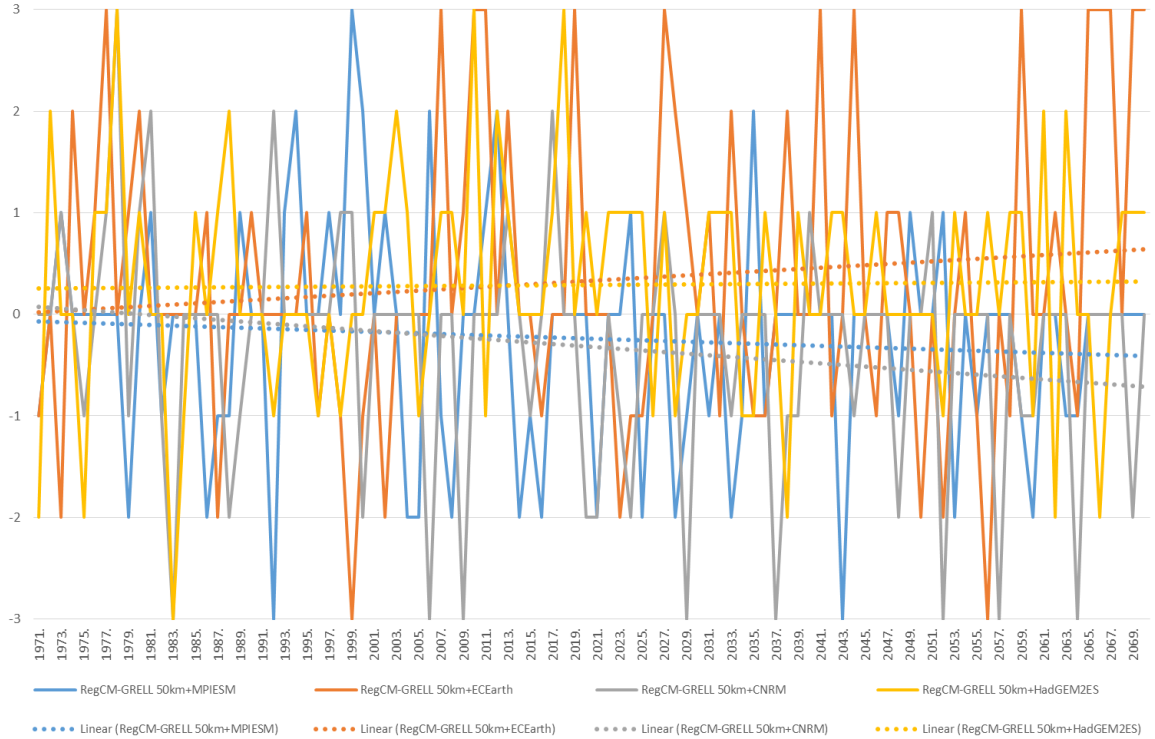
Predviđena je značajna izmjena sezonskog kretanja i količine oborina projiciranih regionalnim modelom za razdoblje 2011.-2040. Najveće povećanje količine oborina preko 100 ml u zimu može se očekivati na otocima srednje Dalmacije. U ljetno doba istog razdoblja ljetno smanjenje količine oborina predviđeno je regionalnim modelom na krajnjem jugu čak preko 90 mm.

Direktni utjecaj ekstremnih vremenskih uvjeta – vlažnost i isparavanje

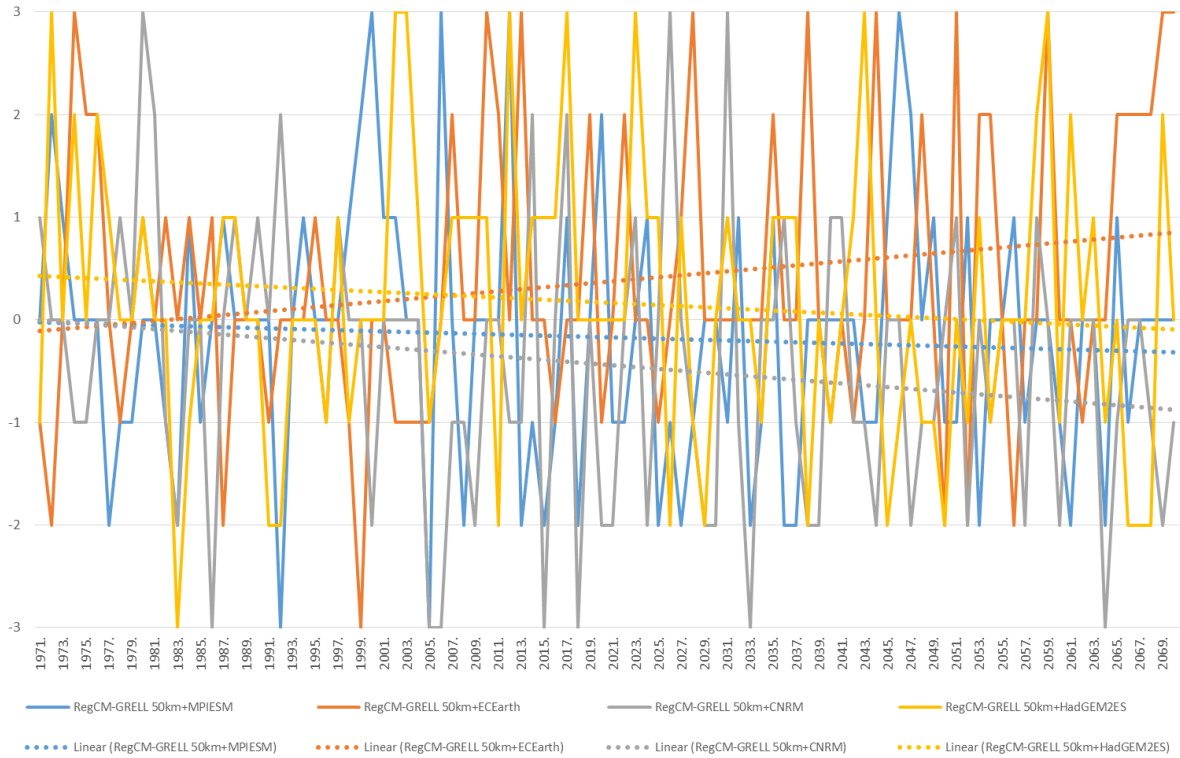
Specifična vlažnost prema rezultatu regionalnog modela u historijskom razdoblju najmanja je u Hrvatskoj u zimi. U većem dijelu zemlje je između 3 i 4g/kg, a na Jadranu od 4-5 g/kg. Najveće vrijednosti prevladavaju na Jadranu do 8-10 g/kg u ljeto. U neposrednoj budućnosti, do 2040. godine, očekuje se da će kroz cijelu godinu specifična vlažnost posvuda rasti. U odnosu na referentnu klimu, promjena vlažnosti je mala – u prosjeku oko 5% do 6%. RegCM daje najveći porast u ljetnoj sezoni od oko 0,6 g/kg (najmanji porast je u sjevernoj Hrvatskoj) i do 0,5 g/kg na Jadranu. Trend porasta specifične vlažnosti nastavlja se i u razdoblju oko sredine 21. stoljeća, 2041.-2070. godine.

Procjena sušnih i vlažnih godina

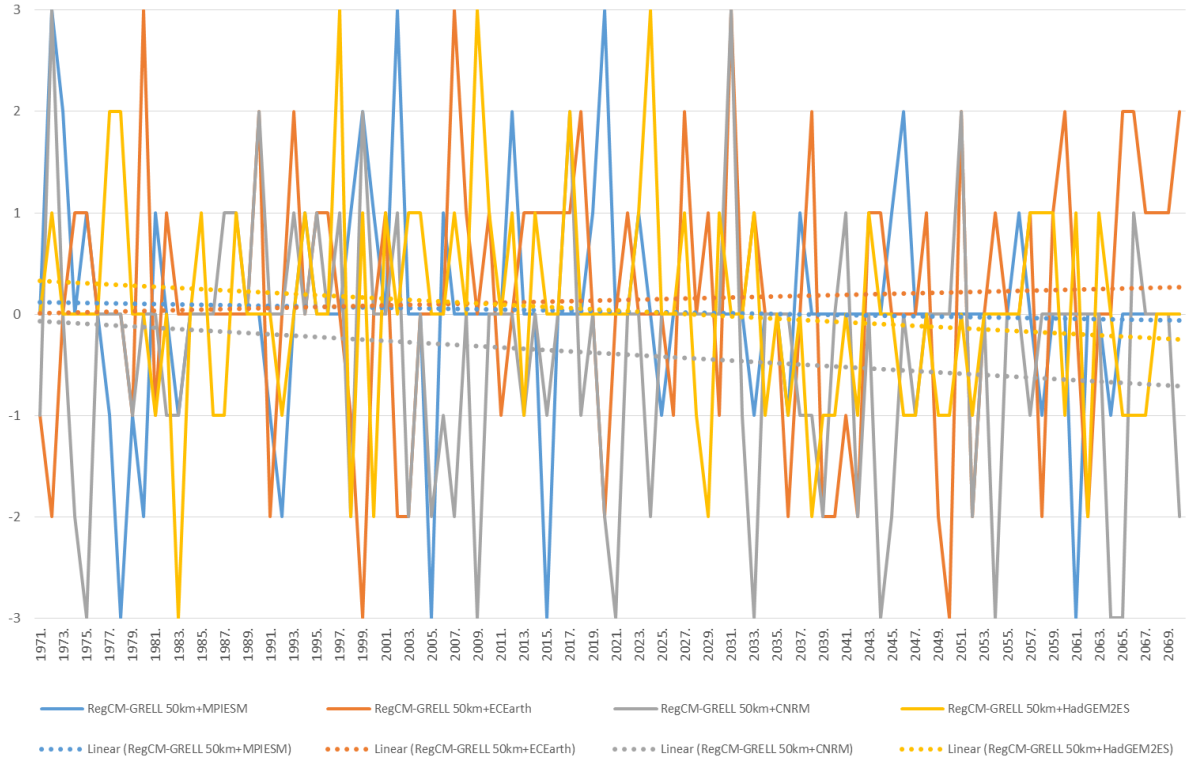
Uz uključenje manjeg opsega prikupljenih podataka, u odnosu na klimatološki model, procijenjeno je buduće kretanje sušnih i vlažnih godina. Procjena s vremenskim nizom za pet lokacija u Hrvatskoj (Zagreb, Osijek, Gospić, Rijeka i Split) napravljena je na temelju oborinskih percentila, dok su numeričke integracije dobivene RegCM modelom s uzimanjem rubnih uvjeta četiri različita globalna modela. Svaka godina je ocijenjena na temelju godišnje količine oborine Ryear kao -3 ili ekstremno sušna (kada je Ryear < 2. percentil); -2 ili vrlo sušna (Ryear >= 2. percentil i Ryear < 9. percentil); -1 ili sušna (Ryear >= 9. percentil i Ryear < 25. percentil); 0 ili normalna (Ryear >= 25. percentil i Ryear < 75. percentil); 1 ili kišna (Ryear >= 75. percentil i Ryear < 91. percentil); 2 ili vrlo kišna (Ryear >= 91. percentil i Ryear < 98. percentil) i 3 kao ekstremno kišna (Ryear >= 98. percentil) (Slike 11-5 do 11-9). Rezultati za grad Osijek pokazuju povećanje broja ekstrema sukladno svim modelima. Za svih pet gradova modeli pokazuju trend povećanja broja ekstremno sušnih, vrlo sušnih ili sušnih godina, dok su modeli porasta učestalosti ekstremno kišnih, vrlo kišnih i kišnih godina očigledno u porastu jedino u gradu Osijeku, dok u ostalim gradovima modeli projiciraju različite rezultate.



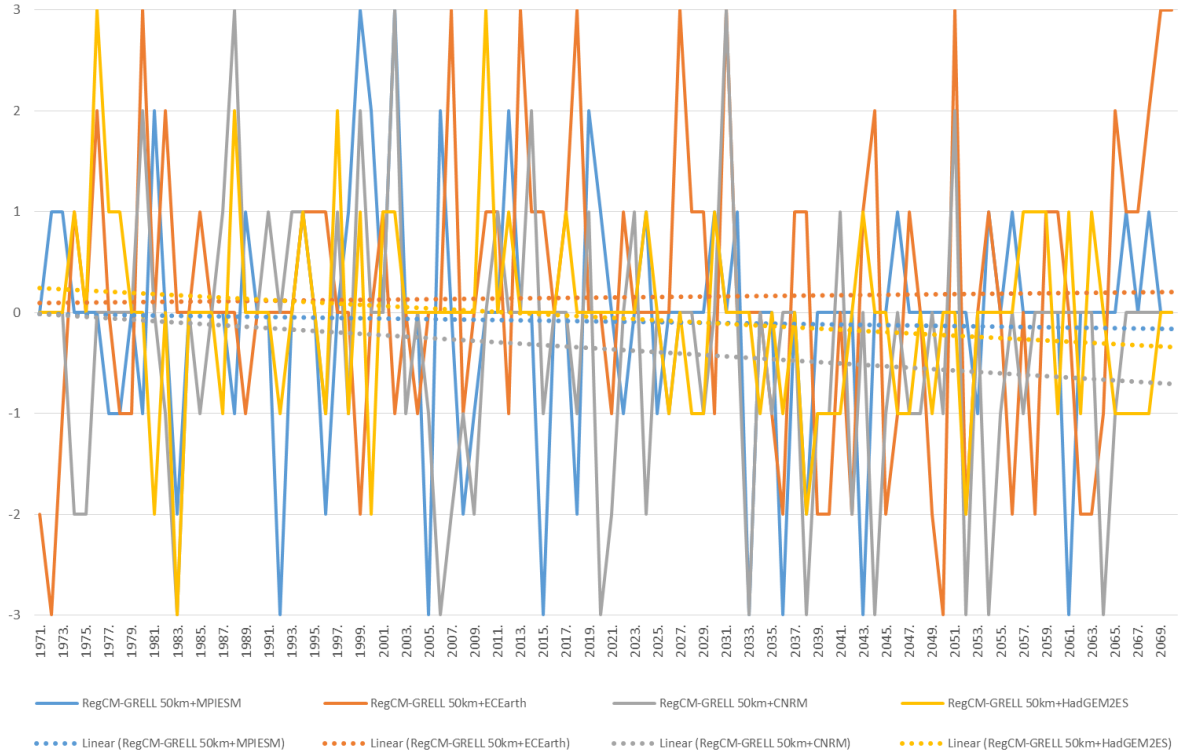
Slika 11-5: Projekcije kretanja učestalosti ekstremno vlažnih i ekstremno sušnih godina – grad Osijek



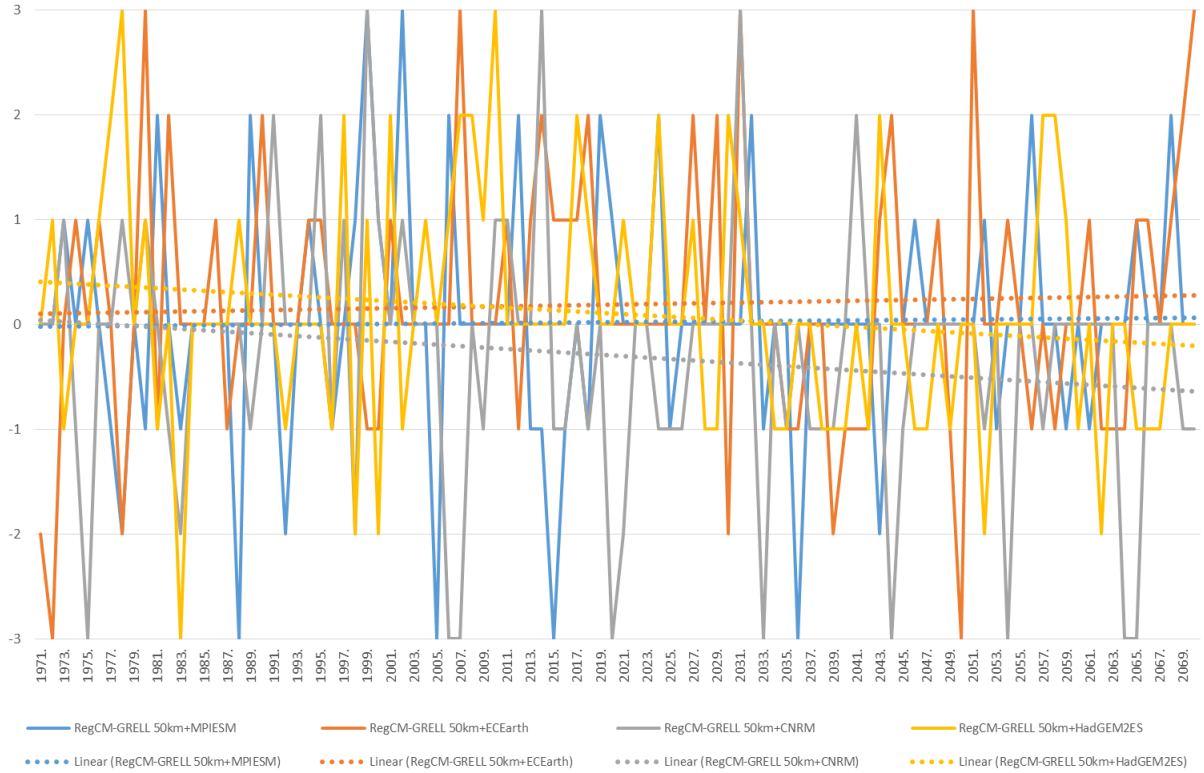
Slika 11-6: Projekcije kretanja učestalosti ekstremno vlažnih i ekstremno sušnih godina – grad Zagreb



Slika 11-7: Projekcije kretanja učestalosti ekstremno vlažnih i ekstremno sušnih godina – grad Rijeka



Slika 11-8: Projekcije kretanja učestalosti ekstremno vlažnih i ekstremno sušnih godina – grad Gospić



Slika 11-9: Projekcije kretanja učestalosti ekstremno vlažnih i ekstremno sušnih godina – grad Split
Izvor: DHMZ i NZZJZDRAŠ

Direktni utjecaj ekstremnih vremenskih uvjeta – hladnoća

Modelom je projiciran porast minimalnih temperatura do 2040. između 1,2°C u sjevernoj Hrvatskoj i do 1,4 °C u Gorskom kotaru, te predviđene zimske prosječne minimalne temperature između -4 i -7 °C u gorskim i sjeverozapadnim predjelima Hrvatske.

Direktni utjecaj ekstremnih vremenskih uvjeta – smjer i brzina vjetra

Prema rezultatima modeliranja u razdoblju do 2040. očekuje se smanjenje brzine vjetra na 10 m visine, u svim sezonama osim u ljetnom razdoblju. Najveće smanjenje brzine vjetra u ovom razdoblju očekuje se u zimi na južnom Jadranu. Do 2070. dodatni trend smanjenja brzine vjetra se nastavlja Maksimalna brzina tada bi bila manja za 0,5 m/s. Trenutne brzine maksimalne su najviše na toj visini, oko 10-12 m/s zimi na otvorenom moru južnog Jadrana.

Direktni utjecaj ekstremnih vremenskih uvjeta – snježni pokrivač

Regionalni model u Hrvatskoj u oba razdoblja predviđa smanjenje količine ekvivalentne vode snijega. Ova varijabla opisuje količinu vode koja bi nastala u slučaju trenutnog topljenja snijega, što možemo smatrati primjerenim indikatorom. Projekcija dakle ukazuje na smanjenje snježnog pokrova u oba razdoblja u odnosu na historijsku klimu.

Projekcije kretanja meteorološkog parametra – otjecanje

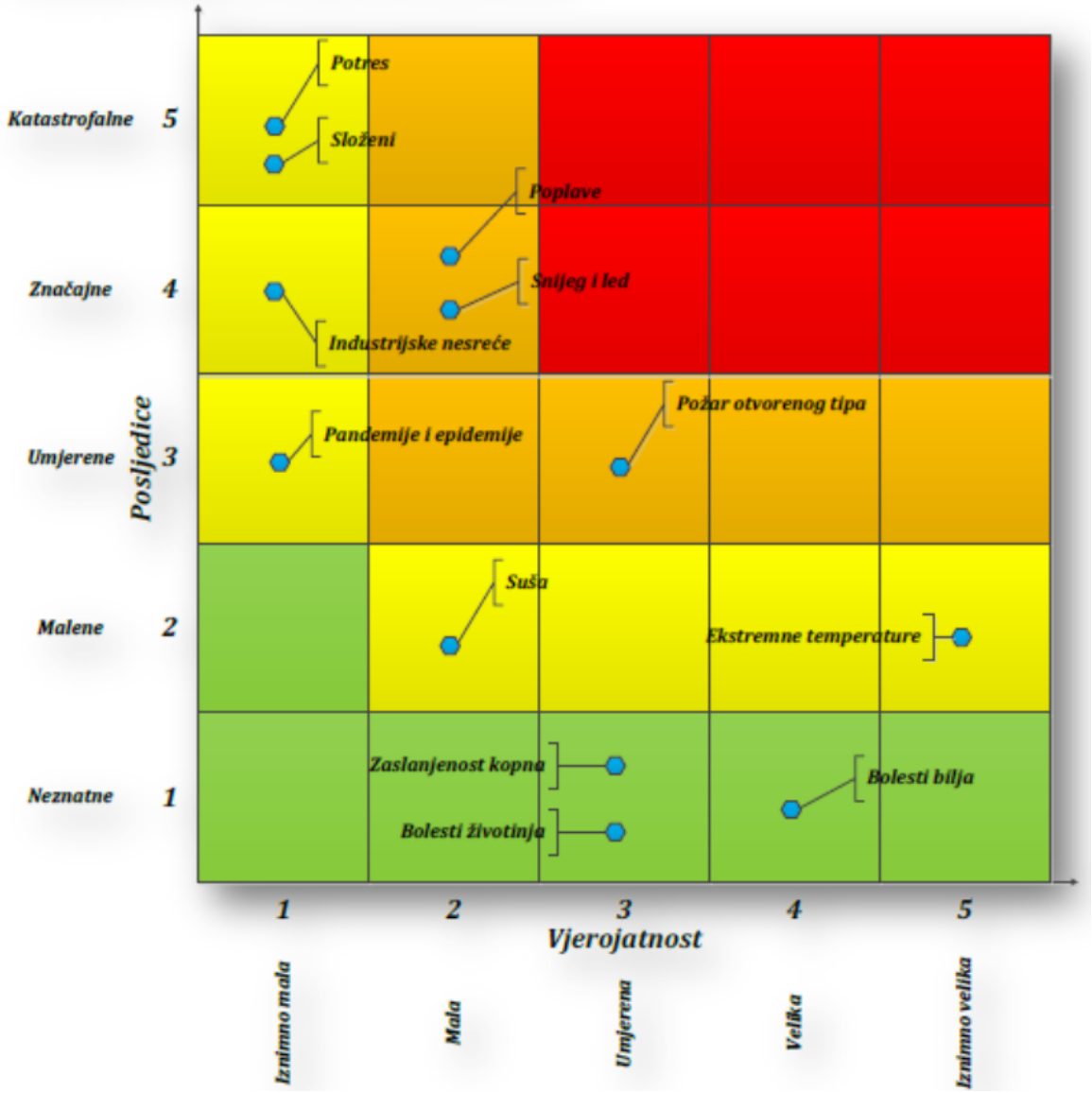
Umjesto ukupnog otjecanja koje nije varijabla dostupna u outputu RegCM modela, prikazano je površinsko otjecanje, iako postoji mogućnost pogreške u sljedećim projekcijama. Srednje površinsko otjecanje najveće je u Dalmaciji tijekom zime između 180 i 270 mm, zatim u dijelu Istre, sjevernom Primorju, Gorskom kotaru i Lici od 90 do 180 mm, a u ostalim krajevima je između 45 i 90 mm. Najmanje je u ljeto, od 10 do 20 mm u sjevernoj Hrvatskoj i od 20 do 45 mm u ostalim krajevima. Vrijednosti u proljeće i jesen su između zimskih i ljetnih. Najveće otjecanje, od 45 do 90 mm, u Lici i Zagori smanjuje se prema sjevernoj Hrvatskoj do oko 20 do 45 mm. U budućoj se klimi u razdoblju

2011.-2040. godine u većini krajeva tijekom godine ne očekuje neka veća promjena površinskog otjecanja. U gorskim predjelima i u primorju došlo bi do smanjenja površinskog otjecanja: zimi do najviše 30 mm u Dalmaciji, a u ostalim sezonama i manje. U pogledu do 2070. godine, tijekom proljeća očekuje se smanjenje površinskog otjecanja u čitavoj Hrvatskoj.

11.4. Procjena potencijalnih budućih utjecaja klimatskih promjena na sektor - Upravljanje rizicima

11.4.1. Budućnost sektora i posljedice klimatskih promjena na sektor

Utjecaj katastrofa i izvanrednih stanja značajan je za relativno malu zemlju poput Republike Hrvatske s čak tri bio-zemljopisne regije: kontinentalna, gorska i mediteranska. Različiti utjecaji meteoroloških parametara i klimatskih promjena na malom području značajno doprinose povećanju ranjivosti tijekom odgovora i u prilagodbi. Ranjivost upravljanja rizicima predstavlja kapacitet odgovora na predviđene različite meteo-klimatološke utjecaje na prirodu i društvo (u socio-ekonomskom i zdravstvenom smislu) u različitim regijama. Prema nacionalnom dokumentu Procjene rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku, bazirane na scenarijima 11 jednostavnih rizika i jednog složenog rizika, za svaki su rizik razrađena dva scenarija - najvjerojatniji neželjeni događaj i događaj s najgorim mogućim posljedicama. Poplave izazvane izlijevanjem kopnenih vodenih tijela, potresi, požari otvorenog tipa i industrijske nesreće, za dijelove zemlje rangirani su kao vrlo visoki rizici. Ekstremne temperature, epidemije i pandemije rangirane su kao visoka razina rizika. Bolesti bilja i suša za većinu zemlje, te snijeg i led za gorske dijelove Republike Hrvatske rangirani su kao umjerena razina rizika. Snijeg i led, za kontinentalnu regije Republike Hrvatske i bolesti životinja od 11 odabranih rangirani su kao nizak rizik (Slika 11-10).



Slika 11-10: Događaji s najgorim mogućim posljedicama prema Procjeni rizika od katastrofa 2015.
Izvor: Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku (Republika Hrvatska, 2015)

Nedostatak među-ministarskog tijela za pitanja okoliša i zdravlja također predstavlja ranjivost u sektoru upravljanja rizicima u Republici Hrvatskoj, a to može značajano utjecati na smanjenu učinkovitost u procjeni, planiranju, odgovoru i oporavku od utjecaja rizika klimatološko-okolišne etiologije. Trenutno je nedovoljna zaštita, održavanje i kontrola resursa koji imaju kapacitete za jačanje odgovora zajednice u krizi. Primjera radi, nadzor nad alternativnim izvorima vode za ljudsku potrošnju, poput bunarske i izvorske trenutno nije u službenoj ingerenciji niti jednog nadležnog tijela. Trenutačno se izvori izvan sustava javnog vodoopskrbnog sustava, unatoč možda i postojanju mogućnosti iskorištenja u slučaju izvanredne situacije, ne kontroliraju dostatno. Nedostatna je integracija meteoroloških parametara i rezultata klimatskih modeliranja za planiranje odgovora u krizi za svaku pojedinu lokaciju. Unatoč brzom razvoju ranih sustava upozorenja utemeljenih na novim tehnologijama poput senzorskih sustava nedovoljno se primjenjuje u sektoru upravljanja rizicima. Nove tehnologije značajno povećavaju kapacitet odgovora i smanjuju razinu ranjivosti, radi lakše procjene uz istovremeno smanjenje izloženosti hitnih službi, ali i posredno opće populacije.

Na ranjivost od rizika povezanih s klimatskim promjenama utječe vrlo kompleksna veza između čovjeka i okoliša, s obostranim učincima. Utjecaj je metodološki pravilnije predvidjeti te se i prilagoditi istome na temelju praćenja mogućih rizika i primjene metodologija procjene rizika. Nedostatak uspostavljenih nacionalno rangiranih prioritetnih metoda i alata za procjene rizika značajna je ranjivost za sektor upravljanja rizicima i na međunarodnoj razini. Istovremeno, utjecaj na ranjivost ima i nedostatna intersektorska povezanost znanstveno-stručne i poduzetničko-inovatorske zajednice.

Zdravstvene metode poput primjene metode procjene utjecaja na zdravlje uoči strateških projekata ili primjene metode zdravstvene procjene rizika nakon izloženosti riziku s moguće štetnim utjecajem na zdravlje, ključne su aktivnosti s potrebom što veće primjene u različitim sektorima. Kroz iste se uključivanjem svih dionika (javnosti, politike i struke) daju preporuke postupanja, prioriteta i rješenja. Zdravstvena procjena rizika utvrđuje rizik pojave raznih zdravstvenih učinaka za ljude prilikom izloženosti specifičnim kemijskim spojevima ili ostalim čimbenicima iz okoliša, dok procjena utjecaja na zdravlje uključuje zajednicu u većem opsegu u sporazumno donošenje odluka i preporuka. Isotvremeno ovim s metodama uzima u obzir široki spektar mogućih učinaka na zdravlje uoči provedbe raznih strategija, projekata ili programa na lokalnoj ili državnoj razini.

Zdravstvena procjena rizika znanstveno utemeljen proces koji se sastoji od identifikacije opasnosti ili prepoznavanja utjecaja na zdravlje za određeni čimbenik iz okoliša, karakterizacije opasnosti ili kvalitativne i/ili kvantitativne procjene nepovoljnih utjecaja bioloških, kemijskih i fizikalnih čimbenika na zdravlje, procjene izloženosti, te kvalitativne i/ili kvantitativne procjene stupnja ljudske izloženosti određenoj bolesti koja je uzrokovana konkretnim čimbenikom. Procjena rizika ima zadaću odgovoriti na niz različitih pitanja, koji čimbenici iz okoliša mogu predstavljati ugrozu za ljudsko zdravlje, koji zdravstveni problemi mogu biti posljedica tog učinka, kolika je vjerojatnost da se razviju zdravstvene tegobe, postoji li sigurna razina ispod koje ne može doći do zdravstvene tegobe, kakvu ulogu na utjecaj imaju dob, spol, rasa, genetika ili već postojeće zdravstvene bolesti, te imaju li neki ljudi veći rizik za radi mjesta stanovanja, zaposlenja, načina prehrane i slično.

Studije utjecaja na okoliš u Hrvatskoj provode se već niz godina pod okriljem Ministarstva zaštite okoliša i energetike, uoči provedbe projekata iz različitih sektora (građevinski, rudarskog, poljoprivredni, sektor prometa) koji bi značajno mogli utjecati na okoliš, s ciljem zaštite okoliša. Nedostatna provedba studija utjecaja na zdravlje i procjena rizika za zdravlje ljudi uoči realizacije ključnih projekata i nedovoljno integrirana uloga javnozdravstvenog sektora trenutno utječu na razinu odgovora u krizi i na njen utjecaj na zdravlje ljudi.

Klimatske procjene rizika kao novi modeli procjena temelje se na znanstveno utemeljenim modeliranjima i poveznicama klimatoloških s neklimatološkim parametrima. I u ovim vrstama procjena nedostatni kvantitativni modeli još uvijek se značajno oslanjaju na kvantitativne ekspertne procjene u svrhu učinkovitog upravljanja.[294]

Potencijalni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i uz to vezan stupanj ranjivosti prikazani su u Tablici 11-2.

[294] Decision Support Software for Probabilistic Risk Assessment Using Bayesian Networks (Fenton & Neil, 2014).

Tablica 11-2: Potencijalni utjecaji klimatskih promjena za razdoblje do 2040. godine i s pogledom do 2070. godine i stupanj ranjivosti - Upravljanje rizicima

Potencijalni utjecaj	Mogućnost pojavljivanja[295]	Stupanj utjecaja[296]	Stupanj ranjivosti[297]
Potresi i klizišta	5	4	visok
Promjene karakteristike klime: Direktni utjecaj ekstremnih vremenskih uvjeta: produženih razdoblja visokog sunčanog zračenja, produženih razdoblja visoke temperature zraka			
Požari otvorenog tipa	5	4	visok
Ekstremne temperature	4	4	visok
Promjene karakteristike klime: Direktni utjecaj ekstremnih vremenskih uvjeta: povećanje i smanjenje količine oborina, vlažnost i isparavanje			
Epidemije i pandemije radi utjecaja na način prijenosa bolesti ili odlike uzročnika bolesti	4	4	visok

11.4.2. Potencijalni pozitivni utjecaji klimatskih promjena

Od svih katastrofa i izvanrednih stanja očekivani pozitivni učinak moguć je vezano uz:

- povećanje razine svijesti i razine odgovora zajednice radi integracije i treninga standardiziranih postupanja tijekom pojavnosti procijenjenih rizika,
- smanjenje negativnih utjecaja valova hladnoće ili produženih razdoblja ekstremno niskih temperatura,
- smanjenje broja komplikacija i smrtnosti zbog utjecaja ekstremnih hladnih zimskih uvjeta na dostupnost zdravstvene skrbi,
- zbog projekcije smanjenja snježnog pokrova, očekuje se mogući pozitivni utjecaj na smanjenje broja ozljeda.

11.4.3. Međusektorski i prekogranični utjecaji

Međusektorski utjecaji osnova su i očigledna činjenica unutar sektora upravljanja rizicima. Otvorenost i suradnja, nužni su jer uspješna prilagodba u ovom sektoru uključuje niz dionika, često i na prekograničnoj razini. Iako se pristup prilagodbi temelji na znanju, fleksibilnosti i načelu predostrožnosti, te rezultatima evaluacije klimatskih modeliranja u kombinaciji s uključenjem struke, pristup otvorenosti, te kontinuirane revizije, potreban je u ovom dijelu prilagodbe.

Hidrologija, morski i vodni resursi – upravljanje rizicima
Integrirani princip posebno je važan u ovom sektoru budući da utjecaji obično nose rizike za ostale sektore poput zdravstva i poljoprivrede, radi opasnosti od kontaminacije okolnih podzemnih izvora vode i poljoprivrednih zemljišta u slučaju izlijevana kopnenih i morskih vodenih tijela. Mjere za morske resurse unutar upravljanja rizicima moraju integrirati i odgovor iz sektora upravljanja rizicima radi izvanrednih onečišćenja, što posredno ima utjecaj i na zdravstvo radi konzumacije kontaminiranih prehrambenih proizvoda iz mora. Neodvojivo je i sektor ribarstva ključan u upravljanju rizicima ovog sektora radi utjecaja konzumacije riba s povećanom kontaminacijom radi klimatskih promjena, poput novim vrstama parazita. Također, u slučaju neprimjerenih postupanja s izlovljenom ribom, sve veći je utjecaj meteoroloških parametara na pojavnost histaminskih trovanja radi propusta nakon izlova, tijekom transporta i tijekom distribucije plave ribe.

[295] 5 = više od 90%, 4 = više od 66%, 3 = više od 50%, 2 = više od 33%, 1 = manje od 33%
[296] 5 = vrlo visok, 4 = visok, 3 = srednje visoke, 2 = nizak, 1 = vrlo nizak
[297] Nizak (zeleno), srednji (narančasto), visok (crveno)

Jedna od važnih mjera prilagodbe za vodno gospodarstvo poput korištenja zelene infrastrukture kao mjere prilagodbe može imati utjecaj na staništa rijetkih vrsta ili vektora poput komaraca. Pojedine mjere važne za upravljanje rizicima u svrhu jačanja otpornosti zajednice poput sigurnih skloništa i osiguranja zaliha hrane, ključni su istovremeno i za sektor zdravstva, radi mogućih akutnih ili kroničnih utjecaja na zdravlje te konzumacije nepravilno skladištene ili kontaminirane hrane i vode za ljudsku potrošnju.

Poljoprivreda – upravljanje rizicima

Poljoprivreda je također ključan sektor za upravljanje rizicima radi utjecaja klimatskih promjena na kvalitetu, kvantitetu i sigurnost hrane radi nedostatne prilagodbe u kontroli kvalitete tijekom uzgoja hrane. Jačanje razina odgovornosti proizvođača, sustava utemeljenog na odgovornosti proizvođača i distributera, uz promociju savjetodavnih audita i oznaka kvalitete, prilike su u upravljanju rizicima ovog sektora u svrhu razlikovanja izvanrednih propusta od kontinuirane ili izvanrednim utjecajima potaknute loše poljoprivredne i proizvođačke prakse. Još uvijek nedostatna razina potvrde sigurnosti, kvalitete i zdravstvene ispravnosti prehrambenih proizvoda, kako u Hrvatskoj tako i u drugim zemljama, kroz primjerene sustave certificiranja značajan je mogući negativan prekogranični utjecaj.

Turizam – upravljanje rizicima

Primjera radi, produženje turističke sezone mogući je pozitivni ishod radi promjena klimatskih parametara. Ovaj prioritet za sektor turizma, te moguće mjere poput izgradnje lukobrana u kojemu sudjeluju sektori prostornog planiranja i morskih resursa, potrebno je planirati uoči strateških projekata uz uključen sektor zdravstva u svrhu učinkovitije procjene i upravljanja rizikom. Naime, prilikom stvaranja umjetnih laguna radi mogućeg utjecaja nedovoljnog kapaciteta izmjena vode, povoljnih uvjeta za razmnožavanje mikrobioloških uzročnika bolesti i radi grupiranja populacije u moguća je pojavnost utjecaja na zdravlje. U skladu sa Strategijom pametne specijalizacije u Republici Hrvatskoj i poboljšanja inovacijskog okruženja, povećanje aktivnosti istraživanja, razvoja i inovacija u poslovnom sektoru, ključno je u planiranju utjecaja, ranjivosti i mjera prilagodbe u upravljanju svim rizicima. Turisti su kao populacijske podskupina sve rizičniji, s obzirom na porast udjela osoba starije životne dobi, povećane osjetljivosti obalnog područja i otoka na klimatske promjene, očekivanog nastavka rasta broja turista u tim područjima te ranjivosti uslijed grupiranja akutnih zaraznih bolesti. Posebnu ranjivost predstavlja nedostatan sustav kontrole kvalitete u turističkim objektima svih tipova, a posebno u objektima zdravstvenog turizma.

Ostali sektori i upravljanje rizicima

Brojne su operativne organizacije koje trebaju imati jednoznačno određene obveze i prava u djelotvornom sustavu obrane, zaštite i spašavanja u slučaju izvanrednih stanja ili kriza: zdravstvo, vatrogastvo, vojska i policija i zaštitarske tvrtke, vodoprivreda, energetika, šumsko gospodarstvo i druga javna poduzeća i usluge, prometne organizacije, industrija, organizacije uprave, hidrometeorološka i seizmološka služba, javno informiranje, humanitarne udruge, obrazovanje, i dr. Integracija sektorskih politika stoga je posebno važna za upravljanje rizicima povezano s očekivanim klimatskim promjenama. Nedovoljna rutinska umreženost civilnog i sustava obrane predstavljaju čimbenike rizika za brzi odgovor u slučaju izvanrednih stanja i katastrofa povezanih s klimatskim promjenama, te sigurnosno i gospodarsko pitanje.

Kompleksnost u intersektorskom odgovoru vidljiva je posebno unutar prilagodbe sektora energetike ili prostornog planiranja. Ovi važni sektori u upravljanju rizicima i utjecajima radi klimatskih varijacija na stambeni i radni okoliš, uz sektore građevinarstva ili zdravstva, trenutno imaju nedostatnu potporu za primjenu međusektorskog pristupa. I u ostalim sektorima poput šumarstva, prirodnih sustava i bioraznolikosti ili upravljanja obalnim područjem, za procjenu sektorskih ranjivosti potreban je integrirani pristup, praćenje i uporaba alata za rano uzbunjivanje, te multidisciplinarna evaluacija.

Upravljanje šumama i utjecaji na zdravlje, u slučajevima poput šumskog požara, u međusobnoj su sprezi i uključuju i profesionalce prve linije odgovora, poput vatrogasaca i opću populaciju stanovnika u neposrednoj blizini rizičnog događaja. Pristup u izradi procjena rizika treba biti vođen načelom interdisciplinarnosti, višeinstitucijskijskim okvirom i prema potrebi prekograničnim aspektima. Smatra se da, vezano na rizike povezane s klimatskim promjenama, bazni uzroci povećane ranjivosti počivaju na nedostatnoj razini institucijske snage (dionika poput škola, ključnih upravljačkih tijela, predstavnika privatnog sektora, velikih nevladinih udruga i dr.), nedostatnoj razini prilagodbe velikih sustava (poput poljoprivrede, sustava sigurnosti hrane, prometa, ekonomskih sustava i dr.), te na socijalnoj nejednakosti koja podrazumijeva nejednaku distribuciju ili dostupnost moći, novca ili resursa povezano s narodnošću, mjestom stanovanja, rasom, imigrantskim statusom, dobnom skupinom i dr. Nedostatna razina intervencija poput gradnje kapaciteta unutar zajednice, uključenja svih dionika unutar zajednice u proces prilagodbe, te jačanje partnerstva i suradnje, zagovaranja i komunikacije, uz monitoring, evaluaciju i istraživanja, značajno utječu na kapacitete trenutnog odgovora prema rizicima povezanih s klimatskim promjenama.[298]

Klimatske promjene, zdravlje, okoliš i zdravlje, zdravstvene i socijalne jednakosti i nejednakosti, uz održivost često promatramo kao pojedinačne entitete, što snižava kapacitete i doprinose prema razvoju otporne zajednice. Nepovezanost globalnih i nacionalnih politika, metodologija, alata i prakse sa strategijom prilagodbe klimatskim promjenama i sa smanjenjem rizika od katastrofa, izazovi su u budućem održivom razvoju postojećeg sustava na nacionalnoj, ali i međunarodnoj razini.[299]

[298] Climate Change, Health, and Equity: Opportunities for Action (Rudolph, Gould, & Berko, 2015).
[299] How does Europe link Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation (EFDR, 2013)

12. ZAKLJUČAK

Dokument "Izvještaj o procijenjenim utjecajima i ranjivosti na klimatske promjene po pojedinim sektorima" predstavlja najopsežniju procjenu utjecaja klimatskih promjena i procjenu stupnja ranjivosti za najvažnije sektore koji su do sada izrađeni za Republiku Hrvatsku. Na određeni način, ovaj izvještaj se nadovezuje na šest nacionalnih izvještaja koje je Republika Hrvatska bila dužna izraditi prema Okvirnoj konvenciji UN-a o promjeni klime (UNFCCC), no on u značajnoj mjeri nadilazi njihov analitički opseg budući da ova analiza puno dublje zadire u svaki sektor. Njegova druga značajna, dodana, vrijednost je analiza međusektorskih utjecaja. U okviru procjene utjecaja unutar svakog sektora posebno su analizirani utjecaji koje posljedice klimatskih promjena mogu imati na druge sektore, odnosno kako se promjene prouzročene klimatskim promjenama u drugim sektorima reflektiraju na analizirani sektor. I konačno, makar i samo na razini ekspertne procjene, ali temeljene na znanstvenoj podlozi klimatskog modeliranja, ovaj izvještaj je značajan i po tome što daje procjenu stupnja ranjivosti za pojedine sektorske elemente ovisne o klimatskim parametrima. Imajući sve izrečeno u vidu, moguće je zaključiti da je ovaj izvještaj vrlo važna sastavnica u procesu izrade Strategije prilagodbe klimatskim promjenama, jer daje prvu vrijednosnu procjenu utjecaja klimatskih promjena u procesu izrade Strategije i kao takav predstavlja temelj za predlaganje mjera prilagodbe.

Glavni ulazni podaci u izradi ovog dokumenta su rezultati studije koja mu je prethodila ("Rezultati klimatskog modeliranja na sustavu HPC VELEbit za potrebe izrade nacrta Strategije prilagodbe klimatskim promjenama Republike Hrvatske do 2040. s pogledom na 2070. i Akcijskog plana"). Klimatološke varijable (26) koje su tom dokumentu analizirane su u odnosu na potrebe svakog od deset prepoznatih ranjivih sektora koji su temeljni za izradu Strategije. Iako razlike u vrijednostima varijabli za pojedine sektore nisu velike, što je svakako i razumljivo s obzirom na veličinu teritorija Republike Hrvatske, varijacije u rezultatima modeliranja su predstavljale iznimno važan ulazni podatak za procjenu utjecaja klimatskih promjena i analogne ranjivosti za pojedini sektor. No, pored rezultata modeliranja, radna skupina za izradu ovog izvještaja se koristila i drugim izvorima kao što su to npr. rezultati modela DIVA te znanstvenim i stručnim radovima hrvatskih i stranih autora.

U dokumentu su analizirani utjecaji klimatskih promjena i procijenjena je ranjivost u osam "resursnih" sektora (hidrologija, upravljanje vodnim i morskim resursima; poljoprivreda; šumarstvo; ribarstvo; bioraznolikost; energetika; turizam; zdravstvo) i dva "transverzalna" sektora (prostorno planiranje i upravljanje obalnim područjem, i, upravljanje rizicima). Za svaki sektor dan je pregled njegove važnosti te općeniti utjecaj klime na sektor; trenutačno stanje i utjecaj klimatskih parametara na sektor; očekivane promjene klimatskih parametara važnih za sektor do 2040. godine te 2070. godine; te procjena budućih utjecaja klimatskih promjena na sektor, uključivo i međusektorske i prekogranične utjecaje.

Za sektor **hidrologije, vodnih i morskih resursa** se očekuje da će se pogoršanjem hidroloških prilika uslijed djelovanja klimatskih promjena s jedne strane povećati učestalosti i duljina trajanja sušnih razdoblja, a s druge strane i intenzitet pojava poplavnih situacija. Od utjecaja negativnih klimatskih promjena posebno će biti ugroženi priobalni krški vodonosnici i ostale vodne pojave u priobalju (jezera, vodotoci, izvori). Uz smanjenje srednjih godišnjih, kao i minimalnih godišnjih protoka, te povećanje maksimalnih godišnjih protoka, očekuju se i vrlo naglašene promjene temperatura voda što će se negativno odraziti kako na akvatičke ekosustave, njihovu raznolikost i prijemni kapacitet, tako i na mogućnosti njihova korištenja za ostale namjene.

U sektoru **poljoprivrede** se očekuju najveće štete od posljedica klimatskih promjena. Očekuje se da će do 2050. godine, uslijed klimatskih promjena, prinos poljoprivrednih kultura u Hrvatskoj biti

smanjen za 3–8%, jer će suša u ljetnim mjesecima biti najveći pojedinačni uzrok šteta koje hrvatskoj poljoprivredi nanosi varijabilnost klime. Manjak vode u tlu (suša) i povišene temperature zraka u nadolazećem vremenu bit će dva ključna problema u borbi poljoprivrede s klimatskim promjenama. Klimatske promjene imat će i neke pozitivne učinke na sektor poljoprivrede. Omogućit će uzgoj nekih novih kultura i sorata na područjima u kojima to do sada nije bilo moguće.

U kontekstu klimatskih promjena **šumarstvo** se smatra jednim od ranjivijih sektora. Potencijalno je najveća vjerojatnost pomicanja fenoloških faza šumskog drveća, smanjenja produktivnosti pojedinih šumskih ekosustava, veće učestalost šumskih požara i produljenje njihove sezone, te mogućeg pomicanja rasprostranjenosti šumskih vrsta i štetnika, uključujući i invazivne vrste. U slučaju povećanja učestalosti i intenziteta negativnih vremenskih pojava (ledoloma, vjetroloma i sl.) očekivano je da će se pojaviti i veće štete na šumskim ekosustavima.

U sektoru **ribarstva** klimatske promjene predstavljaju dodatni pritisak na morski ekosustav koji je već pod utjecajem brojnih antropogenih čimbenika, osobito prelova, uništenja staništa i onečišćenja. Temperatura Jadranskog mora će vjerojatno porasti za 1,6 do 2,4 °C do 2070. godine, što će imati za posljedicu migraciju riba u dublje vode i prema sjeveru, veću brojnost invazivnih vrsta i smanjenje ili nestanak domaćih vrsta riba te promjenu u izboru vrsta za uzgoj. Porast temperature i smanjena količina slatkih voda će ograničiti dostupnost vode za slatkovodnu akvakulturu. Pozitivni učinci porasta temperature vode će biti ubrzani rast i kraći uzgojni ciklus. Kiselost Jadranskog mora bi mogla porasti za 0,1 do 0,2 stupnja pH što će onemogućiti uzgoj školjkaša u određenim područjima. U uzgoju će utjecaj biti dvojak, pozitivan za uzgoj toploljubivih vrsta (tune i komarče), a negativan za uzgoj hladnoljubivih vrsta (lubina i kamenice).

Klimatski parametri direktno utječu na **energetski** sektor u vidu povećane ili smanjene potrebe za energetskim resursima u određenim vremenskim razdobljima. Klimatski ekstremi i prirodne katastrofe mogu poremetiti sigurnu opskrbu energijom. Globalni porast temperature u svim sezonama uzrokuje povećanje potrošnje energije za hlađenje u ljetnom periodu i smanjenje energije potrebne za grijanje u zimskom periodu. Ekstremni klimatski događaji negativno utječu na proizvodnju, prijenos i distribuciju energije. Smanjenja količina oborina u ljetnom periodu uzrokuju manji doprinos hidroelektrana uz istovremeno povećanje potrebe za električnom energijom u ljetnim mjesecima. Smanjenjem količina oborina nastaje i problem kod sustava protočnog hlađenja termoelektrana, što se također negativno odražava na proizvodnju.

Klima je jedan od važnijih činitelja razvoja **turizma** i djeluje na turistička kretanja. Najveći broj turističkih tijekova u Republici Hrvatskoj događa se u ljetno vrijeme kada su more i sunce najznačajniji turističkih proizvod. Uz povećan broj turista u razdobljima povećanog broja toplih dana također povećava potrebu za energijom i vodom. U 2015. godini 94% od ukupnih turističkih tijekova desilo se u primorskim mjestima. Glavne promjene klimatskih elemenata koji će djelovati na turistička kretanja odnose se na povećanje temperature, povećanje sunčevog zračenja, smanjenje količina oborina koja će rezultirati smanjenom raspoloživosti vode. Zbog klimatskih promjena sjeverna područja Europe mogla bi postati atraktivnija za odmor tijekom ljetnih mjeseci, a Mediteran a time i Republika Hrvatska mogli bi postati privlačniji u ostalom dijelu godine. Povoljniji klimatski uvjeti na obalnom dijelu Republike Hrvatske u podsezoni i predsezoni mogu pozitivno djelovati na smanjenje sezonalnosti i produžetak sezone.

Očekivane ranjivosti sektora **zdravstva/zdravlja** povezuju se s utjecajima ekstremnih vremenskih uvjeta na kronične nezarazne bolesti i smrtnost, promjena u epidemiologiji zaraznih bolesti i utjecaja klimatskih promjena na kvalitetu zraka, zdravstvenu ispravnost vode i hrane, te razinu kontaminanata u okolišu. Kvantifikacija utjecaja klimatskih promjena na opterećenje zdravlja i zdravstvenog sustava

predstavlja izazov zbog kompleksnih međudjelovanja okolišnih i ostalih utjecaja na zdravlje te zbog nedovoljne zdravstveno-ekonomske valorizacije utjecaja klimatskih promjena na zdravlje.

Trenutno je **bioraznolikost** u najvećoj mjeri ugrožena preinakama prirodnih ekosustava, neodrživim korištenjem prirodnih resursa i onečišćenjem, a u BAU scenariju slični pritisci mogli bi se nastaviti i u budućnosti. Zbog klimatskih promjena očekuje se: potapanje obalnih staništa, zaslanjenje kopnenih i slatkovodnih staništa uz more; isušenje vlažnih kopnenih staništa; povećanje aridnog područja; smanjenje, promjene udjela te nestanak nekih staništa i vrsta, uz pad bioraznolikosti te pojavu i širenje nekih invazivnih vrsta. Negativne posljedice za pojedine vrste će biti: smanjenje vigora jedinki; oštećenja jedinki i obolijevanje od bolesti i štetnika; pojava kompeticijske invazivne vrste; smanjenje populacija; smanjenje areala vrste; cjepkanje areala na disjunktne populacije; pojava ugroze pojedine vrste te regionalno ili globalno izumiranje vrste. Pozitivne posljedice postoje kroz samo-inducirane pozitivne promjene te pozitivne antropogeno inducirane promjene u sektoru.

Klimatske prilike i mikroklimatski uvjeti su oduvijek važan dio analitičke osnove svih razina **prostornog planiranja**. Specifična problematika klimatskih promjena i njihovih utjecaja na prostorni razvoj trenutno nije precizno prepoznata u zakonodavstvu prostornog uređenja iako postoje brojne dobre prakse kao i zakonom propisani uvjeti planiranja prostora koji pridonose ublažavanju negativnih utjecaja klimatskih promjena. Usvajanje problematike prilagodbe klimatskim promjenama zahtijeva svojevrsnu prilagodbu prostorno planerske struke na specifičan tip problema kakav one predstavljaju, a prije svega u smislu neizvjesnosti klimatskih scenarija kao i nepouzdanosti procjena te dugoročnosti njihovih utjecaja. Vezano za klimatske promjene tri su tipa utjecaja koji se izdvajaju kao posebno značajni s aspekta prostornog planiranja i upravljanja obalnim područjem:

- rast ekstremnih razina mora i poplave obale kao rezultat ekstremnih vremenskih prilika i općeg rasta srednje razine mora kao posljedica klimatskih promjena,
- termičko opterećenje s negativnim utjecajem na život i zdravlje ljudi kao posljedica rasta maksimalnih dnevnih temperatura, posebno rasta broja vrućih dana i dana s temperaturom iznad 35°C (toplinski valovi),
- poplave u naseljima kao posljedica veće učestalosti i intenziteta ekstremnih vremenskih prilika koje obilježavaju velike količine oborina u kratkom razdoblju.

Učinkovito **upravljanje rizicima** od ekstremnih događaja (katastrofa i izvanrednih stanja) povezanih s klimatskim promjenama osniva se na sveobuhvatnoj multidisciplinarnoj procjeni rizika i nacionalnoj i na lokalnim razinama. Očekivane ranjivosti su posljedice za zdravlje, imovinu i okoliš radi ekstrema vrlo visokog rizika pojavnosti na nacionalnoj razini - poplava izazvanih izlijevanjem kopnenih vodenih tijela, potresa, požara otvorenog tipa i industrijskih nesreća, te ekstrema visokog rizika pojavnosti na nacionalnoj razini - ekstremnih temperatura, epidemija i pandemija. Doprinos klimatskih promjena na promjene u pojavnosti ekstremnih događaja i povezanih posljedica i gubitaka otežan je za interpretaciju zbog godišnje varijabilnosti u pojavnosti, učinkovitijeg prijavljivanja i sve veće implementacije mjera za smanjenje rizika.

U matrici (Tablica 12-1) su prikazani **međusektorski utjecaji** koji su utvrđeni prilikom analize stanja pojedinih sektora u ovome dokumentu. Ova procjena je uglavnom kvalitativne naravi, jer ne postoje značajniji numerički pokazatelji za procjenu ovih utjecaja. Narančasta polja s crvenom oznakom X predstavljaju jače izražene međusektorske utjecaje, dok u području zelenih polja međusektorski utjecaji postoje, ali nisu izražajni u tolikoj mjeri. Za dva horizontalna područja (prostorno planiranje i upravljanje obalnim područjem te upravljanje rizicima) se, po logici njihove definicije, pretpostavlja da su povezani sa svim ostalim sektorima pa je ta veza na odgovarajući način i prikazana u ovoj tablici. Iz tablice je razvidno da postoji značajna sektorska međuzavisnost glede učinaka klimatskih

promjena pa se iz toga dade zaključiti i da će mjere koje će biti predložene akcijskim planom po prirodi stvari biti integrativne po svojoj naravi kako bi anticipirale ove međusektorske utjecaje.

Tablica 12-1: Matrica međusektorskih utjecaja

	Hidrologija, upravljanje vodnim i morskim resursima	Poljoprivreda	Šumarstvo	Ribarstvo	Bioraznolikost	Energetika	Turizam	Zdravlje/ Zdravstvo	Prostorno planiranje i upravljanje obalnim područjem	Upravljanje rizicima
Hidrologija, upravljanje vodnim i morskim resursima			X			X	X	X	X	
Poljoprivreda	X		X		X					
Šumarstvo	X					X	X	X	X	
Ribarstvo		X				X	X		X	
Bioraznolikost			X				X	X	X	
Energetika							X			
Turizam		X				X			X	
Zdravlje/ Zdravstvo	X	X								
Prostorno planiranje i upravljanje obalnim područjem	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Upravljanje rizicima	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Napomena: Narančasta polja s oznakom X predstavljaju jače izražene međusektorske utjecaje, dok u području zelenih polja međusektorski utjecaji postoje, ali nisu izražajni.

BIBLIOGRAFIJA

Amelung, B., Blazejczyk, K., & Matzarakis, A. (2007). *Climate Change and Tourism – Assessment and Coping Strategies.* Maastricht, Warsaw, Freiburg. Dohvaćeno iz http://www.urbanclimate.net/matzarakis/papers/Book_Nato.pdf

American Academy of Pediatrics. (2003). *Pediatric Environmental Health.* Elk Grove Village: The American Academy of Pediatrics.

Anić, I. V. (2009). Utjecaj globalnih klimatskih promjena na ekološku nišu obične jele (Abies alba Mill.) u Hrvatskoj. *Šumarski list*, str. 133/3-4:135-144.

Antonić, O., Bukovec, D., Križan, J., Marki, A., & Hatić, D. (2000). Spatial distribution of major forest types in Croatia as a function of macroclimate. *Natura Croatica*, 9: 1-13.

APPRRR. (2014). *Predstavljen informacijski sustav za pregled i raspolaganje državnim poljoprivrednim zemljištem*. Preuzeto 3. Veljača 2017 iz http://www.apprrr.hr/predstavljen-informacijski-sustav-za-pregled-i-raspolaganje-drzavnim-poljoprivrednim-zemljistem-1073.aspx

APPRRR. (5. Veljača 2017 b). *Izvještaj broj 3-Prikaz broja, površine ARKOD-a i broja PG-a s obzirom na veličinu i sjedište PG-a*. Preuzeto 2017 iz http://www.apprrr.hr/statistika-2016-2199.aspx

APPRRR. (5. Veljača 2017a). *Izvještaj broj 1_Upisnik poljoprivrednika*. Preuzeto 2017 iz http://www.apprrr.hr/statistika-2016-2199.aspx

Australian Greenhouse Office. (2006). *Climate Change Impacts and Risk Management: A Guide for Business and Government.* Melbourne: Broadleaf Capital International and Marsden Jacon Associates.

Baković. (2016). *Utjecaj klimatskih promjena/varijacija na pojedine akvatičke ekosustave Nacionalnog parka „Krka“.*

Barić, A. G. (2008). Potential Implications of Sea-Level Rise for Croatia. *Journal of Coastal Research*, str. 24/2:299-305.

Bates, & sur. (2008). *Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Geneva: IPCC Secretariat.

Becken, S. (2010). *The Importance of Climate and Weather for Tourism, Literature Review.* Dohvaćeno iz http://www.lincoln.ac.nz/PageFiles/6750/WeatherLitReview.pdf

Benac, Č. (1996). Benac, Č., 1996: Morfološka evolucija Riječkog zaljeva: utjecaj klimatskih i glacioeustatičkih promjena. *Acta geographica Croatica*, str. 31/1:69-83.

Biodiversity Information System for Europe. (2017). Preuzeto 2 2017 iz http://biodiversity.europa.eu

Blažević, B. (2007). *Turizam u gospodarskom sustavu.* Opatija: Sveučilište u Rijeci, Fakultet za turistički i hotelski menadžment.

Branković, Č., Guettler, I., Srnec, L., & Stilinović, T. (2017). *Rezultati klimatskog modeliranja na sustavu HPC Velebit za potrebe izrade nacrta Strategije prilagodbe klimatskim promjenama Republike Hrvatske do 2040. s pogledom na 2070. i Akcijskog plana.*

Brown, C. (2010). Effects of climate-driven primary production change on marine food webs: implications for fisheries and conservation. *Global Change Biology 16*, 1194-1212.

Brugere, C. (2015). Climate change vulnerability in fisheries and aquaculture: a synthesis of six regional studies. *FAO Fisheries Circular No.1104*, str. 88.

Busse, R. (n.d.). Health Insurance Competition: from theory to practice. European Observatory on Health Systems and Polices.

CC WaterS. (2012). Dohvaćeno iz http://www.ccwaters.eu/.

Ceglar, A. (2011). *The use of dynamic crop model for simulation of plant growth and development for prediction of crop yield in changed climate conditions.* Ljubljana: Biotehnički fakultete Sveučilišta u Ljubljani.

Ceron, J., & Dubois, G. (2004). The Potential Impacts of Climate Change on French Tourism. *Current Issues in Tourism, Vol. 0*, 125-139.

Cukrov, M. &. (2014). *Prirodoslovne značajke Rijeke dubrovačke (Natural characteristic of the Rijeka Dubrovačka).* Zagreb: Hrvatsko biospeleološko društvo.

Čiček, P. (2011). *Utjecaj klimatskih promjena na fenološke faze vinove loze i Huglinov indeks u Hrvatskoj.* Zagreb: Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Čupić, & sur. (2011). *Klimatske promjene, porast razine mora na hrvatskoj obali Jadrana, HKOV.*

DHMZ. (2017). *Državni hidrometeorološki zavod*. Dohvaćeno iz http://www.meteo.hr/

Direktiva 2008/105/EZ o standardima kvalitete okoliša u području vodne politike. (2008).

Doney, S. (2006). Oceanography: plankton in a warmer world. *Nature 444*, 695-696.

Doney, S. C., Ruckelshaus, M., Duffy, J. E., Barry, J. P., Chan, F., English, C. A., & Galindo, H. M. (2012). Climate change impacts on marine ecosystems. *Annual Reviews in Marine Science 4*, 1-17.

Drink Adria. (2015). *http://www.drinkadria.eu/*.

Državni hidrometeorološki zavod. (2008). *Klimatski atlas Hrvatske.* Zagreb. Dohvaćeno iz http://klima.hr/razno.php?id=publikacije&param=atlas

Državni zavod za statistiku. (2003). *Popis poljoprivrede 2003.* Zagreb: Državni zavod za statistiku.

Državni zavod za statistiku. (2011). *Statistički ljetopis Hrvatske 2010.* Zagreb: Državni zavod za statistiku.

Državni zavod za statistiku. (2016a). *Ekonomski računi za poljoprivredu u 2015.* Zagreb: Državni zavod za statistiku.

Državni zavod za statistiku. (2016b). *Statistički ljetopis Hrvatske 2016.* Zagreb: Državni zavod za statistiku.

Državni zavod za statistiku. (2016c). *Turizam u 2015.* Zagreb. Dohvaćeno iz http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2016/SI-1564.pdf

Državni zavod za zaštitu prirode. (2009). *Nacionalna klasifikacija staništa Republike Hrvatske (III. dopunjena verzija).* Preuzeto 2 2017 iz http://www.dzzp.hr/dokumenti_upload/20100527/dzzp201005271405280.pdf

Državni zavod za zaštitu prirode. (2009). *Nacionalna klasifikacija staništa RH (III. dopunjena verzija).* Preuzeto 2 2017 iz http://www.dzzp.hr/dokumenti_upload/20100527/dzzp201005271405280.pdf

Državni zavod za zaštitu prirode. (2017). Preuzeto 2 2017 iz www.dzzp.hr

Državni zavod za zaštitu prirode. (n.d.). *Invazivne vrste u Hrvatskoj*. Preuzeto 3 2017 iz www.invazivnevrste.hr

Dželalija, B., Medić, A., Pem Novosel, I., & Sablić, S. (2015). Zoonoze u Republici Hrvatskoj. *Infektorloški glasnik, 35*(2-3), 45-51.

EC 2000/60/EC. (2000). EC. Dohvaćeno iz http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX:32000L0060

EFDR. (2013). *How does Europe Link Disaster Risk Reduction and Cclimate Change Adaptation.* European Forum for Disaster Risk Reduction.

EFDR. (2013). *How does Europe link Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation.* European Forum for Disaster Risk Reduction.

EFSA. (2012). *Modelling, predicting and mapping the emergence of aflatoxins in cereals in the EU due to climate change.* Parma: EFSA.

EU. (2014). Mišljenje Europskog gospodarskog i socijalnog odbora o Tržišnim instrumentima za gospodarstvo učinkovitih resursa i s niskom razinom emisije CO2 u EU. *Službeni list Europske unije*(57), 1-9. Dohvaćeno iz http://publications.europa.eu/resource/cellar/11746481-0cb2-11e4-a7d0-01aa75ed71a1.0010.03/DOC_1

EU, FEMA. (2011). Preuzeto 2017 iz http://ec.europa.eu/echo/sites/echo-site/files/administrative_arrangement_us-fema.pdf

EU, FEMA. (2011). *Administrative arrangement of the USA FEMA.* Preuzeto 2017 iz http://ec.europa.eu/echo/sites/echo-site/files/administrative_arrangement_us-fema.pdf

Eurofish Magazine. (2016). Pelagic fishers support measures promoting sustainability. *Eurofish magazine 4*, str. 27-31. Dohvaćeno iz www.eurofishmagazine.com

European Commission. (2013). *Guidelines on developing adaptation strategies. Brussels: European Commission.*

European Environment Agency. (2015). Dohvaćeno iz Nationally designated protected areas. Indicator Assessment - Data and maps: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/nationally-designated-protected-areas/nationally-designated-protected-areas-assessment-3

European Environment Agency. (2017a). *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report.* Copenhagen: EEA. Dohvaćeno iz http://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016

European Environment Agency. (2017b). Dohvaćeno iz European Environment Agency: www.eea.europa.eu

European Environment Agency. (2017c). *Data and maps*. Preuzeto 2 2017 iz European Environment Agency: www.eea.europa.eu/data-and-maps

Eurostat. (24. Listopad 2016). *Farm structure survey 2013 - main results*. Dohvaćeno iz http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Farm_structure_survey_2013_-_main_results#Database

Feist, O. (2011). *Analiza toplinskog stresa za potrebe poljodjelstva u Hrvatskoj u prošlim, sadašnjim i budućim klimatskim uvjetima.* Zagreb: Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Fenton, N., & Neil. (2014). *Decision Support Software for Probabilistic Risk Assessment Using Bayesian Networks.*

Franković, M. u. (2008). *Crvena knjiga vretenaca Hrvatske (Red data book of Dragonflies of Croatia).* Zagreb: Ministarstvo kulture (Ministry of Culture) / DZZP (SINP.

Frumkin, & McMichael. (2008). Climate change and public health: thinking, communicating, acting. *Am J Prev Med*.

Githeko AK, L. S. (2000). *Climate change and vector-borne diseases:a regional analysis.* SZO.

Glamuzina, B., & Dulčić, J. (2008). Dobra klima za promjene - Ribarstvo i marikultura. U *Dobra klima za promjene* (str. 145-158). UNDP.

Glamuzina, B., Ćukteraš, M., & Dulčić, J. (2012). Present changes and predictions for fishery and mariculture in the eastern adriatic (Croatia) in the light of climate change. *Annales Ser. hist. nat. 22*, 105-114.

Glas Slavonije. (12. Siječanj 2016). *Glas Slavonije*. Preuzeto 9. Ožujak 2017 iz http://www.glas-slavonije.hr/290206/7/Proizvodnja-drvopreradjivaca-veca-za-13-posto-a-izvoz-je-premasio-12-milijarde-USD

Glas Slavonije. (18. Siječanj 2017). *Vodni potencijali RH višestruko nadmašuju potrebe za vodom*. Preuzeto 2. Veljača 2017 iz http://www.glas-slavonije.hr/322700/7/Vodni-potencijali-RH-visestruko-nadmasuju-potrebe-za-vodom

Glück, P., Avdibegović, M., Čabaravdić, A., Nonić, D., Petrović, N., Posavec, S., . . . Trninić, S. (2011). *Private Forest Owners in the Western Balkans - Ready for the Formation of Interest Associations.* Joensuu: European Forest Institute.

Građevinski fakultet Rijeka. (2016). *Hidrološka istraživanja voda rijeke Krke - trendovi i utjecaji klimatskih promjena/varijacija.*

Gumbel, E. (1954). *Statistical theory of extreme values and some practical applications. Applied Mathematics Series. 33). U.S. Department of Commerce, National Bureau of Standards.*

Hall, C. M. (2005). Tourism: Rethinking the social science of mobility.

Hengl, B., Gross Bošković, A., & Šperanda, M. (2015). Količina aflatoksina u hrani a mliječne krave i pojavnost fm1 u mlijeku. *Krmiva, 56*(4), 169-177.

Hitrec, T. (1993). Globalne klimatske promjene i sezonalnost te njihov odraz na turizam. U *Pomorski zbornik, knjiga 31/93.* Rijeka.

Hrvatska komora inženjera šumarstva i drvne tehnologije. (26. veljača 2015). Stanje u sektoru šumarstva i drvne industrije. *Stanje u sektoru šumarstva i drvne industrije*. Zagreb. Dohvaćeno iz http://www.hkisdt.hr/podaci/2015/ostalo/250_godina-26_02_2015-SZ.pdf

Hrvatske šume d.o.o. (2015). *Godišnje izvješće 2015.* Dohvaćeno iz http://portal.hrsume.hr/images/stories/godisnja-poslovna-izvjesca/godisnje_izvjesce_za_2015.pdf

Hrvatske šume d.o.o. (2016). *Nacrt Šumskogospodarske osnove područja 2016.-2025.* Dohvaćeno iz http://www.mps.hr/UserDocsImages/SUME/Nacrt%20%C5%A0GOP%202016.-2025.%20pdf.pdf

Hrvatske vode. (2013a). *Prethodna procjena rizika od poplava.*

Hrvatske vode. (2013b). *Višegodišnji program gradnje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i građevina za melioracije 2013.-2017.* Zagreb: Hrvatske vode.

Hrvatske vode. (2014). *Karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava.* Dohvaćeno iz http://korp.voda.hr/

Hrvatski šumarski institut. (2017a). *Defolijatori kao invazivni šumski štetnici u uvjetima klimatskih promjena (DIFPEST)*. Preuzeto 1 2017 iz http://www.sumins.hr/projekti/defoliators-as-invasive-forest-pests-in-changing-climate-conditions-difpest/

Hrvatski šumarski institut. (2017b). Dohvaćeno iz http://www.sumins.hr/projekti/effectivity/

Hrvatski zavod za javno zdravstvo. (2016). *Hrvatski zdravstveno-statistički ljetopis za 2015. godinu.* Zagreb: HZJZ.

Institut za Turizam. (2008). *Stavovi i potrošnja turista u Hrvatskoj – TOMAS LJETO 2007.*

Institut za Turizam. (2011). *Stavovi i potrošnja turista u Hrvatskoj – TOMAS LJETO 2010.*

IPCC. (2001). *Climate Change 2001:Scientific Basis. Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press.

IPCC. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change,.* Cambridge University Press.

IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.*

IUCN. (2012). *A changing Mediterranean coastal marine environment under predicted climate-change scenarios.* Preuzeto 2 2017 iz https://www.iucn.org/ja/content/changing-mediterranean-coastal-marine-environment-under-predicted-climate-change-scenarios-0

Jardas, I. P.-P. (2008). *Crvena knjiga morskih riba Hrvatske (Red book of Sea Fishes of Croatia).* Zagreb: Ministarstvo kulture (Ministry of Culture) / DZZP (SINP).

Javna ustanova Park prirode Lonjsko polje. (2008). *Plan upravljanja za Park prirode Lonjsko polje.*

Jelić, D. G. (2012). *Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske (Red book of Amphibians and Reptiles of Croatia).* Zagreb: Ministarstvo kulture (Ministry of Culture) / DZZP (SINP).

Jelić, D. G. (2015). *Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske (Red book of Amphibians and Reptiles of Croatia).* Zagreb: Ministarstvo zaštite okoliša i prirode / Državni zavod za zaštitu prirode / Hrvatsko herpetološko društvo Hyla.

Jergović, M. (2012). Ekološki incidenti i katastrofe. U D. Puntarić, M. Miškulin, & J. i. Bošnir, *Zdravstvena ekologija* (str. 397-408). Zagreb: Medicinska naklada.

Jergović, M. (2014). Biomonitoring. U D. Puntarić, & D. Ropac, *Javno zdravstvo* (str. 325-330Zagreb). Medicinska naklada.

Jovančević, M. (2004). *Godine prve i zašto su važne.* Zagreb.

Jurjević, P., Vuletić, D., Gračan, J., & Seletković, G. (2009). Šumski požari u Republici Hrvatskoj. *Šumarski list* , 63-72.

Kalinski, V. (2008). *A Climate for Change - Tourism.* Zagreb: UNDP Croatia.

Kalinski, V. (2008). Sea Level Rise. In S. Landau, & S. Vlasic (Eds.), *Climate for Change* (p. 245). Zagreb: UNDP Croatia.

Kalinski, V. (2013). Assessment of Climate Change Until the End of the Twenty-First Century With Special Emphasis on the Croatian Coast And Tourism – Impacts, Vulnerability And Adaptations. *Dissertation*. Zagreb: University of Zagreb.

Karas, J. (2006). *Climate Change and the Mediterranean Region.* Dohvaćeno iz https://secured-static.greenpeace.org/international/Global/international/planet-2/report/2006/3/climate-change-and-the-mediter.pdf

Katunar, L. K. (2011). Prognoza promjena šumske vegetacije zbog različitih scenarija klimatskih promjena u Sloveniji. *Šumarski list*, str. 135/3-4:113-125.

Krajter Ostoić, S., Posavec, S., Paladinić, E., Županić, M., Beljan, K., Curman, M., . . . Šimunović, N. (2015). *Forest Land Ownership Change in Croatia. COST Action FP1201 FACESMAP country report.* Vienna: European Forest Institute Central-East and Southeast European Regional Office (EFICEEC-EFISEE).

Krajter Ostoić, S., Posavec, S., Vuletić, D., & Stevanov, M. (n.d.). Valuation of urban forest benefits: A literature review. *Radovi Hrvatskoga šumarskog instituta, 45*(2), 161-173.

Kralj, V., & Brkić Biloš, I. (Prosinac 2016). Kronične nezazrazne bolesti u svijetu i u Hrvatskoj. *Epidemiološki Vjesnik*. HZJZ.

Krulić, B., & Vučetić, V. (2011). Razvojene faze i zimsko mirovanje jabuke u Hrvatskoj. *Hrvatski meteorološki časopis, 46,*, 35–43.

Kuraži, D., & Vučetić, V. (2015). Vremenska analiza velikog šumskog požara na Strahinjčici u ožujku 2012. *Vatrogastvo i upravljanje požarima , 5*(1), br. 1/2015., vol. V, 5-16.

Kuspilić, N., & Oskoruš, D. V. (2014). Jednostavna istina - rijedak događaj. *Građevinar, 66*(7), 653661.

Libralato, S. (2016). Mediterranean: Ecosystem status (other impacts and climate change). *High level seminar on the status of stocks in the Mediterranean and on the CFP approach 9-10 February 2016, CATANIA (Italy)*, (str. 25).

Lin, Y., Chang, C., Wang, Y., & Ho, T. (2013). Acute and Prolonged Adverse Effects of Temperature on Mortality from Cariovascular Diseases. *PLoS One, 8*(12), e82678.

Linder, M., Maroschek, M., Netherer, S., Kremer, A., Barbati, A., Garcia-Gonzalo, J., . . . Marchetti, M. (2010). Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management, 259*, 698-709.

Lise, W., & Tol, J. (2002). Impact of climate on tourist demand. *Climate Change, 55*, 429-449.

Maletić, E. K. (2015). *Zelena knjiga: Hrvatske izvorne sorte vinove loze (Green Book: Indigenous grapevine varieties of Croatia).* Zagreb: Ministarstvo kulture (Ministry of Culture) / DZZP (SINP)/ FZOEU (Environmental protection.

Marcelino.si. (2017). *Interreg Slovenija - Hrvatska*. Dohvaćeno iz http://www.si-hr.eu/hr2/program/program-sodelovanja/

Marchesi I, M. P. (2011). Effectiveness of different methods to control legionella in the water supply: ten-year experience in an Italian university hospital. *J Hosp Infect., 77*(1), 47-51.

Marjanović, H., Ostrogović, S., & Zorana, M. (2016). Modeliranje produktivnosti ekosustava bioogeokemijskim modelom Biome-BGCMuSo u uvjetima prominjene klime- Primjer hrasta lužnjaka. Dohvaćeno iz http://prilagodba-klimi.hr/wp-content/uploads/docs/Zagreb%20radionica%207.12.2016.%20sektor%20sumarstvo%20-%20Ostrogovic_Sever.pdf

Marušić, J., & Pondeljak, J. (2006). Značenje crpnih stanica za vodni režim melioracijskih područja. U H. G. HDON, *Priručnik za hidrotehničke melioracije, III kolo; knjiga 2* (str. 131-168). Zagreb.

Meth-Cohn, D., & Božić, M. (2013). *Plodno tlo za razvoj:Kako najbolje iskoristiti članstvo u Europskoj uniji za ruralna područja Hrvatske.* Zagreb : Program Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP).

Ministarstvo financije. (2017). *Elementarne nepogode*. Preuzeto 4. Veljača 2017 iz http://www.mfin.hr/hr/elementarne-nepogode

Ministarstvo gospodarstva i Energetski institut Hrvoje Požar. (2016). *Energija u Hrvatskoj 2014.* Zagreb. Dohvaćeno iz http://www.mingo.hr/public/energetika/EuHR_2014_finalna.pdf

Ministarstvo gospodarstva i Energetski institut Hrvoje Požar. (2016). *Energija u Hrvatskoj 2014.* Zagreb. Dohvaćeno iz http://www.mingo.hr/public/energetika/EuHR_2014_finalna.pdf

Ministarstvo poljoprivrede. (2013). *Nacionalni strateški plan razvoja ribarstva.* Zagreb. Dohvaćeno iz http://www.mps.hr/ribarstvo/UserDocsImages//NSP/NSP_OP_06112013/Nacionalni%20strate%C5%A1ki%20plan%20razvoja%20ribarstva%20Republike%20Hrvatske.pdf

Ministarstvo poljoprivrede. (2014). *Godišnje izvješće o stanju poljoprivrede u 2013. godini.* Zagreb: Ministarstvo poljoprivrede.

Ministarstvo poljoprivrede. (2014). *Nacionalni strateški plan razvoja akvakulture za razdoblje 2014.-2020.* Preuzeto 2 2017 iz Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva: http://www.mps.hr/ribarstvo/UserDocsImages/akvakultura/NSPA%202014-2020_hrv.pdf

Ministarstvo poljoprivrede. (2014). *Nacionalni strateški plan razvoja akvakulture za razdoblje 2014-2020.* Preuzeto 2 2017 iz Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva: http://www.mps.hr/ribarstvo/UserDocsImages/akvakultura/NSPA%202014-2020_hrv.pdf

Ministarstvo poljoprivrede. (2015). *Program ruralnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje 2014. – 2020.* Zagreb: Ministarstvo poljoprivrede.

Ministarstvo poljoprivrede. (2016a). *Isplate potpora u 2015.* Zagreb: Ministarstvo poljoprivrede.

Ministarstvo poljoprivrede. (2016a). *Isplate potpora u 2015.* Zagreb: Ministarstvo poljoprivrede.

Ministarstvo poljoprivrede. (2016a). *Službena mrežna stranica Uprave za ribarstvo*. Preuzeto 2 2017 iz http://www.mps.hr/ribarstvo/default.aspx?id=8

Ministarstvo poljoprivrede. (2016a). *Službena stranica Uprave za ribarstvo*. Preuzeto 2 2017 iz http://www.mps.hr/ribarstvo/default.aspx?id=8

Ministarstvo poljoprivrede. (2016b). *Strateški plan Ministarstva poljoprivrede za razdoblje 2017.-2019.* Zagreb: Ministarstvo poljoprivrede.

Ministarstvo poljoprivrede. (2016c). *Prve službene procjene šteta od elementarne nepogode mraza*. Preuzeto 4. Veljača 2017. iz http://www.mps.hr/default.aspx?ID=17701

Ministarstvo poljoprivrede. (2017). *Aktivnosti Ministarstva poljoprivrede vezane uz pojavu potkornjaka u Gorskom kotaru*. Preuzeto Veljača 2017 iz http://www.mps.hr/default.aspx?id=18798

Ministarstvo poljoprivrede i Hrvatske vode. (2016). *Izvještaj o provedbi Nacionalnog projekta navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama (NAPNAV) u razdoblju 2004. – 2015. godina i plan za 2016. godinu te Izvještaj o ulaganju u obnovu i održavanje detaljne kanalske mreže u RH.* Zagreb: Ministarstvo poljoprivrede i Hrvatske vode.

Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva. (2013). *Nacionalni strateški plan razvoja ribarstva, 74 str.* Dohvaćeno iz Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva: Nacionalni strateški plan razvoja ribarstva: http://www.mps.hr/ribarstvo/UserDocsImages/NSP/NSP_OP_06112013/Nacionalni%20strate%C5%A1ki%20plan%20razvoja%20ribarstva%20Republike%20Hrvatske.pdf

Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva. (2016b). *Ribolov*. Dohvaćeno iz Ministarstvo poljoprivrede - Uprava ribarstva: http://www.mps.hr/ribarstvo/default.aspx?id=13

Ministarstvo poljoprivrede Uprava ribarstva. (2011). *Uređenje tržišta*. Preuzeto 3 2017 iz http://www.mps.hr/ribarstvo/default.aspx?id=15

Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i stanovanja. (1997). *Strategija prostornog uređenja Republike Hrvatske - NN 76/13.* Dohvaćeno iz http://www.mgipu.hr/doc/StrategijaRH/Strategija_I_II_dio.pdf

Ministarstvo turizma Republike Hrvatske. (razna godišta). *Turizam u brojkama.* Dohvaćeno iz http://www.mint.hr/default.aspx?id=976

Ministarstvo zaštite okoliša i prirode. (2014). *Šesto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime.* Zagreb. Dohvaćeno iz http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom_/application/pdf/hrv_nc6.pdf

Ministarstvo zaštite okoliša i prirode. (2015). *Strategija upravljanja morskim okolišem i obalnim područjem Republike Hrvatske (nacrt).* MZOE; PAP/RAC.

Ministarstvo zaštite okoliša i prirode. (2016). Program mjera zaštite i upravljanja morskim okolišem i obalnim područjem Republike Hrvatske (nacrt). MZOE; IOR; Ekonomski fakultet Sveuč. u Splitu; PAP/RAC.

Ministarstvo zaštite okoliša i prirode. (2017). Dohvaćeno iz www.zastita-prirode.hr.

Ministarstvo zaštite okoliša i prirode i Priority Actions Programme/Regional Activity Centre (PAP-RAC). (2015). *Procjena mogućih šteta od podizanja razine mora za Republiku Hrvatsku uključujući troškove i koristi prilagodbe.* Zagreb. Dohvaćeno iz http://www.pap-thecoastcentre.org/pdfs/Cost%20of%20Sea%20Level%20Rise_Croatia_HR.pdf

Ministarstvo znanosti, obrazovanja i športa. (2011). Nacionalni okvirni kurikulum za predškolski odgoj i obrazovanje te opće obavezno i srednjoškolsko obrazovanje. Zagreb: Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sport. Dohvaćeno iz http://mzos.hr/datoteke/Nacionalni_okvirni_kurikulum.pdf

Mitak, M., Bilandžić, N., & Pleadin, J. (2013). Aflatoksini od krmiva do mlijeka. *Veterinarska stanica, 44*(5), 363-369.

Molak, B. (2007). *Što je upravljanje u krizama* (Svez. 13 (2)).

Mrakovčić, M. B. (2006). *Crvena knjiga slatkovodnih riba Hrvatske (Red book of Freshwater fish of Croatia). Ministarstvo kulture (Ministry of Culture) / DZZP (SINP). 253 pp., Zagreb.* Zagreb: Ministarstvo kulture (Ministry of Culture) / DZZP (SINP).

Musić Milanović, S., Ivanković, D., Ivčević Uhernik, A., Fišter, K., Peternel, R., & Vuletić, S. (2012). Obesity - New Threat to Croatian Longevity. *Coll. Antropol.*, 113-116.

Newson, S., S. Mendes, S., Crick, H., Dulvy, N., Houghton, J., Hays, G., . . . Macleod, C. (2009). Indicators of the impact of climate change on migratory species. *Endangered Species Research. 7*, 101.

Nikolić, T. &. (2005). *Crvena knjiga vaskularne flore Hrvatske (Red book of vascular flora of Croatia).* Zagreb: Ministarstvo kulture (Ministry of Culture) / DZZP (SINP).

NN 109/07. (2007). *Uredba o proglašenju ekološke mreže Republike Hrvatske.* Zagreb. Dohvaćeno iz http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007_10_109_3182.html

NN 120/2003. (2003). Nacionalna šumarska politika i strategija.

NN 124/2013; NN 105/15. (2015). *Uredbom o ekološkoj mreži.* Zagreb. Dohvaćeno iz http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_10_105_2052.html

NN 130/09. (2009). *Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske.* Zagreb. Dohvaćeno iz http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_10_130_3192.html

NN 140/2005, 82/2006, 129/2008, 80/2010, 124/2010, 25/2012, 68/2012, 148/2013, 94/2014. (n.d.). Zakon o šumama. *Zakon o šumama*. Zagreb. Dohvaćeno iz http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_07_94_1884.html

NN 143/2008. (2008). *Strategija i akcijski plan zaštite biološke i krajobrazne raznolikosti Republike Hrvatske.* Zagreb. Dohvaćeno iz http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_12_143_3962.html

NN 153/09. (2009). *Zakon o vodama.* Dohvaćeno iz http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_12_153_3744.html

NN 153/13. (2013). *Zakon o prostornom uređenju.* Zagreb. Dohvaćeno iz http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_12_153_3220.html

NN 18/14. (2014). Šesto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime. Narodne novine.

NN 26/03. (2003). *Zakon o komunalnom gospodarstvu.*

NN 33/2014. (2014). Pravilnik o zaštiti šuma od požara.

NN 46/02a. (2002). *Nacionalna strategija zaštite okoliša.* Dohvaćeno iz http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2002_04_46_924.html

NN 46/02b. (2002). *Nacionalni plan djelovanja na okoliš.*

NN 47/2014. (2014). *Zakon o zaštiti zraka.* Zagreb. Dohvaćeno iz http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_04_47_874.html

NN 50/2012; 138/2013. (2013). Zakon o savjetodavnoj službi. Zagreb. Dohvaćeno iz http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_12_148_3150.html

NN 75/2013, 150/2014. (n.d.). Pravilnik o načinu prikupljanja podataka, vođenju registra te uvjetima korištenja podataka o šumskim požarima.

NN 8/2012. (2012). *Protokol o integralnom upravljanju obalnim područjem Sredozemlja.* Zagreb. Dohvaćeno iz http://narodne-novine.nn.hr/clanci/medunarodni/2012_11_8_96.html

NN 8/99. (1999). *Državni plan za zaštitu voda.* Dohvaćeno iz http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/1999_01_8_98.html

NN 80/13a. (2013). *Zakon o zaštiti prirode.* Zagreb. Dohvaćeno iz http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_06_80_1658.html

NN 80/13b. (2013). *Zakon o zaštiti okoliša.* Zagreb. Dohvaćeno iz http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_06_80_1659.html

NN 89/02. (2002). Strategija poljoprivrede i ribarstva Republike Hrvatske. Narodne novine.

NN 91/08. (2008). *Strategija upravljanja vodama.*

NN 91/08. (2008). *Strategija upravljanja vodama.* Dohvaćeno iz http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_08_91_2900.html

Oppenheimer, M., Campos, M., Warren, R., Birkmann, J., Luber, G., O'Neill, B., & Takahashi, K. (2014). Emergent risks and key vulnerabilities. U *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability* (str. 1039-1099). Cambridge, UK & NY, SAD: Cambridge University Press, .

Orlić, & Pasarić. (2016). *AN IMPROVEMENT OF THE SEMI-EMPIRICAL METHOD OF ANALYSIS AND PROJECTION OF SEA LEVEL.*

Orlić, M., & Pasarić, Z. (2013). Semi-empirical versus process-based sea-level projections for the twenty-first century. *Nature Climate Change, 3*, 735–738.

Oswalt, M., & Marshall, G. (2008). Ragweed as an example of worldwide allergen expansion. *Allergy, Asthma, and Clinical Immunology*, 130-135.

Ozimec, R. &. (2009). *Crvena knjiga špiljske faune Hrvatske (Red book of Croatian cave dwelling fauna).* Zagreb: Ministarstvo kulture (Ministry of Culture) / DZZP (SINP).

Ozimec, R. M. (2011). *Zelena knjiga izvornih pasmina Hrvatske (Green book of indigenous breeds of Croatia).* Zagreb: Ministartvo kulture (Ministry of Culture) / DZZP (SINP)/HPA (Croatian agricultural agency)/NP Krka/COAST/UNDP/GEF/Rep.

Ozimec, R., & Mihinica, L. (. (2015). *Tradicijske sorte i pasmine Dalmacije (Traditional varieties and breeds of Dalmatia).* Zagreb: UNDP. Dohvaćeno iz http://www.hr.undp.org/content/croatia/en/home/presscenter/articles/2015/04/27/undp-in-zadar-presented-the-book-traditional-varieties-and-breeds-of-dalmatia-/

Petošić, D., S., H., I, M., B. H., & V., i. F. (2015). *Inventarizacija sustava podzemne odvodnje na poljoprivrednim površinama u RH, ocjena stanja i preporuke za obnovu i odrţavanje. .* Zagreb: Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu .

Pilaš, I., Medved, I., Medak, J., & Medak, D. (2014). Response strategies of the main forest types to climatic anomalies across Croatian biogeographic regions inferred from FAPAR remote sensing data. *Forest Ecology and Management*, 326: 58-78.

Porter, J., L, X., Challinor, A., Cochrane, K., Howden, S., Iqbal, M., . . . Travasso, M. (2014). Food security and food production systems. U IPCC, *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.* (str. 485-533). Cambridge University Press, Cambridge, UK and NY.

Potočić, N., Seletković, I., Jakovljević, T., Marjanović, H., Indir, K., Medak, J., & Lacković, N. (2015). *Oštećenost šumskih ekosustava Republike Hrvatske.* Hrvatski šumarski institut , Jastrebarsko. Dohvaćeno iz http://icp.sumins.hr/Izvjesca/O%C5%A1te%C4%87enost_%C5%A1umskih_ekosustava_Republike_Hrvatske_u_2015._godini.pdf

PP Medvednica. (2017). *Park prirode Medvednica*. Preuzeto 2017 iz http://www.pp-medvednica.hr/priroda/klima/

Punatrić, D. (2012). *Zdravstvena ekologija.* Zagreb: Medicinska naklada.

Puntarić, D., & Ropac, D. (2004). *Opća epidemiologija.* Zagreb: Medicinska naklada.

Radović, D., Kralj, J., Tutiš, V., & Ćiković, D. (2003). *Crvena knjiga ugroženih ptica Hrvatske (Red Book of Birds of Croatia).* Zagreb: MZOPU.

Republika Hrvatska. (2015). *Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku.* Zagreb. Dohvaćeno iz http://www.duzs.hr/download.aspx?f=dokumenti/Clanci/ProcjenarizikaodkatastrofauRH..pdf

Republika Hrvatska. (2015). *Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku.* Zagreb. Dohvaćeno iz http://www.duzs.hr/download.aspx?f=dokumenti/Clanci/ProcjenarizikaodkatastrofauRH..pdf

Ribolov. (2016).

Romić, & sur. (2013). *Integrirani pristup gospodarenja prirodnim resursima za održivu poljoprivredu Donje Neretve.* Zbornik radova sa znanstvenog skupa Šumarstvo i poljoprivreda hrvatskog sredozemlja na pragu Europske Unije.

Roy, S., Byrne, J., & Pickering, C. (2012). A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs and assessment methods across cities in different climatic zones. *Urban Forestry & Urban Greening , 11*(4), 351-363.

Rubinić, & Katalinić. (2014). *Water regime of Vrana Lake in Dalmatia (Croatia): changes, risks and problems. .* Hydrological Sciences Journal, 59.

Rudolph, L., Gould, S., & Berko, J. (2015). *Climate Change, Health, and Equity: Opportunities for Action.* Public Health Insitutute, Oakland, CA.

Saltman, R., & Brusse R, F. J. (2004). *Social health incurance systems in western Europe.* New York: Open Universiy Press.

Samet, J. M. (2009). *Adapting to Climate Change - Public Health.* An initiative of the climate policy program at RFF.

Sau, A. (2017). A Simulation Study on Hypothetical Ebola Virus Transmission in India Using Spatiotemporal Epidemiological Modeler (STEM):A Way towards Precision Public Health. *Journal of Environmental and Public Health*.

Schönthaler, K., & von Andrian-Werburg, S. (2015). *Evaluation of the German Strategy for Adoptation to Climate Change.* Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt. Preuzeto 20. siječnja 2017 iz http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/[XXXX]

Sijerković, M., & Čapka, B. (1994). Prirodne katastrofe, poljodjelstvo i gospodarenje vodama. *Stručnoznanstveni simpozij, „Poljoprivreda i gospodarenje vodama“*, (str. 487-495). Bizovačke Toplice.

Stipaničev, D. (2008). Holistički model integralne zaštite od požara raslinja Splitsko-dalmatinske županije. Makarska. Dohvaćeno iz https://bib.irb.hr/datoteka/539219.Holisticki-Makarska-08.pdf

Stipaničev, D., Vuko, T., Krstinić, D., Štula, M., & Bodrožić, L. (2006). Forest Fire Protection by Advanced Video Detection System. *Third TIEMS Workshop-Improvement of Disaster Managment Systems-local and global trends.*

Strizirep, T. (2014). Financiranje zdravstva. *Uručnik ppt prikaza s predavanja*. Poslovno učilište Experta.

Sviličić, P., Vučetić, V., Filić, S., & Smolić, A. (2016). Soil temperature regime and vulnerability due to extreme soil temperatures in Croatia. *Theoretical and Applied Climatology, 126*, 247–263.

Šašić, M. M. (2015). *Crvena knjiga danjih leptira Hrvatske (Red book of BUTTERFLIES of Croatia).* Zagreb: Ministarstvo zaštite okoliša i prirode (Ministry of Environmental and Nature Protection) / DZZP (SINP)/ Hrvatski prirodoslovni muzej (Cro.

Šimunić, I., Senta, A., & Tomić, F. (2006). Irrigation requirements and potentials of agricultural crops in northern Croatia. *Agronomski glasnik: 1*, 13-29.

Šoštarić, J., Romić, D., Marušić, J., Josipović, M., & Petošić, D. (2016). Stanje melioracijskih sustava za odvodnju i navodnjavanje u Republici Hrvatskoj. U M. Pospišil, & Vnučec I. (Ur.), *Zbornik 51. hrvatskog i 11. međunarodnog simpozija agronoma* (str. 10-18). Zagreb: Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Štrbenac, A. (. (2014). *Analiza stanja prirode u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2008. - 2012.* Zagreb: DZZP (SINP).

Tandarić, N. (2014). Prisilne migracije uslijed klimatskih promjena. *Holon, 4*(1), 89-96.

TFG. (2008). German Strategy for Adaptation to Climate Change. The Federal Goverment.

The World Bank. (2015). *Water & Climate Adaptation Plan for the Sava River Basin – Final Report.* Dohvaćeno iz http://documents.worldbank.org/curated/en/111101468188370674/Annex-one-development-of-the-hydrologic-model-for-the-Sava-river-basin

The World Bank. (2015). *Water & Climate Adaptation Plan for the Sava River Basin – Final Report.*

Tkalčec, Z. M. (2008). *Crvena knjiga gljiva Hrvatske (Red book of Croatian Fungi).* Zagreb: Ministarstvo kulture (Ministry of Culture) / DZZP (SINP).

Trinajstić, I. (1998). Fitogeografsko raščlanjenje klimazonalne šumske vegetacije Hrvatske. *Šumarski list, 122*(9-10), 407-421.

Tutiš, V. K. (2013). *Crvena knjiga ptica Hrvatske (Red book of birds of Croatia).* Zagreb: Ministarstvo kulture (Ministry of Culture) / DZZP (SINP).

Tvrtković, N. (2006a). *Crvena knjiga sisavaca Hrvatske (Red book of Mammals of Croatia).* Zagreb: Ministarstvo kulture (Ministry of Culture) / DZZP (SINP.

Tvrtković, N. (2006a). *Crvena knjiga sisavaca Hrvatske (Red book of Mammals of Croatia).* Zagreb: Ministarstvo kulture (Ministry of Culture) / Državni zavod za zaštitu prirode (SINP).

Tvrtković, N. (2006b). *Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske (Red book of Amphibians and Reptiles of Croatia).* Zagreb: Ministarstvo kulture (Ministry of Culture) / DZZP (SINP).

Tyrväinen, L. (1997). The amenity value of the urban forest: an application of the hedonic pricing method. *37*(3-4), 211-222.

Tzanatos, E., Raitsos, D. E., Triantafyllou, G., Somarakis, S., & Tsonis, A. A. (2014). Indications of a climate effect on Mediterranean fisheries. *Climatic Change, 122*((1-2)), 41-54.

UN World Tourism Organization. (2016). *UNWTO Tourism Highlights: 2016 Edition.* Dohvaćeno iz http://mkt.unwto.org/publication/unwto-tourism-highlights-2016-edition

UNDP. (2011). *Egypt's National Strategy for Adaptation to Climate Change And Disaster Risk Reduction.*

Vanhanen, H., Veteli, T., Päivinen, S., Kellomäki, S., & Niemelä, P. (2007). Climate change and range shifts in two insect defoliators: gypsy moth and nun moth – a model study. *Silva Fennica*, 41(4): 621-638.

Večernji list. (2017). Od 180 tisuća subjekata registriranih za poljoprivredu osigurano ih je manje od 4 posto. Izdanje od 17. siječnja, 2017.

Vilibic-Cavlek, T., Kaic, B., Barbic, L., Pem-Novosel, I., Slavic-Vrzic, V., Lesnikar, V., . . . Savini, G. (2014). First evidence of simultaneous occurrence of West Nile virus and Usutu virus neuroinvasive disease in humans in Croatia during the 2013 outbreak. *A Journal of Infectious Disease, 42*, 689–695.

Vilibić, I., Šepić, J., & Proust, T. (2013). Weaking termohaline circulation in the Adriatic Sea. *Climate Research, 55*, 217-225.

Vilibić, I., Šepić, N., & Dunić, N. (2015). Klimatske promjene u Jadranu. *Meteorološki izazovi 4: Klimatske promjene - odgovornosti današnje generacije.* Zagreb: DHMZ, GFZ, Hrvatska kontrola zračne plovidbe.

Vilibić-Čavlek, T. (2013). Human West Nile Virus Infection in Eastern Croatia. *Medical Sciences, 39*, 73-80.

Vitasse, Y., François, C., Delpierre, N., Dufrêne, E., Kremer, A., Chuine, I., & Delzon, S. (2011). Assessing the effects of climate change on the phenology of European temperate tree. *Agricultural and Forest Meteorology*, 151(1): 969-980.

Vlada Republike Hrvatske. (2005). *Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj (NAPNAV).* Zagreb: Vlada Republike Hrvatske.

Vlada Republike Hrvatske. (2013). *Strategija razvoja turizma Republike Hrvatske do 2020. godine.* Zagreb. Dohvaćeno iz http://www.mint.hr/UserDocsImages/Strategija-turizam-2020-editfinal.pdf

Vlada Republike Hrvatske. (2014). *Mrežna stranica Vlade Republike Hrvatske*. Dohvaćeno iz https://vlada.gov.hr/UserDocsImages//Sjednice/2014/182%20sjednica%20Vlade//182%20-%2016b.pdf

Vlada Republike Hrvatske. (2015). *Strategija prostornog razvoja Republike Hrvatske.* Zagreb. Dohvaćeno iz http://www.mgipu.hr/doc/StrategijaPR/SPRRH_Nacrt_KP_s_obrazlozenjem_14_03_2016.pdf

Vlada Republike Hrvatske. (2016). *NN 66/2016 - Plan upravljanja vodnim područjima 2016.-2021.* Dohvaćeno iz http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2016_07_66_1623.html

Vlada Republike Hrvatske. (2016). *Plan upravljanja vodnim područjima 2016. - 2021. - NN 66/2016.* Zagreb. Dohvaćeno iz http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2016_07_66_1623.html

Vlada Republike Hrvatske. (2017). Nacrt prijedloga Strategije i akcijskog plana zaštite prirode Republike Hrvatske za razdoblje od 2017. do 2025. godine. Zagreb. Dohvaćeno iz https://vlada.gov.hr/UserDocsImages//Sjednice/2017/02%20velja%C4%8Da/20%20sjednica%2014%20VRH//20%20-%2011%20b.pdf

Vrbek, B., Pilaš, I., & Pernar, N. (2011). Observed climate change in Croatia and its impact on hydrology of lowlands. U M. e. Bredemeier, *Forest Management and the Water Cycle.*

Vučetić, V. (2011a). Modelling of maize production in Croatia: present and future climate. *The Journal of Agricultural Science – Cambridge, 149*, 145–157.

Vučetić, V. (2011b). *Modeliranje utjecaja klimatskih promjena na prinose kukuruza u Hrvatskoj.* Zagreb: Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Vučetić, V. (2016). *Poljoprivreda i klimatske promjene.* Zagreb: Državni hidrometeorološki zavod.

Vučetić, V., & Čiček, P. (2012). Climate change impact on phenological stages of grapevine and Huglin index in Croatia. *Proceeding of Abstracts: 12th Annual Meeting of the European Meteorological Society (EMS)/9th European Conference on Applied Climatology.* Lodz: European Meteorological Society.

Vučetić, V., & Feist, O. (2013). Analysis of heat stress for the agricultural purposes in Croatia in the past, present and future. *Proceeding of Abstracts: 13 Annual Meeting of the European Meteorological Society (EMS)/11th European Conference on Applied Meteorology.* Reading: European Meteorological Society.

Vučetić, V., & Vučetić, M. (2005). Variations of phenological stages of olive-trees along the Adriatic coast. *Periodicum Biologorum, 107*, 335–340.

Vukelić, J., & Rauš, Đ. (1998). *Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj.* Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet.

Vuletić, D., Kauzlarić, Ž., Balenović, I., & Krajter Ostoić, S. (2014). Assessment of forest damage in Croatia caused by natural hazards in 2014. *SEEFOR, 5*(1), 65-79. doi:http://dx.doi.org/10.15177/seefor.14-07

Wall, G. (2006). Turistička industrija: Njena ranjivost i prilagodljivost promjeni klime. *Acta Turistica, Vol. 18/2006*.

WHO. (2014). *Global status report on noncommunicable diseases.*

World Health Organization. (2009). *Protecting Health from Climate Change.*

World Health Organization. (2017). *Terminology Information System [online glossary].* Dohvaćeno iz http://www.who.int/healthsystems/hss_glossary/en/index5.html

World Tourism Organization and United Nations Environment Programme. (2008). *Climate Change and Tourism - Responding to Global Challenges.* Madrid. Dohvaćeno iz http://sdt.unwto.org/sites/all/files/docpdf/climate2008.pdf

Zakon o šumama (NN 140/2005, 82/2006, 129/2008, 80/2010, 124/2010, 25/2012, 68/2012, 148/2013, 94/2014). (n.d.). Zakon o šumama. *Zakon o šumama*. Zagreb. Dohvaćeno iz http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_07_94_1884.html

Zaninović, K., & Matzarakis, A. (2014). Impact of Heat Waves on Mortality in Croatia. *Int J Biometeorol, 58*, 1135-1145.

Znaor, D. (1996). *Ekološka poljoprivreda - poljoprivreda sutrašnjice.* Zagreb: Nakladni zavod Globus.

Znaor, D. (2008). A Climate for Change - Agriculture. U S. Landau, S. Legro, & S. Vlašić, *A Climate for Change: Climate Change and its Impacts on Society and Economy in Croatia, UNDP's National Human Development Report 2008.* Zagreb: UNDP Country Office Croatia.

Znaor, D. (2008 b). *Environmental and economic consequences of large-scale conversion to organic farming in Croatia.* Colchester: Sveučilište Essex.

Znaor, D., & Karoglan Todorović, S. (2015). *Određivanje mogućih kombinacija M10 i M11 iz Programa ruralnog razvoja 2014-2020 uz procjenu mjera.* Zagreb: Agro Eko d.o.o.