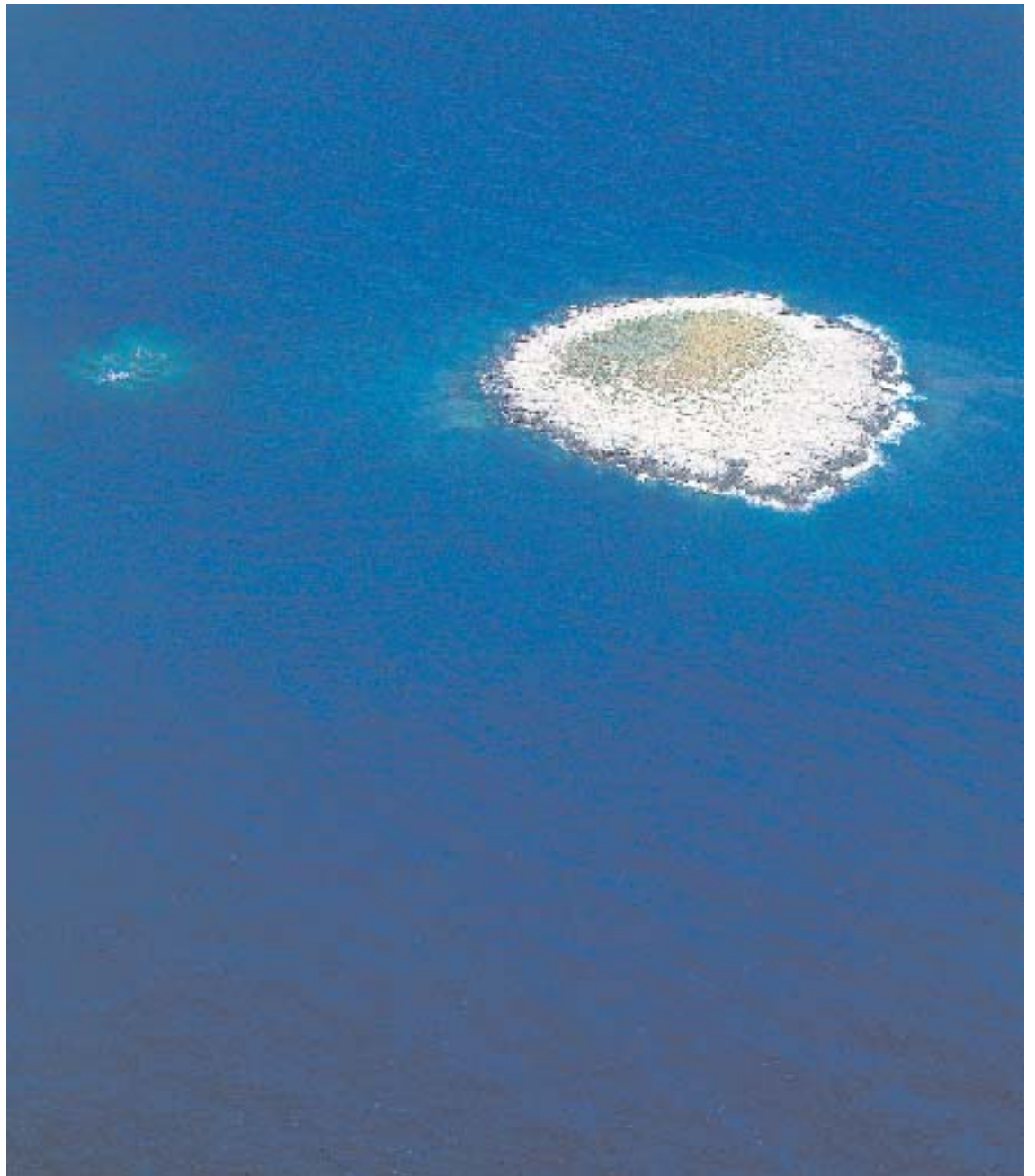




Prvo nacionalno izvješće  
Republike Hrvatske  
prema Okvirnoj konvenciji  
Ujedinjenih naroda  
o promjeni klime (UNFCCC)



2001.



Republika Hrvatska - Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja  
PRVO NACIONALNO IZVJEŠĆE REPUBLIKE HRVATSKE  
PREMA OKVIRNOJ KONVENCIJI UJEDINJENIH NARODA O PROMJENI KLIME (UNFCCC)

IZDAVAČ  
MINISTARSTVO ZAŠTITE OKOLIŠA I PROSTORNOG UREĐENJA

LEKTURA  
JAGODA BOJANIĆ CESAREC

GRAFIČKO OBLIKOVANJE  
KRISTINA BABIĆ

FOTOGRAFIJE  
CCN - IMAGES

PRIPREMA  
DENONA D.O.O., ZAGREB

TISAK  
TARGA D.O.O., ZAGREB

CIP - Katalogizacija u publikaciji  
Nacionalna i sveučilišna knjižnica - Zagreb

UDK 504.3.03 (497.5)  
551.583

PRVO nacionalno izvješće Republike  
Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji  
Ujedinjenih naroda o promjeni klime  
(UNFCCC) / <voditelj projekta Vladimir  
Jelavić>. - Zagreb : Ministarstvo zaštite  
okoliša i prostornog uređenja, 2001.

Bibliografija.

ISBN 953-6793-16-4

420213118

# Prvo nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC)



# Prvo nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC)

Voditelj projekta:

VLADIMIR JELAVIĆ, *dr. sc., ispred projekta Vlade i UNDP/GEF-a*

Koordinator Ministarstva:

JASENKA NEČAK, *Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja*

## AUTORI:

### Nacionalne osobitosti

MIRKO ŠESTIĆ (i suradnici po područjima), *EKONERG*

### Emisija i ponori

HRVOJE SUČIĆ, (voditelj tima), *EKONERG*

IGOR ANIĆ, *dr. sc., Šumarski fakultet*

SNJEŽANA FIJAN-PARLOV, *EKONERG*

ŽELJKO JURIĆ, *EKONERG*

MILAN MESIĆ, *dr. sc., Agronomski fakultet*

BRANIMIR PRPIĆ, *dr. sc., Šumarski fakultet*

DAVOR VEŠLIGAJ, *EKONERG*

### Politika i mjere, učinci mjera i scenariji

DAMIR PEŠUT, (voditelj tima, analiza mjera u energetici),  
*mr. sc., Energetski institut Hrvoje Požar*

JASENKA NEČAK (voditelj tima, politika i mjere), *Ministarstvo zaštite  
okoliša i prostornog uređenja*

IGOR ANIĆ, *dr. sc., Šumarski fakultet*

HELENA BOŽIĆ, *Energetski institut Hrvoje Požar*

SNJEŽANA FIJAN-PARLOV, *EKONERG*

ZORAN GRGIĆ, *dr. sc., Agronomski fakultet*

ŽELJKO JURIĆ, *EKONERG*

IVAN KISIĆ, *dr. sc., Agronomski fakultet*

SLAVKO MATIĆ, *dr. sc.*, Šumarski fakultet  
MILAN MESIĆ, *dr. sc.*, Agronomski fakultet  
DAVOR PERCAN, *mr. sc.*, Energetski institut Hrvoje Požar  
MARJAN POSAVI, *dr. sc.*, Agronomski fakultet  
VLADIMIR POTOČNIK, *Elektroprojekt*  
GORAN SLIPAC, *mr. sc.*, Hrvatska elektroprivreda  
DAVOR VEŠLIGAJ, *EKONERG*  
BRANKO VUK, *mr. sc.*, Energetski institut Hrvoje Požar

## Utjecaj i prilagodba na klimatske promjene

SONJA VIDIĆ (voditelj tima), *Državni hidrometeorološki zavod*  
IGOR ANIĆ, *dr. sc.*, Šumarski fakultet  
ANTE BARIĆ, *dr. sc.*, Institut za oceanografiju i ribarstvo  
FERDO BAŠIĆ, *dr. sc.*, Agronomski fakultet  
OGNJEN BONACCI, *dr. sc.*, Građevinski fakultet Split  
MARJANA ČAPKA, *dr. sc.*, Državni hidrometeorološki zavod  
JAKOV DULČIĆ, *dr. sc.*, Institut za oceanografiju i ribarstvo  
DRAGUTIN GEREŠ, *dr. sc.*, Hrvatske vode  
BRANKA GRBEC, *dr. sc.*, Institut za oceanografiju i ribarstvo  
ZORAN GRGIĆ, *dr. sc.*, Agronomski fakultet  
HRANISLAV JAKOVAC, *Akademija šumarskih znanosti*  
IVAN KISIĆ, *dr. sc.*, Agronomski fakultet  
SLAVKO MATIĆ, *dr. sc.*, Šumarski fakultet  
MARGITA MAŠTROVIĆ, *mr. sc.*, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja  
MILAN MESIĆ, *dr. sc.*, Agronomski fakultet  
TONI NIKOLIĆ, *dr. sc.*, Botanički zavod  
MARJAN POSAVI, *dr. sc.*, Agronomski fakultet  
BRANIMIR PRPIĆ, *dr. sc.*, Šumarski fakultet  
ANDRIJA RANDIĆ, *Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja*  
LIDIJA SRNEC, *Državni hidrometeorološki zavod*  
IVICA TRUMBIĆ, *dr. sc.*, Mediteranski akcijski plan, Centar za regionalne aktivnosti  
KSENIJA ZANINOVIĆ, *mr. sc.*, Državni hidrometeorološki zavod

## Program javne promidžbe i obrazovanja

VLADIMIR LAY (voditelj tima), *dr. sc.*, Institut Ivo Pilar  
ELEONORA KOROŠIĆ-KNEZ, *Hrvatska radiotelevizija*  
“ZNAJJE ZA OKOLIŠ” - nevladina ekološka udruga

## Istraživanja klimatskog sustava i atmosfere, sustavna motrenja

ZVONIMIR KATUŠIN, *Državni hidrometeorološki zavod*  
SONJA VIDIĆ, *Državni hidrometeorološki zavod*

## Povjerenstvo za izradu Prvog nacionalnog izvješća:

MATIJA FRANKOVIĆ, *dr. sc.*, Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, *predsjednik*  
BRANKO GELO, *dr. sc.*, Državni hidrometeorološki zavod, *potpredsjednik*  
VELIMIR PRAVDIĆ, *dr. sc. akademik*, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti  
JASENKA NEĆAK, *Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja*



IVAN VUKELIĆ, *Ministarstvo gospodarstva*  
JASNA MESARIĆ, *mr. sc., Ministarstvo zdravstva*  
ŽELJKO FINDRI, *mr. sc., Ministarstvo znanosti i tehnologije*  
ANĐELKA BEDRICA, *mr. sc., Hrvatska gospodarska komora*  
SVEA ŠVEL-CEROVEČKI, *dr. sc., INA-Industrija nafte d.d.*  
DAVOR PERCAN, *mr. sc., Energetski institut Hrvoje Požar*  
ANDREJA METELKO ZGOMBIĆ, *Ministarstvo vanjskih poslova*  
NENAD DUJMOVIĆ, *dr. sc., Ministarstvo pomorstva, prometa i veza*  
MILE ĐODAN, *Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva*  
ZORAN STANIĆ, *mr. sc., Hrvatska Elektroprivreda d.d.*  
ZVONIMIR KATUŠIN, *Državni hidrometeorološki zavod*  
JELICA KRPAN BABIĆ, *Pokret prijatelja prirode "Lijepa naša"*  
TONI VIDAN, *Zelena akcija Zagreb*

Nacionalno izvješće pripremljeno je kroz projekt Vlade Republike Hrvatske i UNDP/GEF-a - "Omogućavanje Hrvatskoj da izradi svoje prvo nacionalno izvješće Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime"



# Sadržaj

<b>1. SAŽETAK</b>	<b>— 17</b>
1.1. Uvod	— 17
1.2. Nacionalne osobitosti	— 17
1.3. Proračun emisije stakleničkih plinova	— 20
1.4. Politika i mjere	— 22
1.4.1. Opći kontekst - Postojeća politika i mjere	— 22
1.4.1.1. Opća i gospodarska politika	— 22
1.4.1.2. Energetska politika	— 22
1.4.1.3. Politika zaštite okoliša	— 23
1.4.1.4. Neke izdvojene povoljne odluke, aktivnosti i pozitivna praksa	— 23
1.4.1.5. Raspoložive tehnologije i znanja	— 24
1.4.2. Planirana politika i mjere	— 24
1.4.2.1. Polazne postavke i ciljevi	— 24
1.4.2.2. Mjere za smanjenje emisije	— 27
1.5. Učinci mjera i projekcije emisije stakleničkih plinova	— 30
1.6. Utjecaj klimatskih promjena i prilagodba	— 31
1.7. Istraživanja i sustavno promatranje promjene klime	— 35
1.8. Međunarodna suradnja	— 35
1.9. Obrazovanje i promidžba javne svijesti	— 36
<b>2. UVOD</b>	<b>— 41</b>
2.1. Obveze Hrvatske	— 41
2.2. Pozadina problema	— 43
2.3. Međunarodni odgovor na klimatske promjene	— 43
<b>3. NACIONALNE OSOBITOSTI</b>	<b>— 49</b>
3.1. Društveno-političko ustrojstvo	— 49
3.2. Stanovništvo	— 50
3.3. Geografska obilježja	— 51
3.4. Klima	— 52
3.5. Gospodarstvo	— 58
3.6. Energetska struktura	— 61
3.7. Transport i stanovanje	— 64
3.8. Poljoprivreda	— 65
3.9. Šumarstvo	— 69
3.10. Obala i obalno područje	— 73
3.11. Uvažavanje specifičnosti Hrvatske prema članku 4.6. Konvencije	— 73
<b>4. PRORAČUN EMISIJE, 1990. – 1995.</b>	<b>— 81</b>
4.1. Uvod	— 81

- 4.2. Sustav obrade i prikupljanja podataka — 82
- 4.3. Metodologija — 83
- 4.4. Rezultati proračuna — 84
  - 4.4.1. Skupni rezultati — 85
  - 4.4.2. Usporedba emisija s drugim zemljama — 87
  - 4.4.3. Emisija ugljikovog dioksida (CO<sub>2</sub>) — 88
  - 4.4.4. Emisija metana (CH<sub>4</sub>) — 92
  - 4.4.5. Emisija didušikovog oksida (N<sub>2</sub>O) — 93
  - 4.4.6. Emisija sintetičkih stakleničkih plinova — 94
  - 4.4.7. Emisija indirektnih stakleničkih plinova — 94
  - 4.4.8. Nesigurnost proračuna i verifikacija — 95

## **5. POLITIKA I MJERE — 101**

- 5.1. Opći kontekst – postojeća politika i mjere — 101
  - 5.1.1. Opća i gospodarska politika — 101
  - 5.1.2. Energetska politika — 102
  - 5.1.3. Politika zaštite okoliša — 106
  - 5.1.4. Politika gospodarenja šumama — 107
  - 5.1.5. Neke izdvojene povoljne odluke — 107
  - 5.1.6. Raspoložive tehnologije i tradicija energetskog planiranja — 108
- 5.2. Planirana politika i mjere za ublažavanje klimatskih promjena — 108
  - 5.2.1. Polazne postavke i ciljevi — 108
  - 5.2.2. Nacionalni program za ublaženje klimatskih promjena — 109
    - 5.2.2.1. Institucijski okvir — 111
    - 5.2.2.2. Područja rizika u ostvarenju programa — 113
    - 5.2.2.3. Pokazatelji za praćenje postignuća — 115
    - 5.2.2.4. Financiranje — 115
    - 5.2.2.5. Prioritetni koraci — 116
    - 5.2.2.6. Mehanizmi međunarodne suradnje  
Kyoto protokola — 117
    - 5.2.2.7. Sredstva provedbe — 118
    - 5.2.2.8. Uključivanje lokalnih zajednica u provođenje programa  
– Lokalna Agenda 21 — 120
  - 5.2.3. Mjere po sektorima — 121
    - 5.2.3.1. Energetika – smanjenje emisije CO<sub>2</sub> — 122
      - 5.2.3.1.1. Elektroenergetski sektor — 122
      - 5.2.3.1.2. Industrija — 127
      - 5.2.3.1.3. Promet — 128
      - 5.2.3.1.4. Usluge — 129
      - 5.2.3.1.5. Kućanstva — 131
      - 5.2.3.1.6. Zbirni prikaz mjera u energetici — 132
    - 5.2.3.2. Industrijski procesi — 135
    - 5.2.3.3. Gospodarenje otpadom — 137

5.2.3.4. Poljoprivreda — 139

5.2.3.5. Šumarstvo — 141

## **6. UČINCI MJERA I PROJEKCIJA EMISIJE STAKLENIČKIH PLINOVA — 147**

6.1. Uvod — 147

6.2. Energetika — 148

6.2.1. Elektroenergetski sektor — 151

6.2.2. Industrija — 152

6.2.3. Promet — 153

6.2.4. Uslužni sektor — 153

6.2.5. Kućanstva — 154

6.2.6. Projekcije emisije stakleničkih plinova u energetici  
- rekapitulacija — 154

6.3. Industrijski procesi — 156

6.4. Gospodarenje otpadom — 157

6.5. Projekcije emisije stakleničkih plinova u poljoprivredi — 158

6.6. Projekcije stakleničkih plinova u šumarstvu – vezivanje ugljika — 160

6.7. Sumarni prikaz scenarija — 161

## **7. UTJECAJ I PRILAGODBA KLIMATSKIM PROMJENAMA — 167**

7.1. Globalne klimatske promjene — 167

7.2. Scenariji klimatskih promjena — 168

7.2.1. Scenariji klimatskih promjena za Hrvatsku — 169

7.2.2. Opažene klimatske promjene u Hrvatskoj — 174

7.3. Hidrologija i vodni resursi — 175

7.3.1. Uvod — 175

7.3.2. Vodni resursi u Hrvatskoj — 177

7.3.3. Sustav upravljanja vodama u Hrvatskoj — 179

7.3.4. Utjecaj na hidrologiju i vodne resurse — 180

7.3.5. Utjecaj na sustav upravljanja vodama — 185

7.3.6. Prilagodba — 187

7.4. Posljedice klimatskih promjena i prilagodbe u šumarstvu — 189

7.4.1. Uvodno — 189

7.4.2. Utjecaj klimatskih promjena na strukturu i razvoj šumskih  
ekosustava u Hrvatskoj — 189

7.4.3. Utjecaj klimatskih promjena na pojavu šumskih požara — 192

7.4.4. Mjere za ublažavanje posljedica klimatskih promjena  
na šume — 193

7.5. Utjecaj i prilagodbe klimatskih promjena u poljoprivredi — 194

7.5.1. Uvodno — 194

7.5.2. Utjecaj na tlo — 195

7.5.3. Utjecaj i osjetljivost u uzgoju bilja — 195

7.5.4. Utjecaj i osjetljivost u stočarstvu — 199

- 7.5.5. Socio-ekonomski utjecaj — 200
- 7.5.6. Prilagodba u gospodarenju tlom — 201
- 7.5.7. Prilagodba u uzgoju bilja — 201
- 7.5.8. Prilagodba u stočarstvu — 202
- 7.5.9. Prilagodba i socio-ekonomski utjecaj — 203
- 7.6. Utjecaj na biološku raznolikost i prirodne kopnene ekosustave — 204
  - 7.6.1. Uvod — 204
  - 7.6.2. Ograničenje u procjenama — 204
  - 7.6.3. Metodološko ograničenje — 205
  - 7.6.4. Opći utjecaj na kopnene ekosustave i biološku raznolikost — 205
  - 7.6.5. Utjecaj na biljne svojte — 206
  - 7.6.6. Utjecaj na biljne zajednice — 207
  - 7.6.7. Utjecaj na biocenoze tla — 208
  - 7.6.8. Utjecaj na biocenoze slatkih voda — 208
  - 7.6.9. Fiziološki i ekološki utjecaj na faunu — 208
  - 7.6.10. Utjecaj na obalne ekosustave — 209
  - 7.6.11. Utjecaj na zaštićena područja — 209
  - 7.6.12. Najosjetljiviji ekosustavi i područja — 209
- 7.7. Obala i obalno područje — 210
  - 7.7.1. Ugrožena područja zbog podizanja razine mora — 210
  - 7.7.2. Utjecaji i socio-ekonomski učinci — 210
  - 7.7.3. Elementi plana aktivnosti za sprječavanje, smanjenje i ublažavanje negativnih socio-ekonomskih utjecaja — 213
- 7.8. Morski ekosustavi i riblje bogatstvo — 213
- 7.9. Utjecaj na zdravlje — 218
  - 7.9.1. Dosadašnja istraživanja i rezultati o utjecaju vremena na zdravlje u Hrvatskoj — 218
  - 7.9.2. Utjecaj klimatskih promjena na zdravlje — 220

## **8. ISTRAŽIVANJA, SUSTAVNA PROMATRANJA I PRAĆENJE — 225**

- 8.1. Istraživanja klime i klimatski scenariji — 225
- 8.2. Sustavna motrenja i uključivanje u globalni sustav motrenja promjene klime (GCOS) — 225
- 8.3. Istraživanja po pojedinim sektorima utjecaja — 228
  - 8.3.1. Hidrologija — 228
  - 8.3.2. Poljoprivreda — 228
  - 8.3.3. Šumarstvo — 228
  - 8.3.4. Biološka raznolikost i prirodni kopneni ekosustavi — 228
  - 8.3.5. Obalno područje — 229
  - 8.3.6. Morski ekosustavi i riblje bogatstvo — 229
  - 8.3.7. Utjecaj na zdravlje — 230

## **9. MEĐUNARODNA SURADNJA — 235**

**10. OBRAZOVANJE I PROMIDŽBA JAVNE SVIJEST — 241**

**11. LITERATURA — 247**

**PRILOG — 261**

Tablice emisije 1990.-1995. — 261





*Plitvička jezera*



# 1.

## Sažetak

1.1. Uvod	— 17
1.2. Nacionalne osobitosti	— 17
1.3. Proračun emisije stakleničkih plinova	— 20
1.4. Politika i mjere	— 22
1.4.1. Opći kontekst - Postojeća politika i mjere	— 22
1.4.1.1. Opća i gospodarska politika	— 22
1.4.1.2. Energetska politika	— 22
1.4.1.3. Politika zaštite okoliša	— 23
1.4.1.4. Neke izdvojene povoljne odluke, aktivnosti i pozitivna praksa	— 23
1.4.1.5. Raspoložive tehnologije i znanja	— 24
1.4.2. Planirana politika i mjere	— 24
1.4.2.1. Polazne postavke i ciljevi	— 24
1.4.2.2. Mjere za smanjenje emisije	— 27
1.5. Učinci mjera i projekcije emisije stakleničkih plinova	— 30
1.6. Utjecaj klimatskih promjena i prilagodba	— 31
1.7. Istraživanja i sustavno promatranje promjene klime	— 35
1.8. Međunarodna suradnja	— 35
1.9. Obrazovanje i promidžba javne svijesti	— 36



# Sažetak

## 1.1. Uvod

### *Obveze Hrvatske*

Republika Hrvatska postala je stranka Okvirne konvencije o promjeni klime (UNFCCC) 1996. godine, temeljem odluke Sabora o ratifikaciji (NN 55/1996.). Istom odlukom Republika Hrvatska je u skladu s točkom 22. Konvencije, kao zemlja koja prolazi proces prelaska na tržišno gospodarstvo, preuzela opseg svoje odgovornosti u okviru Priloga I. Konvencije. Time se Hrvatska između ostalog obvezala zadržati svoje emisije stakleničkih plinova na razini iz 1990. godine.

Republika Hrvatska potpisala je Kyoto protokol prema kojem, kad on stupi na snagu i ako bude ratificiran od strane Sabora, proizlazi obveza smanjenja emisije stakleničkih plinova za 5 posto, u razdoblju od 2008. do 2012., u odnosu na referentnu godinu.

Hrvatska kao zemlja ranjiva na klimatske promjene, osobito zbog obalnog područja s duljinom obalne linije od 5800 km, sa 1185 otoka, zbog ranjive poljoprivrede, šumarstva i njezinog socio-gospodarskog značenja te mogućeg utjecaja na hidrologiju, vodna bogatstva, kopneni i obalni ekosustav, ima razloga biti zabrinuta, a zbog toga i aktivna u međunarodnim naporima za rješavanje klimatskih promjena.

Konvencija nudi određenu fleksibilnost za zemlje u tranziciji u ispunjenju njihovih obveza, uključujući pitanje odabira referentne godine za emisije stakleničkih plinova. (Članak 4.6. Konvencije). U tom pogledu Republika Hrvatska ima određene specifičnosti i prijedloge, o čemu se govori u poglavlju 1.2.

### *Izrada Prvog nacionalnog izvješća*

Ovo izvješće izrađeno je zahvaljujući donaciji Globalnog fonda za okoliš (GEF-a) u sklopu projekta Vlade Republike Hrvatske i UNDP/GEF-a - "Omogućavanje Hrvatskoj da pripremi svoje prvo nacionalno izvješće sukladno obvezama iz UNFCCC-a". Izvješćem se prikazuje emisija stakleničkih plinova u razdoblju od 1990. do 1995. godine, u skladu s obvezama koje proizlaze iz uputa za izradu Prvog nacionalnog izvješća. Ostali podaci i informacije odnose se na spomenuto razdoblje s time što je dio informacija novijeg datuma, uglavnom one koje su bile raspoložive i za koje nije bilo potrebno provoditi dodatna istraživanja.

## 1.2. Nacionalne osobitosti

### *Društveno-političko ustrojstvo*

Hrvatska je kao samostalna država postala članica Ujedinjenih naroda 22. svibnja 1992. godine. Teritorijalno-administrativnu strukturu Republike

Hrvatske čini 20 županija i grad Zagreb. Najviša institucija zakonodavne vlasti je Hrvatski sabor, ustrojen kao jednodomni parlament čiji se članovi biraju svake četiri godine. U Republici Hrvatskoj državna je vlast ustrojena na načelu diobe vlasti na zakonodavnu, izvršnu i sudbenu. Hrvatska ima 19 ministarstava. Za pitanja klime zaduženo je Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja u kojem su Odjel za zaštitu atmosfere i Odsjek za klimatske promjene i zaštitu ozonskog omotača.

### *Stanovništvo*

Prema posljednjem popisu stanovništva iz 1991. godine na prostoru Hrvatske registrirano bilo je 4.784.265 stanovnika. Prosječna godišnja stopa porasta stanovništva u posljednjih 20 godina je iznosila 0,39 posto, dok je u posljednjih nekoliko godina promjena broja stanovnika bila negativna. Gustoća naseljenosti je vrlo raznolika, s prosjekom od 84,6 stanovnika po km<sup>2</sup> što Hrvatsku svrstava u srednje naseljene europske države.

### *Geografska obilježja*

Republika Hrvatska svojim položajem pripada srednjoeuropskoj, jadransko-mediteranskoj i panonsko-podunavskoj skupini država. Prostire se na površini od 87.677 km<sup>2</sup> od čega na kopno otpada 56.610 km<sup>2</sup>. Prostor Hrvatske dijeli se u velike prirodno-geografske cjeline: panonsku i peripanonsku (54,4 posto površine), gorsko-planinsku (14 posto) i jadransku (31,6 posto).

### *Klima*

Prema Köppenovoj klasifikaciji najveći dio Hrvatske ima umjereno toplu kišnu klimu sa srednjom mjesečnom temperaturom najhladnijeg mjeseca višom od  $-3^{\circ}\text{C}$  i nižom od  $18^{\circ}\text{C}$ . Samo najviša planinska područja ( $>1200\text{ m nm}$ ) imaju snježno - šumsku klimu sa srednjom temperaturom najhladnijeg mjeseca nižom od  $-3^{\circ}\text{C}$ . U unutrašnjosti najtopliji mjesec u godini ima srednju temperaturu nižu, a u priobalnom području višu od  $22^{\circ}\text{C}$ . Srednja godišnja temperatura zraka na priobalnom području kreće se između  $12^{\circ}\text{C}$  i  $17^{\circ}\text{C}$ . Ravničarsko područje sjeverne Hrvatske ima srednju godišnju temperaturu između  $10^{\circ}\text{C}$  i  $12^{\circ}\text{C}$ , a na visinama većim od 400 m nižu od  $10^{\circ}\text{C}$ .

Srednje godišnje količine oborina u Hrvatskoj kreću se između 600 i 3500 mm. Najmanje količine na Jadranu imaju vanjski otoci ( $<700$ ), najveće vrijednosti do 3500 mm vrhovi planina u Gorskom kotaru (Risnjak i Snježnik).

Najsunčaniji dijelovi Hrvatske su vanjski otoci srednjeg Jadrana (Vis, Lastovo, Biševo i Svetac) i zapadne obale otoka Hvara i Korčule s više od 2700 sati sijanja Sunca. Godišnja insolacija u središnjem planinskom području iznosi 1700-1900 sati s najmanjom insolacijom (1700 sati godišnje) i najvećom nao-blakom (6-7 desetina) u Gorskom kotaru.

Opažene klimatske promjene iskazane su u poglavlju 1.4. ovog sažetka.

### *Gospodarstvo*

Struktura gospodarstva pokazuje da oko 60 posto prihoda čine usluge, oko 30 posto industrija, a oko 10 posto poljoprivredni sektor. Zahvaljujući svom zemljopisnom položaju i prirodnim resursima, turizam u Hrvatskoj ima značajno mjesto.

U prvom polugodištu 2000. godine neki gospodarski pokazatelji bilježe rast. Međutim i dalje postoje problemi poput visoke stope nezaposlenosti (u srpnju 2000. je iznosila 20,6 posto), deficita državnog proračuna, visokog deficita na tekućem računu platne bilance i izostanka većih stranih ulaganja. Inflacija je u

lipnju 2000. bila 7 posto, a troškovi života porasli su za 5,6 posto. Prema podacima za prvih sedam mjeseci 2000. godine BDP je dosegao vrijednost od 4254 USD po stanovniku.

### *Energetska struktura*

Ukupna potrošnja energije u Republici Hrvatskoj u 1998. godini iznosila je 354 PJ, što približno iznosi 1,8 t ekvivalentne nafte po stanovniku. Tako niska specifična potrošnja energije svrstava Hrvatsku na samo začelje europskih, pa i tranzicijskih zemalja u pogledu potrošnje energije. U strukturi ukupne potrošnje primarne energije u razdoblju 1990. - 1998. nije bilo većih promjena: prevladavaju tekuća goriva s udjelom od oko 45 posto, a slijede prirodni plin i vodne snage. Potrošnja ugljena je smanjena s 8,5 posto iz razdoblja devedesetih, na 2,6 posto u 1998.

U proizvodnji električne energije udio proizvodnje hidroelektrana iznosi od 40 do 60 posto, a iz nuklearne energije 15 do 20 posto (1990.-1995.). **U 1996. godini samo je 21 posto energije proizvedeno iz termoelektrana na fosilna goriva, od čega pola korištenjem prirodnog plina.** U proizvodnji električne energije oko 15-18 posto ostvaruje se iz kogeneracijskih postrojenja.

### *Poljoprivreda*

Ukupna površina poljoprivrednog zemljišta je 3.181.000 ha što čini 56,5 posto površine Hrvatske ( $\pm 2$  posto). Od ukupno 4.784.265 stanovnika prema popisu od 1991. godine ukupno poljoprivredno stanovništvo broji 409.647 osoba (8,5 posto). Svako treće kućanstvo u Hrvatskoj u vlasništvu je poljoprivrednog gospodarstva. Zemljišni posjed usitnjen je, upravo "atomiziran" do te mjere da je usitnjenost jedna od temeljnih zapreka racionalnom korištenju proizvodnih potencijala, što najbolje predočuje podatak o čak 18 milijuna zemljišnih parcela, tako da je prosječna površina posjeda oko 3 ha u 7-8 parcela. U razdoblju od 1989. do 1998. godine smanjuju se površine pod važnijim ratarskim kulturama, te proizvodnja većine glavnih oraničnih kultura u Hrvatskoj.

### *Šumarstvo*

Šume pokrivaju 36,4 posto kopnene površine državnog teritorija i zajedno sa šumskim zemljištem čine jedinstveno šumskogospodarsko područje na 2.457.648 ha (43,5 posto). Od toga je 81 posto šuma u državnom vlasništvu i 19 posto u privatnom. Šume u Republici Hrvatskoj uz more spadaju u najvažnije prirodne resurse. Približno 95 posto šuma u Republici Hrvatskoj nastalo je prirodnim pomlađivanjem, a ostalo su umjetno podignute šumske kulture i plantaže. Temeljno načelo hrvatskog šumarstva je održivo gospodarenje s očuvanjem prirodne strukture i raznolikosti šuma, te trajno povećanje stabilnosti i kakvoće gospodarskih i općekorisnih funkcija šuma. Treba istaknuti kako je čista sječa zabranjena Zakonom o šumama, a prirodna obnova šuma je temeljni postulat.

Ukupna drvena zaliha (volumen drva) šuma Hrvatske iznosi 324 milijuna m<sup>3</sup>. Sastoji se približno od 84 posto bjelogorice i 16 posto crnogorice. Najzastupljenije vrste drva su obična bukva, hrast lužnjak, obična jela, hrast kitnjak te ostale vrste bjelogorice i crnogorice.

### *Uvažavanje specifičnosti Hrvatske s obzirom na članak 4.6 Konvencije*

Prema članku 4.6 Konvencije zemaljama u tranziciji prema tržišnom gospodarstvu daje se određeni stupanj fleksibilnosti u ispunjenju njihovih obveza prema Konvenciji, uključujući pitanje izbora referentne godine.

Emisija stakleničkih plinova s područja Hrvatske vrlo je mala, među najmanjima od zemalja Priloga I. Konvencije. U prijedlogu Hrvatske postoje određene speci-

fičnosti jer je Hrvatska do 1991. godine kada je postala samostalna država, bila u sklopu bivše Jugoslavije. U određivanju emisije stakleničkih plinova Hrvatska ima problema jer su pouzdani podaci raspoloživi od osamostaljenja, praktički od 1992. godine. Do 1992. godine prostor bivše Jugoslavije bio jedinstveno gospodarsko i energetska tržište s aktivnostima koje nije moguće pravedno teritorijalno raspodjeliti. Zbog problema u određivanju emisije, posebice u sektoru energetike koji nosi najveći dio emisije stakleničkih plinova, emisija Hrvatske do 1992. godine određena je dijelom na temelju podataka koji su bili raspoloživi za bivšu Jugoslaviju. Republika Hrvatska u referentnoj 1990. godini ima emisiju 39,4 Mt eqCO<sub>2</sub>, što je 8,24 t eqCO<sub>2</sub>/stanovnik.

Ispunjenje obveza iz Konvencije i Kyoto protokola za Hrvatsku će biti vrlo težak zadatak, možda praktički i neizvediv. Socio-ekonomske implikacije primjene dodatnih mjera s obzirom na polazno stanje male emisije, posljedice rata i tranziciju ekonomije, nedvojbeno su velike. S tim u vezi svaki trošak koji nadilazi koristi, prostor je iznad nacionalnog scenarija održivosti. Na konferenciji stranaka COP6 (Hag, studeni 2000.) i COP7 (Marakeš, studeni 2001.) Hrvatska je izjavom najavila probleme s kojima je suočena u preuzimanju obveza iz Konvencije i Kyota.

### 1.3. Proračun emisije stakleničkih plinova

#### *Emisija u razdoblju 1990.-1995.*

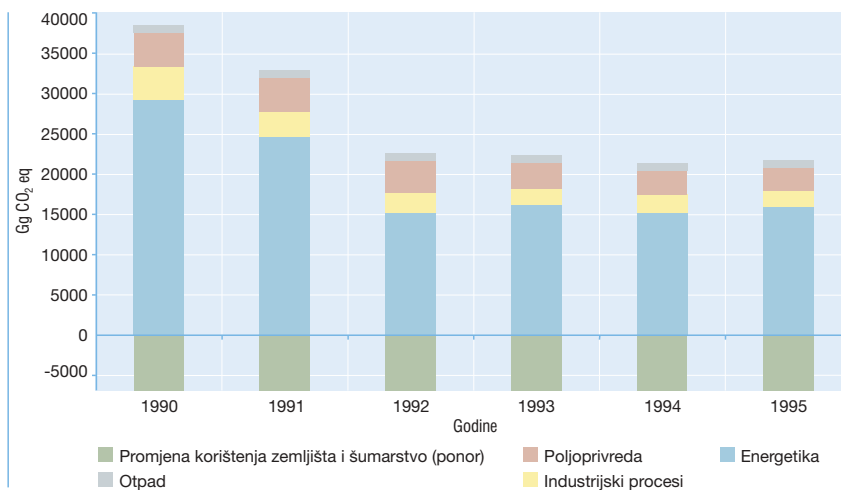
U cijelom razdoblju između 1990. i 1995. godine iznos emisije je pao za oko 45 posto, a najdrastičnije smanjenje se uočava između 1991. i 1992. (26 posto). U godinama poslije 1992. iznos emisije također pada, ali nešto sporije i svoj minimum dostiže 1994. godine, da bi u zadnjoj promatranoj godini emisija blago porasla. Ovakav trend emisije izravna je posljedica specifične situacije u Republici Hrvatskoj koja je u razdoblju od 1991. do 1995. nakon raspada bivše SFRJ bila u obrambenom ratu. Kao posljedica toga došlo je do općeg smanjenja gospodarskih aktivnosti i energetske potrošnje u zemlji, a dodatno, uslijed učinka gospodarstva u tranziciji, došlo je i do smanjenja ili ukidanja nekih, ionako malobrojnih, energetski intenzivnih industrijskih proizvodnji, što se uvelike odrazilo na iznos emisija stakleničkih plinova.

Udio u emisiji stakleničkih plinova nije se značajnije mijenjao u svim godinama. U godini 1990. iznosio je 78,0 posto za CO<sub>2</sub>, 9,9 posto za N<sub>2</sub>O, 9,7 posto za CH<sub>4</sub> te 2,4 posto za sintetičke plinove. Emisija sintetičkih plinova dolazi uglavnom iz proizvodnje primarnog aluminija koja se gasi nakon 1991. godine. U ukupnoj emisiji u 1990. godini energetika ima udjel od 75,9 posto, industrijski procesi 10,7 posto, poljoprivreda 11,0 posto i gospodarenje otpadom 2,4 posto.

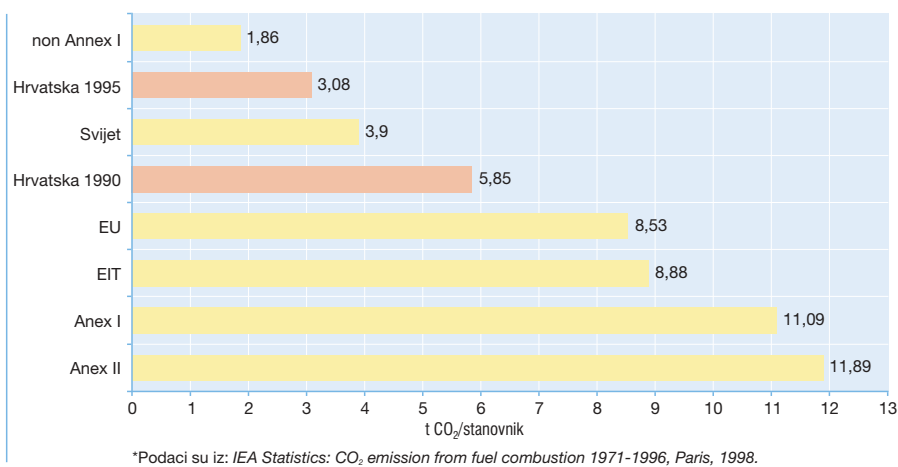
Raspoloživi podaci o emisiji nakon 1995. godine pokazuju nagli trend porasta emisije po stopi od 5 posto godišnje (emisija nakon 1995. Nije određena IPCC metodologijom).

#### *Usporedba emisije s drugim zemljama*

Hrvatska ima relativno malu emisiju stakleničkih plinova po stanovniku, praktički jednu od najmanjih među razvijenim zemljama i zemljama u tranziciji (slike 1-2., 1-3.). Hrvatska je u 1990. godini imala emisiju 1,61 kg eqCO<sub>2</sub>/USD (BDP-a), a ta se emisija, usprkos negativnim trendovima gospodarstva, smanjila za 24 posto do 1995. godine.

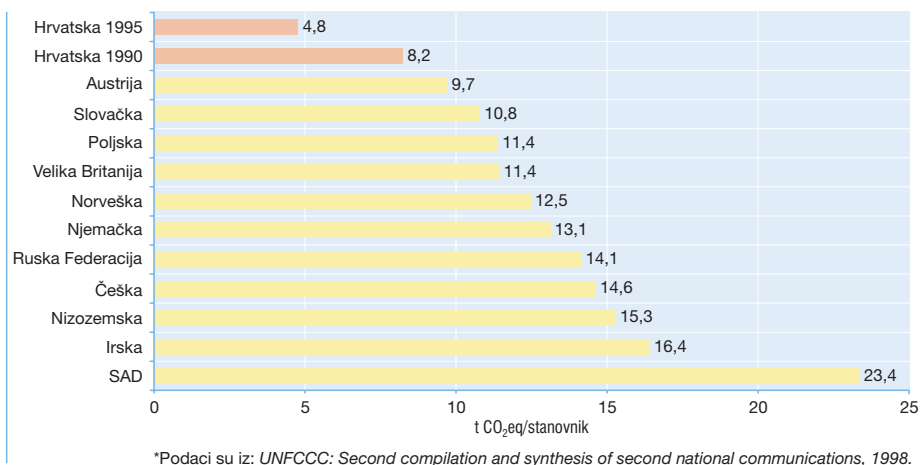


Slika 1-1.: Skupne emisije i ponori stakleničkih plinova za 1990. do 1995. prema sektorima



\*Podaci su iz: IEA Statistics: CO<sub>2</sub> emission from fuel combustion 1971-1996, Paris, 1998.

Slika 1-2.: Emisija CO<sub>2</sub> uslijed izgaranja goriva za Hrvatsku i neke grupacije zemalja



\*Podaci su iz: UNFCCC: Second compilation and synthesis of second national communications, 1998.

Slika 1-3.: Ukupne emisije stakleničkih plinova (bez ponora) po stanovniku za neke Annex I zemlje

## 1.4. Politika i mjere

### 1.4.1. Opći kontekst - postojeća politika i mjere

Pitanje klime poprimilo je globalni značaj u vrijeme kada je Hrvatska prolazila kroz najteže godine svoje povijesti, u vrijeme ratnih razaranja, a potom političke izolacije, čemu treba dodati i općepoznate probleme zemlje u tranziciji. Razumljivo je da su u takvim prilikama globalna pitanja okoliša bila od relativno manjeg značaja, a politika je bila usmjerena egzistencijalnim pitanjima, povećanju zaposlenosti, porastu standarda, obnovi razrušenih područja, i uspostavi demokratskog i politički stabilnog sustava. Posljednjim političkim promjenama iz 2000. godine, Hrvatska vanjskopolitička pozicija se znatno poboljšala što je između ostalog rezultiralo ulaskom u WTO, u Partnerstvo za mir i početkom pregovora za pristupanje u EU.

Bez obzira na prethodno navedeno, generalno se može reći da je dosadašnja politika i mjere te niz pojedinačnih *ad hoc* odluka rezultiralo vrlo malom emisijom stakleničkih plinova, znatno manjom od emisije razvijenih država i država u tranziciji. Neke odluke kao što je odustajanje od izgradnje termoelektrane na ugljen te usmjerenje na opciju razvoja energetike temeljene na prirodnom plinu, bile su gotovo isključivo vođene pitanjem klimatskih promjena i zaštitom okoliša.

#### 1.4.1.1. Opća i gospodarska politika

Osnovni pravci Hrvatske gospodarske politike vezani su za transformaciju ka tržišnoj ekonomiji, obnovu ratom razrušenih područja, privatizaciju, uklapanje u međunarodne gospodarske tijekove, restrukturiranje gospodarstva prema sekundarnim i tercijalnim djelatnostima, povećanje proizvodnje i zaposlenosti. Visoka stopa nezaposlenosti, veća od 21 posto, razlogom je da su trenutni pravci politike usmjereni velikim dijelom na rješavanje ovog problema. Politička nestabilnost u regiji još uvijek prijeti i otežava uspostavu nesmetane trgovine, što je osobito imalo utjecaja na turizam kao značajnu granu hrvatskog gospodarstva.

Prvi cjeloviti dokument vizije Hrvatske za budućnost trebao bi biti prihvaćen do kraja 2002. godine (*Gospodarska strategija - Hrvatska u 21. stoljeće*), u kojem se određuju temeljni okviri društveno-gospodarskog razvoja, uključujući i pitanja zaštite okoliša. Dio koji se odnosi na strategiju razvoja energetike, inače elaboriran znatno ranije *Nacrtom energetske strategije Hrvatske (1998.)*, korišten je pri izradi ovog nacionalnog izvješća.

#### 1.4.1.2. Energetska politika

Prema ciljevima Vlade Republike Hrvatske, temeljni strateški zadatak energetike je osiguranje kvalitetne i sigurne opskrbe potrošača energijom, što uključuje mogućnost da potrošač izabere kvalitetniji i jeftiniji energent, a za to je nužna pretpostavka intenzivnijeg uključivanja u međunarodno tržište energije. Program Vlade postavlja cilj povećanja energetske učinkovitosti, izvršit će se diverzifikacija energenata i izvora, poticat će se korištenje obnovljivih izvora energije, uspostaviti će se realne (tržišne) cijene električne energije i razvitak energetskog tržišta i poduzetništva, te voditi briga o zaštiti okoliša. Reorganizacije energetskog sektora provodit će se prema pet temeljnih zakona prihvaćenih u srpnju 2001. godine: Zakon o energiji, Zakon o tržištu električne



energije, Zakon o tržištu plina, Zakon o tržištu nafte i naftnih derivata te Zakon o regulaciji energetske djelatnosti (NN 68/2001.). U okviru ovih zakona potiče se uporaba obnovljivih izvora energije i energetske efikasnosti. Zakonom je propisano osnivanje fonda za trajno financiranje nacionalnih energetskih programa i osnivanje regulatorne agencije.

#### *Nacionalni energetske programi*

Vlada Republike Hrvatske donijela je 1997. godine Odluku o pokretanju projekta Nacionalnih energetskih programa (NEP) u sklopu programa PROHES (Program razvoja i organizacije hrvatskog energetskog sektora). Projekt je pokrenut s ciljem izgradnje takvog sustava gospodarenja energijom u kojem bi se posebno promovirale čiste tehnologije, plinifikacija, energetska efikasnost, korištenje obnovljivih izvora i zaštita okoliša. Ustanovljeno je 11 programa iz područja energetske efikasnosti, obnovljivih izvora energije, transporta i program plinifikacije Hrvatske.

#### *Politika u elektroenergetici*

Politika u sektoru za proizvodnju električne energije imala je nedvojbeno najvećeg udjela u tome što je emisija stakleničkih plinova u Hrvatskoj relativno manja u odnosu na druge zemlje. Nacionalna kompanija "Hrvatska elektroprivreda" koja pokriva 90 posto potreba za električnom energijom nalazi se pred reorganizacijom i privatizacijom. U prvom koraku provest će se razdvajanje djelatnosti proizvodnje, prijenosa i distribucije energije, a potom postupna privatizacija. Razvoj novih kapaciteta, prema scenariju ublaženja temeljit će se na kogeneracijskim postrojenjima na plin u gradovima gdje postoji konzum toplinske energije, primjeni visoko učinkovitih kombi plinskih turbina, te iskorištenju preostalog hidro potencijala. U pripremi su projekti obnovljivih izvora energije te uspostava servisnih tvrtki za uštedu energije, projektima koji će sufinancirati GEF.

### 1.4.1.3. Politika zaštite okoliša

Politika zaštite okoliša u nadležnosti je Ministarstva zaštite okoliša i prostornog uređenja s tim što su pitanja voda u nadležnosti Državne uprave za vode. Zakonodavstvo u zaštiti okoliša sastoji se od zakona, uredbi i pravilnika. Zakone na prijedlog Vlade i Ministarstva prihvaća Sabor Republike Hrvatske uz prethodnu raspravu na Odboru za zaštitu okoliša i prostornog uređenja Sabora. S gledišta klimatskih pomjena, najvažniji je Zakon o zaštiti okoliša, Zakon o zaštiti zraka, Uredba o emisiji štetnih tvari u zrak iz stacionarnih izvora, Zakon o otpadu, Pravilnik o uvjetima za postupanje s otpadom i Pravilnik o procjeni utjecaja na okoliš. Cjelovit prikaz ocjene stanja provedbe politike zaštite okoliša može se naći u izvješću *Environmental Performance Review* koji su pripremili stručnjaci UNECE 2000. godine. U tijeku je dovršenje *Strategija zaštite okoliša s Nacionalnim akcijskim planom djelovanja (NEAP)* koja obuhvaća i pitanja klime usklađeno s ovim izvješćem.

### 1.4.1.4. Neke izdvojene povoljne odluke, aktivnosti i pozitivna praksa

U nastavku se iskazuju neke značajne pojedinačne odluke i pozitivna praksa uvjetovana gospodarskim razlozima i pitanjima zaštite okoliša, što je imalo izravan utjecaj na smanjenje emisije stakleničkih plinova: gašenje velikih energetskih potrošača kao što je recimo Koksara Bakar, tvornice ferolegura u Šibeniku, visokih peći u Sisku, usmjerenje ka zajedničkim ulaganjima u energetske izvore u drugim republikama bivše Jugoslavije uključujući i obnovljive izvore, usmjerenje ka maksimalnom iskorištenju hidropotencijala, veliki udio koge-

neracijskih postrojenja u proizvodnji električne energije, razvojni cilj ka uslužnim i energetske neintenzivnim industrijama, plinifikacija kućanstava Hrvatske, zatvaranje jedinog domaćeg ugljenokopa zbog ekoloških razloga, odgoda izgradnje nove termoelektrane na ugljen, održivo gospodarenje šumama, tradicionalno visok udio korištenja biomase za ogrjevne potrebe (5-7 posto ukupne energetske potrošnje), izgradnja nuklearne elektrane PWR tehnologije zapadnog tipa. U nekim gradovima lokalnim odlukama zabranjeno je korištenje ugljena (udio ugljena u općoj potrošnji je manji od 1 posto).

#### 1.4.1.5. Raspoložive tehnologije i znanja

Hrvatska ima relativno dobre tehničke preduvjete za uvođenje „klimatski“ povoljnih tehnologija. Osim raspoloživog kadra i velikih kapaciteta u okviru poznatih strojarских i energetske tvrtki postoji niz malih poduzeća koja bi mogla preusmjeriti svoju proizvodnju na nove tehnologije. Postoji proizvodnja solar-nih kolektora, potpuna oprema za hidroelektrane i kotlogradnju. Stručni potencijali za planiranje, izradu studijskih podloga, pripremu projekata i projektiranje sposobni su za samostalno provođenje cjelokupnog programa, uz minimalnu tehničku pomoć međunarodnih stručnjaka.

### 1.4.2. Planirana politika i mjere

#### 1.4.2.1. Polazne postavke i ciljevi

Hrvatska za sada ispunjava preuzete obveze prema Konvenciji, jer su emisije stakleničkih plinova manje od emisije iz 1990. godine.

Dugoročni temeljni cilj Hrvatske u pogledu pitanja klime, postavljen u okviru izrade ovog Nacionalnog izvješća je:

*Ublaženje klimatskih promjena u skladu s općim načelima Konvencije i preuzetim obvezama, na način koji omogućava gospodarski razvoj na održivi način*

Hrvatska u ovom trenutku još nije postavila kvantitativni cilj u pogledu smanjenja emisije stakleničkih plinova. U sklopu pripreme ovog nacionalnog izvješća prvi puta su analizirane mogućnosti i implikacije ispunjenja obveza Konvencije i Kyoto protokola. U tom smislu akcije koje se prikazuju u Nacionalnom izvješću prvi su okvirni akcijski plan za ublažavanje klimatskih promjena.

Kyoto protokolom za Hrvatsku je utvrđeno smanjenje emisije za 5 posto u odnosu na referentnu godinu. S obzirom na opća načela Konvencije koja su navedena prethodno postavljeni cilj nije pravedan za Hrvatsku. Nažalost, u vrijeme pregovora u Kyotu Hrvatska nije imala raspoložive podatke o emisiji i mogućnostima smanjenja emisije, tako da nije bila u prilici pregovarati o cilju koji je u skladu s njezinim osobitostima i mogućnostima.

#### *Organizacijsko-institucijski okvir za provođenje mjera*

U okviru Nacionalnog izvješća postavljen je cilj uspostave Nacionalnog programa za ublaženje klimatskih promjena. Program će se nadograditi na postojeći sustav razvijen u okviru projekta pripreme nacionalnog izvješća o promjeni klime. Sustav će se sastojati od sljedećih dijelova:

- **Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja** bit će odgovorno za provođenje cjelokupnog programa. Ono će određivati stratešku politiku, koordi-

nirati i nadzirati program, provoditi administrativne poslove i pružati tehničku potporu. Program će biti u nadležnosti **Odsjeka za zaštitu klime i ozonskog omotača**, u **Odjelu za zaštitu atmosfere**.

- **Nacionalno povjerenstvo o promjeni klime** savjetodavno je tijelo koje će provoditi nadzor i ocjenjivati rezultate programa, prosuđivati i odlučivati o bitnim pitanjima strateškog značaja te pomagati u izmjeni informacija, povezivanju institucija i interesnih strana.
- **Izvršni koordinacijski odbor je tijelo** koje će operativno voditi Program, bit će sastavljeno od vodećih stručnjaka te predstavnika relevantnih tijela državne i lokalne uprave.
- **Znanstveno-stručni savjet programa** pomoć će u rješavanju tehničkih i metodoloških pitanja Programa.
- **Radne skupine** bit će sastavljene su od predstavnika interesnih aktera pojedinih područja. Radne skupine programa izgradnje kapaciteta bit će u nadležnosti Ministarstva zaštite okoliša, a ostale radne skupine programa provedbe u nadležnosti pripadnih ministarstava.
- **Projekti** i potprogrami su pojedini radni zadaci definiraniog trajanja, opsega koji se odnose na pitanja klimatskih promjena. Oni mogu biti u nadležnosti pojedinih ministarstava, javnih poduzeća, lokalnih uprava, znanosti, privatnih poduzeća, nevladinih udruga i drugih. Projekti čine sponu između institucija i drugih programa čiji su sastavni dio. Voditelji projekata ili njihovi predstavnici članovi su Radnih skupina.
- **Veze s drugim programima i projektima** ostvaruju se na svim hijerarhijskim razinama programa, što znači na razini projekata, radnih skupina, ili na razini izvršnog odbora i samog Nacionalnog odbora za klimatske promjene.

Predloženi model umrežava niz postojećih institucija s minimalnim potrebama za stalno zaposlenim osobljem u institucijama države, a time je i prilagodljiv potrebnim promjenama. Također, on omogućava što kraći prijenos znanja i poslova iz javnog sektora u privatni sektor i civilno društvo što je ultimativna potreba svakog programa koji teži djelotvornom provođenju i partnerstvu.

Nakon osnivanja **Agencije za zaštitu okoliša** (prioritet iz Nacionalnog akcijskog plana zaštite okoliša) pojedina područja s trajnim kadrovskih potrebama i rutinskim poslovima, te operativno vođenje programa postupno će se premjestiti u Agenciju.

Program će se organizacijski sastojati od dva dijela: 1) Programa izgradnje kapaciteta i 2) Programa provedbe.

**Program izgradnje kapaciteta (KLIMAp)** Cilj ovog programa je izgradnja inistitucionalnih, zakonodavnih, organizacijskih i znanstvenih kapaciteta, osnaživanje ljudskih resursa i podizanje javne svijesti o pitanjima klime i razvoja. Programom će se izgrađivati i prenositi iskustva i znanja, poticati razvoj, prijenos i primjena tehnologija.

**Provedbeni program (KLIMApr)** Provedbeni program KLIMApr odnosi se na pripremu i provođenje projekata te potrebnu prateću podršku na provedbenoj razini, u obliku propisa, tehničkih priručnika, službi potpore, poticajnih mjera, nadzora i praćenja i realizacije projekata.

#### *Područja rizika u realizaciji programa*

Rizici u realizaciji programa su mnogobrojni, a odnose se na niz prepreka koje je potrebno prevladati. One su najvećim dijelom vezane uz financijska sred-

stva, način razmišljanja i znanje, a tek manjim dijelom na tehničke preduvjete. U samom početku, posebnu pažnju treba posvetiti edukaciji i promidžbi javne svijesti.

S obzirom na to da je predloženi program velikim dijelom zasnovan na korištenju resursa izvan tijela državne uprave potrebno je pažljivo regulirati prava i dužnosti pojedinih aktera i voditi brigu o trajnom očuvanju uspostavljenih kapaciteta, vrijednosti i znanja.

### *Financiranje*

Troškovi uspostave klimatskog programa izgradnje kapaciteta (KLIMAKap) u naredne tri godine procjenjuju se na 1,5-3 mil. \$. U tom razdoblju potrebno je u potpunosti izgraditi sustav koji će omogućiti provođenje mjera. Troškovi se odnose na potrebni angažman stručnjaka, bilo u tijelima državne uprave ili izvan njih.

Procjene troškova pokazuju da bi za smanjenje emisije u iznosu od 20 posto u odnosu na referentni scenarij, što podrazumijeva primjenu gotovo svih analiziranih mjera, bilo potrebno u 2010. godini osigurati 120 milijuna \$ godišnje.

Za financiranje programa predviđaju se četiri temeljna izvora: državni proračun, naknade za emisiju stakleničkih plinova, komercijalni krediti banaka i međunarodne bilateralne financijske i tehničke pomoći. U početnim fazama programa provedbe, bit će potrebna znatna međunarodna pomoć, posebice se računa na mehanizme financiranja GEF-a.

### *Prioritetni koraci*

Prioritetni koraci politike koje je potrebno hitno provesti su:

- uspostava mehanizma stabilnog financiranja putem naknade na emisiju (u okviru uspostave Fonda zaštite okoliša i energetske efikasnosti)
- uspostava Programa odgovarajućom političkom odlukom

Za izgradnju kapaciteta za provedbu Programa potrebno je sljedeće dvije godine provesti niz aktivnosti vezanih uz izradu operativnih i sektorskih planova, studijskih podloga za pripremu zakona i projekata, sustava za praćenje emisija, upotpunjavanja znanja u planiranju politike i mjera, provedba programa javne promidžbe itd. Izgradnja kapaciteta ne smije usporiti provedbu, zbog toga je potrebno maksimalno podržati započete aktivnosti i istodobno raditi na iznalaženju i pripremi novih projekata.

U poticanju provedbe započet će se s demonstracijskim primjerima i pilot projektima što zahtijeva izgradnju poticajnih mjera za podršku Nacionalnih energetskih programa i drugih mjera u industriji, šumarstvu i poljoprivredi. Operativnim planom za provođenje Programa definirat će se detalji načina provedbe.

### *Mehanizmi međunarodne suradnje Kyoto protokola*

U sklopu Kyoto protokola omogućava se da zemlje zadovolje svoje obveze „domaćim“ mjerama i dodatno putem mehanizma zajedničke provedbe (JI), mehanizma čistog razvoja (CDM) ili trgovanjem emisijom (ET). JI i ET su mehanizmi koji vrijede između država stranaka Priloga I., a CDM je mehanizam koji vrijedi između bilo koje države Priloga I., te onih koje nisu u Prilogu I. Konvencije.

Strategija primjene mehanizama Kyota ovisit će o rješavanju pitanja referentne godine za Hrvatsku u sklopu UNFCCC-a.

Mogući JI projekti trebali bi biti vezani uz mjere kojima se ostvaruju i drugi pozitivni učinci favorizirani u ovom trenutku, kao što je recimo gospodarenje otpadom, mjere u šumarstvu, mjere u industriji koje doprinose povećanju proizvodnje i uvođenju novih tehnologija, mjere u poljoprivredi i projekti korištenja biomase.

### *Sredstva provedbe*

U izboru sredstava Hrvatska će slijediti načelo “dobre prakse” koja objedinjava niz različitih instrumenata za provođenje politike: ekonomske, fiskalne, zakonodavne, dobrovoljne, temeljene na informacijama, obrazovanju i istraživanju. U Hrvatskoj je prioritetno provesti preustroj energetskog sektora i uvesti naknadu na emisiju CO<sub>2</sub>. Sakupljena sredstva iz naknade treba koristiti za izgradnju kapaciteta, provedbu poticajnih mjera, poticanje demonstracijskih primjera “dobre prakse” te za izdavanje “mekih” kredita i sufinanciranje projekata. Preduvjet za uspjeh Programa je propisivanje ciljeva po pojedinim sektorima i ugrađivanje ciljeva i provedbenih mehanizama u sektorske strategije, planove i zakonodavstvo. Potrebno je razraditi način prijenosa obveza na pojedine industrijske grane i individualne izvore emisije. Obrazovanje, informiranje i izgradnja javne svijesti treba biti stalno s maksimalnim sudjelovanjem nevladinih udruga.

U uspostavi poticajnog okruženja za provođenje mjera, vrlo je bitno povećati interes bankarskog sektora za investiranje u projekte ublaženja klimatskih promjena. To će biti moguće jedino ako su jasni dugoročni ciljevi i poticaji koje će država primijeniti u njihovoj provedbi te osigurana stabilnost energetskog tržišta.

Neke mjere koje čine neposredne zapreke za realizaciju projekata u pripremi treba što prije ukloniti i pod cijenu “ad hoc” rješenja ako se radi o demonstracijskim i pilot projektima, u cilju stjecanja iskustva za što bolju uspostavu cjelovitog pristupa.

### *Uključivanje lokalnih zajednica u provođenju programa - Lokalna Agenda 21*

Budući da mnogi problemi i rješenja imaju svoje korijene u lokalnom djelovanju, sudjelovanje i suradnja lokalnih zajednica jedan je od odlučujućih čimbenika u postizanju ciljeva. Planira se poticanje projekata Lokalne Agenda 21 i pokretanje zajedničkog nacionalnog programa.

## 1.4.2.2. Mjere za smanjenje emisije

Za smanjenje emisije utvrđeno je ukupno 39 mjera u svim sektorima emisije. Utvrđeni potencijali smanjenja emisije vrijednosti su kojima treba težiti, u nekim slučajevima to su maksimalno postizive vrijednosti dok se u nekim slučajevima radi o realno izvedivim potencijalima. Ne opterećujući se u ovom trenutku brojčanom vrijednosti, svaki sektor i subjekt koji pridonosi emisiji stakleničkih plinova treba pokazati napredak, što znači započeti s pripremom i realizacijom projekata.

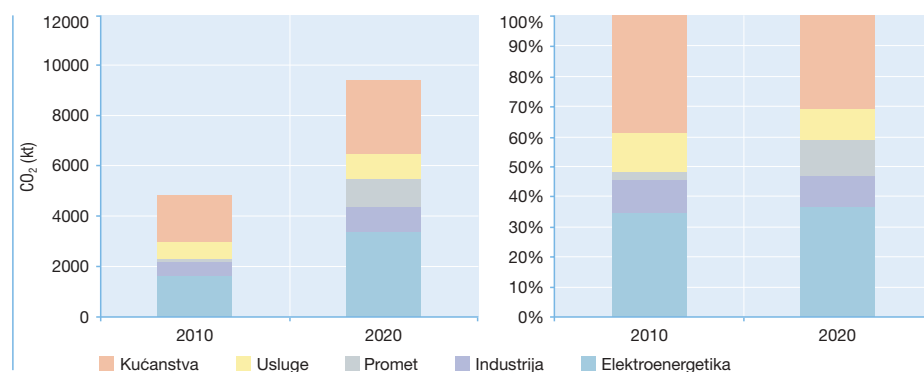
Pri izboru prioriternih akcija i mjera te pripadnih sredstava za njihovo provođenje osnovni kriterij je ekonomska djelotvornost mjere što znači da se u načelu prioritet daje onoj mjeri koja ima manji trošak po jedinici izbjegnute emisije. Osim kriterija djelotvornost-trošak potrebno je uzeti u obzir niz ostalih čimbenika koji su ovom trenutku u Hrvatskoj čak i važniji od ekonomskog. Iskazane preferencije dobivene tijekom izrade izvješća i javne rasprave pokazuju da je u ovom trenutku najznačajniji kriterij podizanje proizvodnje i otvaranje novih radnih mjesta.

## Energetika

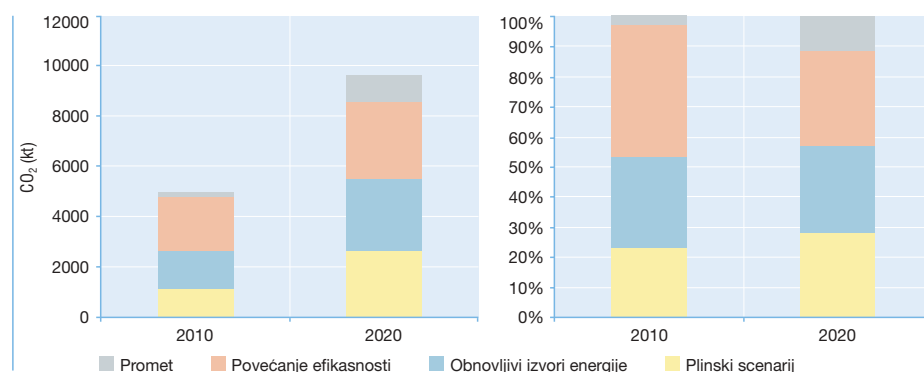
Mjere u energetici odnose se na povećanje djelotvornosti u proizvodnji, prijenosu i distribuciji električne energije, korištenje obnovljivih izvora energije, uštede energije kod potrošača (DSM), mjere u transportu i prelazak na gorivo s manje sadržaja ugljika (prirodni plin). Na slici 1-4. dan je skupni prikaz doprinosa mjera u energetici, po pojedinim sektorima, a na slici 1-5. po pojedinim grupama mjera. Najveća smanjenja mogu se ostvariti u sektoru kućanstva i elektonergetike, primjenom mjera efikasnosti i obnovljivih izvora energije. Najjeftinije i ekonomski isplative su mjere povećanja učinkovitosti i primjene solarne energije u kućanstvima, a također i mjera "plinski scenarij" razvoja elektonergetskog sektora koja ima veliki potencijal smanjenja emisije. Od obnovljivih izvora energije najveći potencijal je u korištenju biomase, u sektoru proizvodnje električne energije, sektoru kućanstava i uslužne djelatnosti i industrije.

## Industrijski procesi

U industrijskim procesima 90 posto emisije potječe od proizvodnje dušične kiseline, amonijaka i proizvodnje cementa. U proizvodnji dušične kiseline dolazi do emisije CO<sub>2</sub> za što ne postoje tehnologije za smanjenje emisije koje bi bile ekonomski prihvatljive. Vrlo značajno smanjenje može se postići u proizvodnji amonijaka ugradnjom katalitičkih uređaja za smanjenje emisije N<sub>2</sub>O. U cementnoj industriji smanjenje emisije može se ostvariti povećanjem energetske djelotvornosti procesa, korištenjem otpada u zamjeni za fosilno gorivo, prelaskom na gorivo s manje sadržaja ugljika i izmjenama smjese sirovine u proizvodnji klinkera. Najveće smanjenje ostvaruje se promjenom goriva, međutim to je problem jer danas cementare u Hrvatskoj zbog međunarodne konkurentnosti prelaze s tekućeg i plinskog goriva na ugljen petrol-koks, pa je realizacija ove mjere već sada ugrožena.



Slika 1-4.: Udio energetskih sektora u potencijalu za smanjenje emisije CO<sub>2</sub> iz energetike



Slika 1-5.: Udio pojedinih grupa mjera u potencijalu za smanjenje emisije CO<sub>2</sub> iz energetike



### Gospodarenje otpadom

Značajno smanjenje emisije može se ostvariti mjerama u gospodarenju otpadom, uz relativno male dodatne troškove i uz ostale popratne ekološke koristi. Prva mjera je izbjegavanje proizvodnje otpada te intenzivno odvajanje i recikliranje otpada. Druga mjera je termička obrada otpada s energetske iskoristenošću čime se zamjenjuje fosilno gorivo, bilo da se radi o termičkoj obradi krutog otpada ili korištenju deponijskog plina metana u energetske svrhe. Smanjenje emisije postiže se i spaljivanjem, što je rješenje ako ne postoje mogućnosti energetske iskoristenošću. Uz pretpostavku da će se energetske iskoristenošću 70 posto otpada moguće je smanjiti emisiju za 1 mil. tona eqCO<sub>2</sub>.

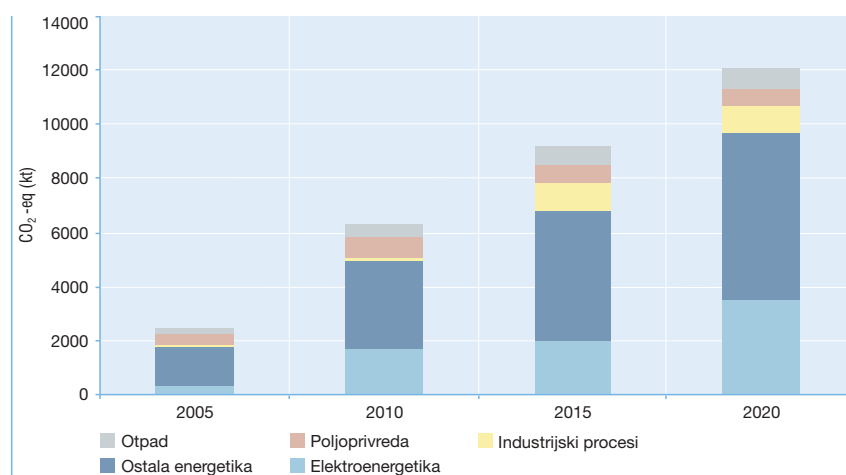
### Poljoprivreda

U poljoprivredi premda postoji niz mjera, zbog teškoća i nepoznanica u razvoju ovog sektora, ne bi trebalo računati na ukupni potencijal mogućeg smanjenja. Procjene pokazuju da bi u optimističkim scenarijima razvoja poljoprivrede moglo doći do povećanja emisije. U ovom trenutku najznačajnija je mjera koja je izvodljiva i ima vrlo veliki potencijal iskoristenošću biljnog otpada za energetske svrhe i proizvodnja biodizela.

### Šumarstvo

U šumarstvu postoje dvije vrste mjera: povećanje zaliha ugljika u biljnoj masi što su ponori emisije, a druga mjera je korištenje biomase za energetske svrhe kao supstitucija fosilnog goriva. Od nekoliko potencijalno izvedivih mjera, najperspektivnija je sadnja novih šuma na raspoloživom šumskom zemljištu (330.000 ha novih površina). Ovime bi se mogla smanjiti emisija za oko 2,2 mil. t CO<sub>2</sub> godišnje. Ova mjera ima izrazite ekološke i sociološke koristi, ali ona nažalost ne može dati značajne pozitivne efekte u prvom razdoblju obveze od 2008. do 2012. godine. Vrlo značajna mjera je primjena drvene biomase za gorivo, iskoristenošću postojećih količina drvnog otpada. Ova mjera ima najveći potencijal od svih obnovljivih izvora energije.

Ukupni potencijal smanjenja emisije stakleničkih plinova, po pojedinim sektorima, prikazan je na slici 1-6.



Slika 1-6.: Ukupni potencijal mjera za smanjenje emisije

## 1.5. Učinci mjera i projekcije emisije stakleničkih plinova

Projekcije emisije napravljene su za dva scenarija:

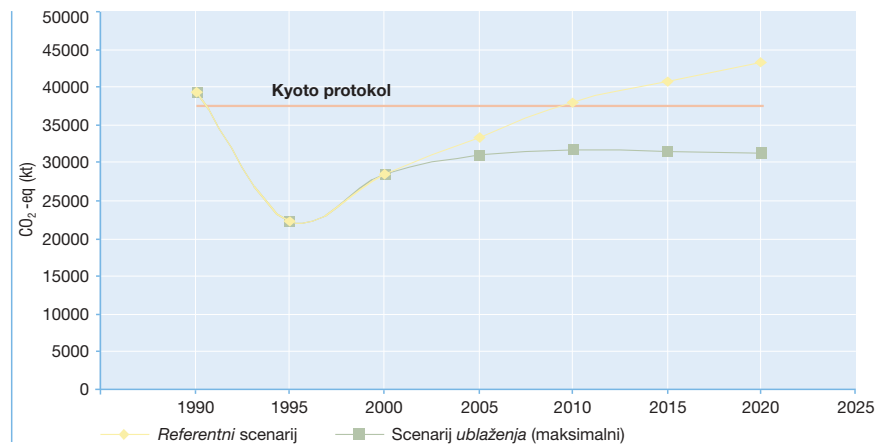
- Scenarij 01 – “*uobičajena praksa*” (*sinonimi su: referentni scenarij i temeljni scenarij*) - se temelji na pretpostavci usporenog uključivanja novih tehnologija u gospodarstvo te nedostatnoj aktivnosti države u reformi i restrukturiranju energetske i ostalih sektora. To znači manju skrb države za institucijsku i organizacijsku reformu, izostanak potpore energetskej efikasnosti i obnovljivim izvorima energije, promjenama u industriji, poljoprivredi, šumarstvu i zaštiti okoliša općenito. Scenarij 01 nije potpuno “zamrznuto” stanje i nastava po današnjoj praksi, on uključuje određena tehnološka poboljšanja koja bi se dogodila neovisno o potrebama klimatskog programa. Scenarij 01 preuzet je scenarij S-421 iz Nacrta energetske strategije Hrvatske (Granić i drugi, 1998.).
- Scenarij M1 – “*ublaženje*” - polazi od pretpostavke da će pitanje klimatskih promjena i koncept održivog razvitka osjetno djelovati na preusmjeravanje sveukupne industrije i cijelog gospodarstva u Hrvatskoj. Pritom se očekuje da bi se osjetni učinci promjena mogli ostvariti u razdoblju nakon 2010. godine. Ovaj scenarij je kombinacija mjera opisanih u poglavlju 1.4., s tim što su u slučajevima sa dvije ili više alternativnih mjera za scenarij M1 odabrane one s najvećim potencijalom smanjenja emisije.

Analiza dugoročnog društvenog i gospodarskog razvitka Republike Hrvatske polazi od pretpostavke da će se pronaći stabilno političko rješenje u regiji, uz strateški cilj Hrvatske da se uključi u Europsku uniju.

Rezultat analize je ocjena da će u razdoblju od 1994. do 2025. godine domaći proizvod rasti s prosječnom stopom od oko 5 posto. Predviđeni porast za Hrvatsku bi 2020. godine značio 3,2 puta veći GDP nego 1995. godine. Izraženo u USD/stanovniku, to bi značilo rast od 3873 na 12.464 USD/stanovniku. To znači da bi Hrvatska u 2020. godini imala GDP na razini današnjeg stanja u Grčkoj i Portugalu, ali bitno manje od prosjeka Europske unije. U strukturi domaćeg proizvoda usluge bi još povećale svoju zastupljenost sa 61 na 66 posto, sekundarni sektor bi ostao na 25 posto, a poljoprivreda bi smanjila svoju zastupljenost sa 14 na 9 posto. U 2020. godini se očekuje 4,86 milijuna stanovnika, što je za oko 0,2 mil. stanovnika više u odnosu na 1995. godinu, odnosno oko 2 posto više od broja stanovnika po popisu 1991. godine.

Ukupne emisije za *referentni scenarij i scenarij ublaženja* prikazane su na slici 1-7. S tim u vezi ovdje se navodi da **nuklearna opcija nije uključena u razmatranje**, potencijale mjera u energetici treba još detaljnije istražiti, to se posebice odnosi na vjetar i biomasu. Mjere povećanja drvene zalihe u šumarstvu koje su procijenjene na 2,2 mil. tona CO<sub>2</sub> (ponor emisije) nisu prikazane na dijagramu. Naime, za Hrvatsku je prema pravilima Kyoto protokola otvoreno pitanje u kojoj mjeri će moći uračunavati ovo smanjenje emisije. Scenariji se temelje na makroekonomskim projekcijama gospodarskog razvoja iz 1995. godine, koje su se pokazale ponešto preoptimističnim, međutim, u ukupnosti razlika nije tolika da bi mijenjala zaključke u ovom trenutku.





Slika 1-7.: Projekcije emisije stakleničkih plinova u Hrvatskoj

Slika 1-7. pokazuje da se primjenom dodatnih mjera u odnosu na referentni scenarij u Hrvatskoj može postići stabilizacija emisije stakleničkih plinova, na razini referentne godine i Kyoto cilja.

Treba međutim istaknuti da se prikazani scenarij ublaženja sa slike 1-7. realno teško može postići, ili je to gotovo nemoguće u kratkoročnom razdoblju do 2012. godine, zbog čega je ovaj scenarij označen kao maksimalni. On podrazumijeva potpuno iskorištenje potencijala, u ovom trenutku određenih na temelju agregiranih podataka, pristupom koji obično daje vrlo optimistične vrijednosti u odnosu na rezultat dobiven kolektiranjem potencijala pojedinih projekata (“pristup od dna prema gore”).

U svim prethodnim konstatacijama postoje rezerve s obzirom na niz neizvjesnosti vezano uz tehnološki napredak, gospodarski razvoj, političko stanje u regiji, položaj Hrvatske prema EU, međunarodnu pomoć i niz drugih pitanja. Tu su i nesigurnosti vezane uz identifikaciju i procjene potencijala mjera i njihovih troškova, na čemu treba trajno raditi.

## 1.6. Utjecaj klimatskih promjena i prilagodba

Sadašnje stanje spoznaje procesa očekivanih promjena ne omogućuje preciznu procjenu budućeg razvoja procesa u uvjetima promjene klime. Provedene procjene bile su usmjerene na opažanje povijesnih trendova u odnosu na klimatske faktore i zaključivanje o osjetljivosti i ranjivosti pojedinih dijelova ekosustava u pretpostavljenim promjenama budućeg stanja. One su u ovoj fazi bile najviše temeljene na kvalitativnim procjenama, ali su za neka područja korišteni i modeli na kojima treba dalje raditi. Prije izrade ovog izvješća značajnija istraživanja o utjecajima promjene klime napravljena su prvi puta 1992. godine u sklopu studije *Klimatske promjene i Mediteran*, (UNEP, 1992.), a radovi iz područja poljoprivrede i šumarstva objavljeni su prvi puta skupno u zborniku radova *Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama* (HAZU, 1988.).

### *Klimatski scenariji*

Regionalni modeli promjene temperature zraka dobiveni prema *bussines as usual* globalnom scenariju (podvostručenje CO<sub>2</sub> u atmosferi) daju porast temperature nad područjem Hrvatske u rasponu od 2,0 do 2,8° C duž obale i u gorskom dijelu, te 2,4 do 3,2° C u nizinskom dijelu Hrvatske. Najveće promjene očekuju se za ljeto, s predviđenim porastom od 2,8-3,2° C (obalno područje), odnosno 3,2 do 3,6° C (nizinski dio, Istra). Godišnje količine oborina mogle bi porasti između 4 do 10 posto na obali i u gorskom području, te 8 do 10 posto u nizinskim krajevima i Istri.

## *Opazene klimatske promjene u Hrvatskoj*

Osnovni zaključci izvedeni na osnovi rezultata analize dugih nizova meteoroloških mjerenja na području Hrvatske:

- Područje Hrvatske nalazi se u širokoj prijelaznoj zoni promjena predznaka temperaturnih trendova. Trendovi za kontinentalnu Hrvatsku i priobalje razlikuju se po obilježjima.
- Godišnji trend srednje dnevne temperature pokazuje lagani (ali za sada nisu statistički dokazivi - signifikantni) porast temperature (0,3-0,4° C).
- Godišnji trend maksimalne dnevne temperature pokazuje lagani pad (statistički nesignifikantni) s time da se po sezonama razlikuje. U proljeće i ljetno maksimalne temperature su u laganom padu, dok su u jesen i zimi u laganom porastu.
- Godišnji trend minimalne dnevne temperature pokazuje signifikantni porast u kontinentalnoj Hrvatskoj, dok se u Crikvenici bilježi lagani pad u proljeće.
- Dnevni raspon temperature (MAX-MIN) se smanjuje na razini signifikantnosti.

### **Visinske postaje**

1. Na visinskim postajama (Zavižan i Puntijarka) zabilježen je brži porast maksimalnih temperatura nego minimalnih. Dnevni temperaturni raspon raste (signifikantno na Zavižanu).
2. Postoji signifikantni porast tlaka zraka na obje visinske postaje, što se dovodi u vezu s porastom učestalosti vremenskih tipova s višim tlakom zraka, u kojima je dnevni temperaturni raspon veći - indikacija promjene opće cirkulacije nad našim područjem.

### **Naoblaka i oborine**

1. Postoji tendencija signifikantnog pada srednje godišnje naoblake na području Hrvatske.
2. Godišnje količine oborina pokazuju trend smanjenja, jače izražen na jadranskoj postaji - značajnije osušenje mediteranskog područja (19 posto - sjeverni Jadran, 13 posto - istočna Hrvatska, 4 posto - sjeverozapadna Hrvatska).

### **Komponente vodne ravnoteže**

1. Porast temperature odražava se na općem signifikantnom porastu potencijalne evapotranspiracije: Osijek - 15 posto u 100 godina, Crikvenica - 7 posto.
2. Evapotranspiracija je u Osijeku signifikantna - 8 posto u 100 godina, dok u Crikvenici nema promjena.
3. Smanjene količine oborina (zbog padajućeg trenda) ne mogu zadovoljiti potrebe biljaka za vodom (zbog povećane evapotranspiracije) to rezultira signifikantnim smanjenjem otjecanja i sadržaja vode u tlu, i u Slavoniji i u Primorju.
4. Znatno smanjenje otjecanja može imati negativne posljedice u vodnom gospodarstvu, dok smanjenje količine vode u tlu može štetiti vegetaciji.

### *Hidrologija i vodni resursi*

Analiza vodostaja rijeka vodoslivnog područja kontinentalne Hrvatske (Save i Drave) i jezera Vrana u obalnom području, za razdoblje nizova od 75 do 100 godina pokazuju na veliku varijabilnost vodostaja u razdoblju 1926.-1975., pri čemu se njihova amplituda smanjuje u posljednja dva desetljeća. Također, po-

kazuje se trend snižavanja srednjeg i najmanjeg godišnjeg vodostaja u posljednja dva desetljeća. Analiza meteoroloških i hidroloških podataka pokazuje da negativna odstupanja u vodostaju u potpunosti prate pozitivan predznak odstupanja temperature, a sličan je odnos i u količini oborina i protoka. Dakle, nedvojbeno je da hidrološki režim prati promjene u klimatološkim značajkama i da će se ubuduće promjene klime značajno odražavati na vodne resurse i njihovu raspoloživost.

Na osnovi postojećih prognoza promjena klime u Hrvatskoj, otjecanje u tipičnom slivu u zapadnoj Hrvatskoj i u regiji dinarskog krša moglo bi se smanjiti za 10 do 20 posto u odnosu na postojeće. U istočnom dijelu Hrvatske očekuje se da će promjene biti manje od 10 posto. Moguće smanjenje otjecanja i njegova vjerojatna redistribucija tijekom godine izazvat će nedostatak vode u ljetnom razdoblju, u čemu je osobito osjetljivo obalno područje gdje se već danas u vrijeme turističke sezone i velikih potreba osjeća povremeni nedostatak vode. Također povećat će se rizik od požara.

U kontinentalnoj Hrvatskoj zbog mogućeg smanjenja prihranjivanja podzemnih voda u planiranju vodoprivrednih zahvata kao što je izgradnja višenamjenskih kanala, melioracije ili izgradnja hidroelektrana, treba voditi računa o mogućoj promjeni režima podzemnih i površinskih voda.

### *Poljoprivreda*

Na primjeru bilance vode za nizinsku Hrvatsku može se pretpostaviti da će se manjak vode u tlu u ljetnim mjesecima povećati za 30 do 60 posto. Istovremeno, godišnji broj dana s temperaturom iznad 10° C bio bi veći nego danas, i to za 25 do 40 dana. U gorskim predjelima, gdje na temelju sadašnjih prosječnih vrijednosti bilance vode nema manjka, može se očekivati prosječni nedostatak vode tijekom kolovoza. Na temelju trajanja pojedinih kardinalnih temperatura može se pretpostaviti produženje vegetacijskog razdoblja za 25 do 45 dana. Na primjeru proračuna za obalnu Hrvatsku može se očekivati povećanje nedostatka vode u tlu od 25 do 56 posto. Trajanje razdoblja s temperaturom od 10° C povećalo bi se za 55 do 90 dana.

Na temelju ovih proračuna može se pretpostaviti da će sjetva jarina započinjati ranije, a ovisno o mogućnostima osiguranja dovoljnih količina vode za navodnjavanje, vegetacija će trajati duže. Osim navodnjavanja, postoji određena mogućnost izbjegavanja negativnog utjecaja nedostatka vode, pri čemu su od presudnog značaja sustavi obrade tla prakticirani na nekom području, zatim rokovi sjetve, izbor odgovarajućeg sjemenskog materijala i dr.

### *Utjecaj i prilagodba u šumarstvu*

Istraživanjima paleo i recentne klime u Republici Hrvatskoj dokazano je da sekućarke ili dugoperiodične promjene klime nisu negativno utjecale, niti zatopljenjem niti zahlađenjem, na sastav klimazonalne vegetacije. Te promjene su samo uvjetovale pomicanje vegetacijskih pojaseva u smjeru od manjih nadmorskih visina prema većim (zatopljenje) i obrnuto (zahlađenje). Na temelju takvih spoznaja može se očekivati da će i buduće prirodne promjene klime ili promjene nastale neposrednim ili posrednim utjecajem čovjeka također uvjetovati pomicanje klimazonalnih vegetacijskih oblika u onom smjeru u kojem se mijenja klima.

Provedena istraživanja ukazuju nam na to da će promjena klime znatno utjecati na vrste drveća uske ekološke valencije kao što je jela i hrast lužnjak. Prilagodbe se već danas mogu zamijetiti kod jele, koja se nalazi na rubu svog prirodnog areala prema sredozemnoj klimi, gdje se ona prilagodila toplijim prili-

kama u šumi jele i crnog graba na padinama Biokova. Rezultat tih promjena je pojava i sve veći udio vrsta šumskog drveća sa širom ekološkom valencijom, a koje do tada najčešće nisu imale dominantnu ulogu ni udjela u strukturi osušenih sastojina. Na taj se način donekle smanjuje gospodarska vrijednost šuma, ali se značajnije ne smanjuju njihove općekorisne funkcije (ekološke i socijalne) ni šanse za njihov opstanak.

Istraživanja sušenja i propadanja šuma jasno pokazuju da do promjena dolazi u područjima u kojima je utvrđena promjena klime i hidroloških prilika, pri čemu je još uvijek teško razlučiti utjecaj pojedinih stresnih čimbenika, među kojima značajnu ulogu ima onečišćenje zraka.

Podaci o broju nastalih požara i površini koja je opožarena pokazuju jaku ovisnost o temperaturama. U 2000. godini u kojoj su zabilježne izuzetno visoke temperature zraka, bilo je najviše požara, 706 požara i opožarena je ukupna površina od 68.171 ha šuma i šumskog zemljišta, dvostruko ili trostruko više od pojave u proteklih deset godina.

### *Obala i obalno područje*

Procjena utjecaja u obalnom području promatrana je za očekivani raspon mogućih promjena od 20 do 86 cm. Glavni utjecaji su potapanje površina, prodiranje slane vode u podzemne vode i erozija obale.

*Pretpostavljeni porast razine mora od 20 cm.* Porast razine mora od 20 cm, u pravilu neće imati značajan utjecaj na obalno područje. Međutim, ima određenih područja gdje taj utjecaj može biti značajan. To su područja koja su već sada u određenim prilikama izložena poplavama, kao što je obalno područje grada Rovinja, Pule i Splita. Ovaj porast razine mora može imati utjecaj i na jedina dva slatkovodna jezera koja se nalaze na obalnome području, Vransko jezero na Cresu i Vransko jezero kod Biograda, te na aluvijalnu dolinu na ušću rijeke Neretve i Cetine a time i grada Omiša. Određeni negativni utjecaj imat će i na solane u Pagu, Ninu i Stonu, kao i na obalne ispuste gradskih otpadnih voda. Utjecaje na podzemne vode i povećanu intruziju je teško procijeniti radi nedostatka podataka ali je realno očekivati da neće biti veliki. Isto tako je za očekivati da povećanje razine mora neće izazvati eroziju obale niti će značajno utjecati na postojeće plaže.

*Očekivani porast razine mora od 86 cm.* Očekivani porast razine mora će imati značajan utjecaj na područjima koja su već spomenuta. Isto tako značajan utjecaj će imati na veći dio objekata koji se nalaze na niskoj nadmorskoj razini u velikom broju naselja, kanalizacijske sustave u većem dijelu priobalnih naselja te na sve marine, pristane za čamce i pristaništa za veće brodove. Tako je studija za otoke Cres/Lošinj pokazala da bi porast razine mora od oko 1 m potopio područje na kojem obitava oko 13 posto od sadašnje populacije.

### *Biološka raznolikost i prirodni kopneni ekosustavi*

Na području Hrvatske mogu se očekivati sljedeće glavne grupe učinaka promjene klime na biološku raznolikost: pomicanje vegetacijskih zona (pojaseva) u horizontalnom i vertikalnom smjeru, pomicanje i promjene u arealima pojedinačnih svojti flore i faune, nestanak pojedinih vrsta, promjene u kvalitativnom i kvantitativnom sastavu biocenoza, fragmentacija staništa, promjene u funkcioniranju ekosustava. Za sada je moguće ocijeniti koje su svojte i biljne zajednice osjetljive, a u kojoj mjeri će se pojaviti promjene nije moguće ocijeniti.

### *Morski ekosustavi i riblje bogatstvo*

Procjena utjecaja na morski ekosustav odnosi se na promatranje promjene parametara staništa i odgovarajućih bioloških i ribarstvenih podataka. Postoji značajan obujam podataka o promjeni jadranske ihtofaune, a identificirani su i najčešći pokazatelji narušavanja stanja bogatstva mora te potencijalni problemi. Veza između klimatskih promjena i fluktuacija u ribljem bogatstvu, što je krajnja karika prehrambenog lanca, potvrđena je na primjeru male pelagičke ribe.

### *Utjecaj na zdravlje*

Pojedini rezultati dosadašnjih istraživanja o utjecaju vremena na vaskularne bolesti, psihičke bolesti, bolesti dišnih organa i istraživanja osjeta ugodnosti pojedine mogu uputiti na to kakve bi posljedice očekivane klimatske promjene mogle imati na ljudsko zdravlje. Uočen nepovoljan utjecaj visokih ljetnih temperatura upućuje na moguće povećanje zdravstvenih tegoba. Međutim, s druge strane eventualno smanjenje učestalosti zimskih hladnoća moglo bi utjecati na smanjenje broja infarkta, cerebrovaskularnih inzulta i astmatičnih napadaja zimi.

Istraživanja u svijetu pokazuju da bi predviđeno zatopljenje moglo povećati opasnost od nekih bolesti koje prenose kukci. U nekim priobalnim područjima Hrvatske mogla bi se pojaviti opasnost od malarije, moguća je i povećana opasnost od širenja denge i lismanijaze. Topliji i vlažniji klimatski uvjeti mogu pogodovati širenju bolesti koje se prenose hranom, kao što su dijereja i dizenterija.

## 1.7. Istraživanja i sustavno promatranje promjene klime

Prvo nacionalno izvješće, u dijelu koji se odnosi na procjenu utjecaja, pripremljeno je na temelju postojećih podataka i znanja, uz minimalne dodatne analize i numeričke proračune. Daljnja istraživanja su osobito potrebna vezano uz plavljenja obale, utjecaj na hidrološke sustave i vodna bogatstva, utjecaj na biljogojstvo i šumarstvo. Temeljne podloge za ove analize su povijesni klimatski podaci i klimatski scenariji. Postojeća promatranja i mjerenja u Hrvatskoj koja su vezana uz klimu potrebno je organizirati te istražiti načine uključivanja u Globalni klimatski sustav osmatranja (GCOS).

## 1.8. Međunarodna suradnja

Hrvatska je do 2000. godine zbog političke nestabilnosti i otvorenih pitanja u regiji bila u određenoj političkoj i gospodarskoj izolaciji čime su mogućnosti bilateralnih i multilateralnih odnosa bile relativno ograničene. Bilateralne pomoći bile se vrlo sporadične i najviše su se odnosile na tehničku pomoć u vidu eksperata i malih donacija. Hrvatska nije imala pristup fondovima EU, jedini fondovi bili su oni u okviru mehanizama Ujedinjenih nacija (GEF i drugi) te Svjetske banke.

S obzirom na politički cilj uključivanja u Europsku uniju te klimatsko-geografske i gospodarske sličnosti, u međunarodnim odnosima suradnja će biti više usmjerena prema državama EU i državama u tranziciji, posebice susjednim državama s kojima se dijele problemi utjecaja.

Hrvatska za ispunjenje svojih obveza prema Konvenciji treba izrazitu međunarodnu pomoć, prvenstveno financijsku. Stručna pomoć potrebna je u pogledu

usko specijaliziranih tehničkih znanja i vještina, a nikako za izvršenje cjelokupnih poslova. Praksa pokazuje da su vrlo često međunarodne pomoći uvjetovane sudjelovanjem međunarodnih stručnjaka u razmjeru koji ne odgovara stvarnim potrebama.

## 1.9. Obrazovanje i promidžba javne svijesti

Pitanje obrazovanja i javne svijesti raspoznato je kao jedan od ključnih elemenata u planu djelovanja za ublaženje klimatskih promjena. S tim u vezi napravljen je cjeloviti program minimalnih akcija za naredne dvije godine. Svrha planiranih obrazovnih aktivnosti i inicijalnih praktičnih (know-how) obuka je da se u socijalnoj percepciji “proizvede značaj” ovog problema, da mlade generacije i građanstvo senzibilizira za ova pitanja. Jednako važna, ako ne i važnija svrha programa je u tome da se socijalne aktere iz djelatnosti koje u Hrvatskoj “proizvode” stakleničke plinove inicijalno uputi na nužnost i mogućnosti tehnoloških i društveno-organizacijskih promjena koje bi otvorile putove za procese smanjenja emisije stakleničkih plinova.

Uspješne promidžbene akcije i niz javnih nastupa napravljeni su u okviru izrade Nacionalnog izvješća. U procesu izrade, u okviru održanih nacionalnih radionica prisustvovali su i predstavnici nevladinih udruga. Izvješće je tri mjeseca bilo na javnoj raspravi, raspoloživo na web stranici Ministarstva zaštite okoliša i prostornog uređenja.







Žirje



# 2.

## Uvod

2.1. Obveze Hrvatske — 41

2.2. Pozadina problema — 43

2.3. Međunarodni odgovor na klimatske promjene — 43



## 2.1. Obveze Hrvatske i specifični uvjeti

### *Obveze Hrvatske*

Republika Hrvatska postala je stranka Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC) 1996. godine, temeljem odluke Sabora o ratifikaciji (NN 55/1996.). Istom odlukom Republika Hrvatska je u skladu s točkom 22. Konvencije, kao zemlja koja prolazi proces prelaska na tržišno gospodarstvo, preuzela opseg svoje odgovornosti u okviru Priloga I. Konvencije. Time se je Hrvatska između ostalog obvezala zadržati svoje emisije stakleničkih plinova na razini iz 1990. godine.

Republika Hrvatska potpisala je Kyoto protokol prema kojem, kad on stupi na snagu i ako bude ratificiran od strane Sabora, proizlazi obveza smanjenja emisije stakleničkih plinova za 5 posto, u razdoblju od 2008. do 2012., u odnosu na referentnu godinu.

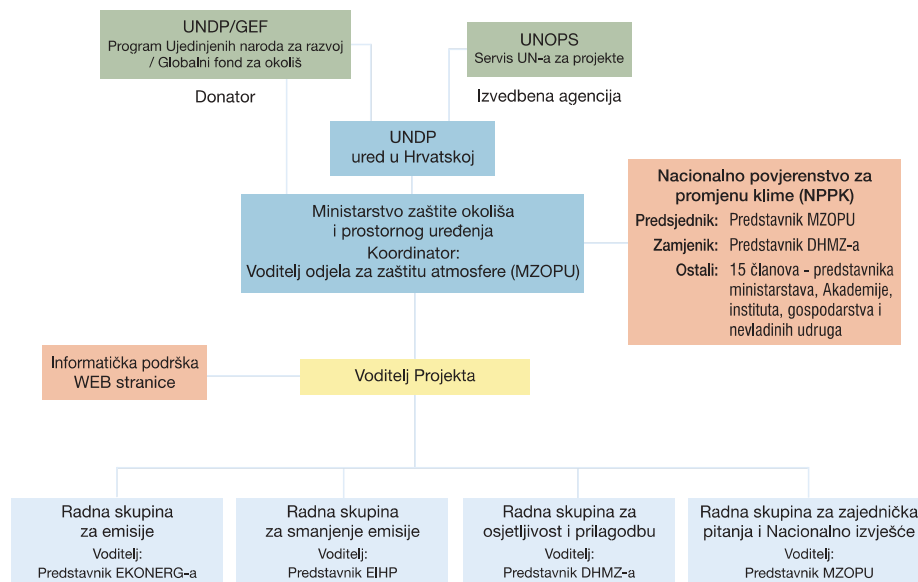
Hrvatska kao zemlja ranjiva na klimatske promjene, osobito zbog obalnog područja s duljinom obalne linije od 5800 km, sa 1185 otoka, zbog ranjive poljoprivrede, šumarstva i njezinog socio-gospodarskog značenja te mogućeg utjecaja na hidrologiju, vodna bogatstva, kopneni i obalni ekosustav, ima razloga biti zabrinuta, a zbog toga i aktivna u međunarodnim naporima za rješavanje klimatskih promjena.

Konvencija osim obveza nosi određene pogodnosti u smislu usmjeravanja ka održivom razvoju, što se postiže primjenom po okoliš čistih tehnologija, prijenosom znanja, iskustava i tehnologija te mogućnostima financiranja putem različitih mehanizama kao što su Globalni fond za okoliš (GEF) te drugi međunarodni i bilateralni fondovi.

### *Izrada prvog nacionalnog izvješća*

Ovo izvješće izrađeno je zahvaljujući donaciji GEF-a, u sklopu projekta Vlade Republike Hrvatske i UNDP/GEF-a - "Omogućavanje Hrvatskoj da pripremi svoje prvo nacionalno izvješće sukladno obvezama iz UNFCCC-a" (Slika 2-1.).

U projektu koji je trajao tri godine sudjelovalo je gotovo stotinu stručnjaka iz 20 institucija, izravno u pripremi materijala ili kroz radionice. Suradnja i izmjena informacija osigurana je putem osam održanih nacionalnih radionica s aktivnim sudjelovanjem vladinih institucija, javnih poduzeća, privatnog sektora, fakulteta, znanosti, nevladinih udruga i medija. Na nacionalnim radionicama sudjelovali su i stručnjaci iz susjednih država. Informacije o aktivnostima pripreme izvješća i dobiveni rezultati dostupni su javnosti putem stalne web stranice [www.mzopu.hr](http://www.mzopu.hr). Vlada Republike Hrvatske uspostavila je 1998. godine Nacionalno povjerenstvo o klimatskim promjenama sa zadatkom da pomogne u izradi izvješća kao savjetodavno i nadzorno tijelo Projekta. Izradu izvješća potpomogao je Program podrške izradi nacionalnih izvješća



Legenda:

MZOPU - Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja

DHMZ - Državni hidro-meteorološki zavod

EKONERG - Institut za energetiku i zaštitu okoliša

EIHP - Energetski institut Hrvoje Požar

NPPK - Nacionalno povjerenstvo za promjenu klime

GEF - Global Environment Facility

UNDP - United Nations Development Programme

UNOPS - United Nations Office for Project Services

Slika 2-1. Organizacijska shema provedbe projekta "Omogućavanje Hrvatskoj da pripremi svoje prvo nacionalno izvješće o promjeni klime sukladno obvezama iz UNFCCC-a"

UNDP/GEF-a, održanim regionalnim radionicama, tehničkim savjetima, informacijama, literaturom i revizijom proračuna emisije.

Izvješćem se prikazuje emisija stakleničkih plinova u razdoblju od 1990. do 1995. godine, u skladu s obvezama koje proizlaze iz uputa za izradu **prvog** nacionalnog izvješća. Ostali podaci i informacije odnose se na spomenuto razdoblje, s time što su samo neke informacije novijeg datuma, uglavnom one koje su bile raspoložive i za koje nije bilo potrebno provoditi dodatna istraživanja. Pri izradi korištene su i upute za izradu **drugog** nacionalnog izvješća u mjeri u kojoj je to bilo moguće s obzirom na raspoložive informacije.

Cjelokupno izvješće i njegovi pojedini dijelovi podvrgnuti su neovisnoj recenziji domaćih stručnjaka, a proračun emisije bio na pregledu međunarodnih stručnjaka UNDP/GEF-a. Izvješće je bilo na raspravi u javnosti u trajanju više od tri mjeseca, dostupno na web stranici Ministarstva zaštite okoliša i prostornog uređenja. Završni pregled izvješća i prihvaćanje obavio je Savjet za prostorno uređenje Države, stručno savjetodavno tijelo MZOPU i Vlade. Također, rezultati su prikazani Odboru za zaštitu okoliša i prostornog uređenja Sabora Republike Hrvatske.

Izradom ovog izvješća, pitanja klimatskih promjena počinje se u Hrvatskoj rješavati ciljano i na sustavan način, osnaživanjem politike i mjera, podizanjem općih i specifičnih znanja, umrežavanjem institucija i stručnjaka te osiguravanjem stalnih informacija za javnost. Kroz ovaj dokument iskazane su polazne osnove politike klimatskih promjena. Zbog toga, u poglavljima koje prikazuju politiku i mjere izvještaj je pisan više u vidu preporuka nego u opisnom smislu.

*Uvažavanje specifičnosti Hrvatske s obzirom na članak 4.6 Konvencije*

Emisija stakleničkih plinova s područja Hrvatske vrlo je mala, među najmanjima od zemalja Priloga I. Konvencije. U prijedlogu Hrvatske postoje određene specifičnosti jer je Hrvatska do 1991. godine, kada je postala samostalna država, bila u sklopu bivše Jugoslavije. U određivanju emisije stakleničkih plinova Hrvatska ima problema jer su pouzdani podaci raspoloživi od osamostaljenja, praktički od 1992. godine. Do 1992. godine prostor bivše Jugoslavije bio jedinstveno gospodarsko i energetska tržište s aktivnostima koje nije moguće pravedno teritorijalno raspodjeliti. Zbog problema u određivanju emisije, posebice u sektoru energetike koji nosi najveći dio emisije stakleničkih plinova, emisija Hrvatske do 1992. godine određena je dijelom na temelju agregiranih podataka koji su bili raspoloživi za bivšu Jugoslaviju.

## 2.2. Pozadina problema

Klima Zemlje se stalno mijenja uslijed različitih astronomskih, fizikalnih i kemijskih čimbenika. U posljednjih sto godina ljudske su se aktivnosti toliko intenzivirale pa i one imaju izravan utjecaj na klimu. Emisija produkata izgaranja u atmosferi je uzrokovala promjene u karakteristikama zračenja. Temperatura zraka, oborine i ostali klimatološki elementi mogu se mijenjati unutar kompleksnog niza interakcija, kao posljedica modifikacija u ravnoteži zračenja.

Mjerenja temperature zraka, koja sežu unatrag pedesetak godina, a na nekim postajama i više od stotinu, pokazuju porast srednje globalne temperature zraka od 0.3-0.6° C za posljednjih 80-100 godina, kao i pojavu najtoplijih godina tijekom posljednjeg desetljeća. Porast temperature se ipak još ne može povezati na statistički signifikantan način s hipotezom da su te klimatske promjene posljedica ljudskih aktivnosti. Paleoklimatološka istraživanja su pokazala kako je i ranije bilo toplijih i hladnijih razdoblja na Zemlji. Zbog prirodne varijabilnosti klime teško je precizno odrediti udjel ljudskih aktivnosti u klimatskim promjenama. **Međutim, danas je znanstveno prihvaćena teza “meke” formulacije “da ravnoteža niza evidentnih činjenica različite pojavnosti, ukazuje na to kako čovjek ima utjecaja na promjenu klime” (IPCC, 1996.).**

Život na Zemlji moguć je zbog postojanja prirodnih plinova staklenika u atmosferi. Prirodni plinovi staklenika su ugljikov dioksid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), didušikov oksid (N<sub>2</sub>O), troposferski ozon (O<sub>3</sub>) i vodena para (H<sub>2</sub>O). Staklenički plinovi propuštaju kratkovalno zračenje i zadržavaju dugovalno sprječavajući jače ohlađivanje zemljine površine. Međutim, početkom industrijske revolucije krajem osamnaestog stoljeća, koncentracija plinova staklenika u atmosferi se počela povećavati zbog ljudske aktivnosti, a pored povećane koncentracije plinova kojih je već bilo u atmosferi, pojavili su se i klorofluorovodici. Osim toga, ustanovljeno je da je u urbanoj okolini stvaranje sekundarnih polutanata (fotokemijskih oksidanata) veće kod viših temperatura zraka, što može dodatno opteretiti već onečišćenu atmosferu.

## 2.3. Međunarodni odgovor na klimatske promjene

Okvirna konvencija Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC) prihvaćena je na samitu u Rio de Janeiru 1992. godine. Od tada je 186 zemalja ratificiralo Konvenciju, među kojima i Hrvatska 1996. godine.

Temeljni cilj Konvencije je “... postignuti stabilizaciju koncentracija stakleničkih plinova u atmosferi na razinu koja će spriječiti opasno antropogeno djelovanje na klimatski sistem. Ta razina treba se ostvariti u vremenskom okviru dovoljno dugom da omogući ekosustavu da se prirodno prilagodi na klimatske promjene, da se ne ugrozi proizvodnju hrane i da se omogući nastavak ekonomskog razvoja na održiv način”.

Prema Konvenciji, zemlje potpisnice Priloga I., a to su uglavnom sve razvijene zemlje svijeta i zemlje s ekonomijama u tranziciji među kojima i Hrvatska, obvezale su se zadržati emisije stakleničkih plinova na razini iz 1990. godine (referentna godina). Zemljama s ekonomijama u tranziciji omogućena je određena fleksibilnost u izboru referentne godine, izborom jedne godine iz razdoblja od 1985. do 1990. godine, ili odabirom prosjeka više godina iz istog razdoblja.

Mišljenje je stručnjaka kako su **klimatske promjene nepovratan proces**. Zbog toga već u momentu poduzimanja akcije postoje **kumulativni efekti**, što znači da što se kasnije krene u poduzimanje mjera bit će potrebne drastičnije mjere. Temeljno načelo prihvaćeno u međunarodnom odgovoru na klimatske promjene je **preventivno djelovanje**, a to znači da prisutne nesigurnosti u prognoziranju rizika ne bi smjele biti razlogom za čekanje.

Vrlo brzo se pokazalo kako prihvaćene obveze iz Konvencije neće biti dovoljne za stabilizaciju koncentracija stakleničkih plinova. Posljednje procjene pokazuju da bi emisije trebalo smanjiti za 50 do 70 posto, što je praktički nemoguće bez ogromnog utjecaja na socio-gospodarski razvoj. Prvi je korak u daljnjem naporu ka smanjenju emisije stakleničkih plinova Kyoto protokol iz 1997. godine kojim se smanjuje emisija ukupno za 5 posto u razdoblju od 2008.-2012. godine, u odnosu na referentnu godinu. Kyoto protokolom za Hrvatsku je utvrđeno smanjenje od 5 posto u odnosu na referentnu godinu. Europska unija prihvatila je smanjenje od 8 posto kao zajednički cilj, čime je omogućeno povećanje za neke države članice EU.

Kyoto protokol stupa na snagu 90 dana od ratifikacije najmanje 55 država Konvencije čija je emisija najmanje 55 posto emisije zemalja aneksa B Protokola (razvijene zemlje) u 1990. godini. Do sada su Kyoto protokol potpisale 84 države, a ratificiralo ga je 40.

Cilj je mnogih zemalja Konvencije, između ostalog i EU, da se ulože naponi da Kyoto stupi na snagu 10 godina nakon samita u Riu de Janeiru, 2002. godine. Nakon višegodišnjih napora u pregovaranju i izradi dokumenata koji omogućavaju provedbu Kyoto protokola, konferencijom u Marakešu COP 7 (2001.) prihvaćeni su dokumenti za provođenje protokola.







*Kornati*

# 3.

## Nacionalne osobitosti

- 3.1. Društveno-političko ustrojstvo — 49
- 3.2. Stanovništvo — 50
- 3.3. Geografska obilježja — 51
- 3.4. Klima — 52
- 3.5. Gospodarstvo — 58
- 3.6. Energetska struktura — 61
- 3.7. Transport i stanovanje — 64
- 3.8. Poljoprivreda — 65
- 3.9. Šumarstvo — 69
- 3.10. Obala i obalno područje — 73
- 3.11. Uvažavanje specifičnosti Hrvatske prema članku 4.6. Konvencije — 73



## Nacionalne osobitosti

### 3.1. Društveno-političko ustrojstvo

Prema Ustavu Republike Hrvatske usvojenom 22. prosinca 1990., Hrvatska je stvorena i definirana kao jedinstvena i nedjeljiva demokratska i socijalna država. Vlast u Republici Hrvatskoj dolazi od naroda i pripada narodu kao zajednici slobodnih i jednakih građana. Najviše vrijednosti ustavnoga poretka Republike Hrvatske jesu: sloboda, jednaka prava, nacionalna jednakost, mir, socijalna pravda, poštivanje prava čovjeka, pravo vlasništva, vladavina prava, očuvanje prirode i okoliša i vladavina demokracije i višestranački sustav.

Hrvatska je kao samostalna država postala članica Ujedinjenih naroda 22. svibnja 1992. godine.

Teritorijalno-administrativnu strukturu Republike Hrvatske čini 20 županija i grad Zagreb.



Slika 3-1.: Teritorijalno-administrativna struktura Hrvatske - županije i županijska središta

Hrvatski sabor je predstavničko tijelo građana i nositelj zakonodavne vlasti u Republici Hrvatskoj. Hrvatski sabor ustrojen je kao jednodomni parlament čiji se članovi biraju svake četiri godine. U okviru Sabora su odbori za pojedina sektorska pitanja pa tako i Odbor za zaštitu okoliša i prostornog uređenja.

U Republici Hrvatskoj državna je vlast ustrojena na načelu diobe vlasti na zakonodavnu, izvršnu i sudbenu a ograničena je Ustavom zajamčenim pravom na lokalnu i područnu (regionalnu) samoupravu.

Predsjednik Republike Hrvatske predstavlja i zastupa Republiku Hrvatsku u zemlji i inozemstvu, brine se za redovito i usklađeno djelovanje te za stabilnost državne vlasti.

Vlada Republike Hrvatske obavlja izvršnu vlast u skladu s Ustavom i zakonom, a njezino ustrojstvo, način rada i odlučivanja propisani su Zakonom o Vladi i Poslovníkom Vlade. Članove Vlade predlaže osoba kojoj je Predsjednik Republike povjerio mandat za sastav Vlade.

Vlada Republike Hrvatske predlaže zakone i druge akte Hrvatskom saboru, predlaže državni proračun i završni račun, provodi zakone i druge odluke Hrvatskoga sabora, vodi vanjsku i unutarnju politiku, usmjerava i nadzire rad državne uprave, brine o gospodarskom razvitku zemlje, usmjerava djelovanje i razvitak javnih službi, i obavlja druge poslove određene Ustavom i zakonom. Vlada djeluje kroz tijela Vlade od kojih su najvažnija ministarstva i državne uprave. Hrvatska ima 19 ministarstava.

Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja obavlja upravne i druge poslove koji se odnose na opću politiku zaštite okoliša u ostvarivanju uvjeta za održivi razvitak; zaštitu zraka, tla, voda, mora, biljnog i životinjskog svijeta u ukupnosti uzajamnog djelovanja, izradu prijedloga strategije za unapređenje stanja na području zaštite okoliša; predlaganje, promicanje i praćenje mjera za unapređivanje zaštite okoliša, osiguravanje provedbe katastra onečišćavanja (monitoring); vođenje informacijskog sustava zaštite okoliša, utvrđivanje mjera, uvjeta i suglasnosti zaštite okoliša; skrb, usklađivanje i vođenje nadzora nad financiranjem programa zaštite okoliša; postupanje s otpadom; pripremu prijedloga standarda zaštite okoliša; ocjenjivanje uvjeta za rad pravnih i fizičkih osoba iz područja zaštite okoliša; ostvarivanje međunarodne suradnje u zaštiti okoliša; inspekcijske poslove zaštite okoliša; poticanje odgoja i obrazovanja te istraživanja u svezi sa zaštitom okoliša.

U Ministarstvu zaštite okoliša i prostornog uređenja za pitanja klime zadužena je Uprava za zaštitu okoliša, u kojoj se nalazi Odjel za zaštitu atmosfere sa dva odsjeka: Odsjek za zaštitu zraka i Odsjek za zaštitu klime i ozonskog omotača.

## 3.2. Stanovništvo

Prema posljednjem popisu stanovništva iz 1999. godine, na prostoru Hrvatske registrirano je 4.784.265 stanovnika. Prosječna godišnja stopa porasta stanovništva u posljednjih 20 godina je iznosila 0,39 posto, dok je posljednjih godina promjena broja stanovnika bila negativna.

Natalitet je u Hrvatskoj u posljednjem desetljeću u stalnom padu. Stopa nataliteta je od 1981. smanjena sa 14,66 na 10,83 na tisuću živorođenih 1991. Opća stopa fertiliteta se također stalno smanjuje: 1981. je iznosila 18,9 na tisuću živorođenih, a 1991. godine se smanjila na 11,1. Prosječno očekivano trajanje života u Hrvatskoj iznosi 68,6 godina za muškarce, odnosno 76,0 godina za žene.

Od ukupnog broja stanovnika 54 posto živi u 123 gradska naselja. Najveći grad je Zagreb s više od 700.000 stanovnika, a u još tri grada: Splitu, Rijeci i Osijeku, nastanjeno je više od 400.000 stanovnika.

Gustoća naseljenosti od 84,6 stanovnika po četvornom kilometru površine svrstava Hrvatsku u srednje naseljene europske države. Gustoća naseljenosti znatno se razlikuje po nadmorskim visinama i regijama. Najgušće su naseljena sjeverozapadna područja, s više od 140 stanovnika/km<sup>2</sup>, a najslabije područja Like, Gorskog kotara, podvelebitskog primorja, dijelovi unutrašnjosti Istre i neki otoci, gdje je gustoća naseljenosti manja od 20 stanovnika/km<sup>2</sup>.

### 3.3. Geografska obilježja

Republika Hrvatska svojim položajem pripada srednjoeuropskoj, jadransko-mediteranskoj i panonsko-podunavskoj skupini država. Prostire se na površini od 87.677 km<sup>2</sup> od čega na kopno otpada 56.610 km<sup>2</sup>, a na obalno more 31.067 km<sup>2</sup>. Pruža se u obliku luka od Dunava na sjeveroistoku do Istre na zapadu te Boke kotorske na jugu.

Ukupna duljina kopnenih granica Republike Hrvatske sa susjednim državama iznosi 2.028 km, a morska se granica prema Italiji nalazi uz vanjski rub teritorijalnog mora i duga je približno 980 km. Udaljenost između najsjevernije i najjužnije točke hrvatskog prostora iznosi približno 433 km, a između najzapadnije i najistočnije oko 448 km.

Hrvatska se nalazi blizu gusto naseljenih i gospodarski razvijenih europskih zemalja. Mnoge međunarodno važne prometnice prolaze kroz Hrvatsku. Važnost geografskog položaja Republike povećava Jadransko more kao dio Sredozemnog mora, koje prodire najdublje i najsjevernije prema srednjem dijelu europskog kontinenta. Od prometnih pravaca najvažniji su posavski i jadranski, zatim podravski i više poprečnih od austrijske i mađarske granice prema Jadranu (Rijeci i Splitu).

Prostor Hrvatske dijeli se na tri velike prirodno-geografske cjeline:

- **Panonski i peripanonski prostor** (54,4 posto ukupne površine) obuhvaća kontinentalne nizinske i brežuljkaste dijelove istočne i sjeverozapadne Hrvatske, omeđene rijekama Savom, Dravom i Dunavom. Gore više od 500 m rjetke su i "otočnog" su karaktera. Najveći dio površine iskorištava se za ratarsku i stočarsku proizvodnju. Slavonija i Baranja na istoku najpogodnije su za uzgoj žitarica, vlažne doline i brdski predjeli bogati su šumom, a sjeverozapadni dio, koji izrazito gravitira prema Zagrebu, industrijski je najrazvijeniji.
- **Gorsko-planinski prostor** (14,0 posto ukupne površine), koji uglavnom dijeli panonsku Hrvatsku od njezina primorskog dijela, sastoji se od visokog krškog pojasa s ponorničkim poljima i riječnim dolinama, a pripada dinarskom planinskom prostoru. To je slabije razvijen kraj čiji će se budući razvoj temeljiti na prometnoj važnosti, daljnjem razvoju drvne industrije, na još nedostatno iskorištenim mogućnostima proizvodnje zdrave hrane, te na razvoju zimskog i seoskog turizma.

- **Jadranski prostor** (31,6 posto ukupne površine) obuhvaća uzak rubni primorski pojas, odijeljen od zaleđa visokim planinama. To je (pretežno) krški prostor s izrazito suhim ljetima. Malobrojni vodotoci najčešće se uskim kanjonima probijaju prema moru. Hrvatsko se primorje dijeli na sjeverni (Istra i Kvarner) i južni dio (Dalmacija), s dobro izraženom uzdužnom podjelom na otočni, obalni i zagorski pojas. Hrvatska jadranska obala jedna je od najrazvedenijih u Europi: ima 1.185 otoka, otočića i hrđi, čija je ukupna dužina obale čak 4.012,4 km, a kopna 1.777,7 km. Najveći je otok Krk (410 km<sup>2</sup>), a veličinom se ističu Cres (404 km<sup>2</sup>), Brač (395 km<sup>2</sup>), Hvar (300 km<sup>2</sup>), Pag (285 km<sup>2</sup>), Korčula (276 km<sup>2</sup>). Najveći su poluotoci Istra i Pelješac, a od zaljeva veličinom prednjači kvarnerski akvatorij.

## 3.4. Klima

### *Klimatske prilike*

Prema Köppenovoj (Sl. 3-2.) klasifikaciji najveći dio Hrvatske ima umjereno toplu kišnu klimu sa srednjom mjesečnom temperaturom najhladnijeg mjeseca višom od -3° C i nizom od 18° C. Samo najviša planinska područja (>1200 m nm) imaju snježno-šumsku klimu sa srednjom temperaturom najhladnijeg mjeseca nizom od -3° C. U unutrašnjosti najtopliji mjesec u godini ima srednju temperaturu nižu, a u priobalnom području višu od 22° C.

Srednja godišnja temperatura zraka na priobalnom području kreće se između 12° C i 17° C. Sjeverni dio obale ima nešto nižu temperaturu od južnog, a najviše temperature imaju predjeli neposredno uz more na obali i otocima srednjeg i južnog Jadrana. Ravničarsko područje sjeverne Hrvatske ima srednju godišnju temperaturu između 10° C i 12° C, a na visinama višim od 400 m nizu od 10° C. Najhladniji dijelovi Hrvatske su područja Like i Gorskog kotara s temperaturom od 8-10° C na nižim nadmorskim visinama, a 2-4° C na najvišim vrhovima Dinarskog gorja. Zbog utjecaja mora, amplitude i varijabilnost temperature zraka iz godine u godinu manje su u priobalnom području nego u kontinentalnom, i jesen je toplija od proljeća. Tako se i srednje maksimalne temperature zraka u kontinentalnom i primorskom dijelu Hrvatske razlikuju manje od srednjih minimalnih temperatura zraka, a i apsolutni ekstremi temperature zraka izmjereni su u kontinentalnom dijelu Hrvatske (-35,5° C 1929. god i 42,4° C 1950. godine).

Srednje godišnje količine oborina u Hrvatskoj kreću se između 600 i 3500 mm. Najmanje količine na Jadranu imaju vanjski otoci (<700). Idući prema Dinarskom masivu, srednja godišnja količina oborina raste i dostiže najveće vrijednosti do 3500 mm na vrhovima planina u Gorskom kotaru (Risnjak i Snježnik). U zapadnom dijelu sjeverne unutrašnjosti godišnje količine oborina kreću se od 900-1000 mm, a na istoku Slavonije i u Baranji nešto manje od 700 mm. Iako je ovo područje najsuše u Hrvatskoj, razdioba oborina tijekom godina je takva da najviše oborina padne u vegetacijskom razdoblju. Sjeverna unutrašnjost nema suhих razdoblja, a godišnji hod oborina je kontinentalnog tipa s primarnim maksimumom u toplom dijelu godine i sekundarnim u kasnu jesen. Sjeverni Jadran, Lika i Gorski kotar također nemaju suhих razdoblja, imaju dva maksimuma, ali primarni maksimum oborina se javlja u hladnom dijelu godine i sekundarni na prijelazu iz proljeća u ljeto. Na srednjem i



južnom Jadranu godišnji hod oborina je maritimnog tipa sa suhim ljetima i maksimumom u hladnom dijelu godine.

Prevladavajući smjerovi vjetra u unutrašnjosti Hrvatske su iz sjeveroistočnog smjera, a potom iz jugozapadnog. Po jačini su najčešće slabi do umjereni. Na Jadranu su u hladnom dijelu godine dominantni vjetrovi bura (iz NE kvadranta) i jugo (iz S kvadranta), a ljeti maestral (pretežno iz W kvadranta). Brzine vjetra veće su nego u unutrašnjosti. Maksimalni udari vjetra kod bure mogu prelaziti i 50 m/s, dok jugo tu brzinu dosegne rijetko.



Slika 3-2.: Klasifikacija klime po Köppenu

Najsunčaniji dijelovi Hrvatske su vanjski otoci srednjeg Jadrana (Vis, Lastovo, Biševo i Svetac) i zapadne obale Hvara i Korčule s više od 2700 sati sijanja sunca. Srednji i južni Jadran imaju više sijanja sunca (2300-2700 sati) i manje naoblake (4.0-4.5 desetina) od sjevernog (2000-2400 sati insolacije i naoblake 4.5-5.0 desetina). Trajanje sijanja sunca smanjuje se od mora prema kopnu i s porastom nadmorske visine. Godišnja insolacija u središnjem planinskom području iznosi 1700-1900 sati s najmanjom insolacijom (1700 sati godišnje) i najvećom naoblakom (6-7 desetina) u Gorskom kotaru. Zbog čestih magli u hladnom dijelu godine trajanje sijanja sunca je u unutrašnjosti manje nego na istim nadmorskim visinama u priobalju. U sjevernoj Hrvatskoj godišnje ima 1800-2000 sati sa sijanjem sunca, više u istočnom nego u zapadnom dijelu, a naoblaka se smanjuje od zapada (>6 desetina) prema istoku (<6 sati).

### *Opažene klimatske promjene u Hrvatskoj*

U srednjoj Europi prisutne su regionalno homogene i postupne vremenske promjene klimatskih elemenata. Na rubnim područjima gdje, s jedne strane, jača utjecaj iz Sredozemlja na jugu ili s Atlantika na zapadu, ili, s druge strane

pak, slabi maritimni, a jača kontinentalni utjecaj na istoku Europe, dolazi do promjena u intenzitetu ili čak smjeru temperaturnog i oborinskog trenda. Prema Schönwieseu 1997., područje Hrvatske nalazi se u širokoj prijelaznoj zoni promjena predznaka temperaturnih trendova. Kontinentalno područje Hrvatske ima godišnje i sezonske promjene slične onima na istočnom rubu Alpa i u južnom dijelu Panonske ravnice, a sjeverni dio istočne jadranske obale onima na nizinskim lokacijama zapadnog dijela Alpa i južne Europe. Istovremeno na zagrebačkoj gradskoj lokaciji, gdje se može pretpostaviti utjecaj grada sa svojim toplinskim otokom, promijenjenim režimom vlage i oborina te industrijskom emisijom, ne uočavaju se promjene koje bi se mogle isključivo pripisati mogućem lokalnom antropogenom utjecaju, ako se smjer i intenzitet tih promjena gleda usporedo s promjenama u srednjoj Europi.

Godišnje količine oborina pokazuju trend smanjenja, što je i obilježje područja jugoistočne Europe i središnjeg dijela srednje Europe. Pritom ta tendencija je jače izražena na jadranskoj postaji, čime se to područje pridružuje značajnijem osušenju mediteranskog područja no što je to slučaj u drugim dijelovima Europe.

Rezultati dosadašnjih istraživanja klimatskih promjena u Hrvatskoj temeljeni su na sekularnim nizovima Zagreb-Griča (sjeverozapadna kontinentalna Hrvatska), Osijeka (istočna ravničarska Hrvatska) i Crikvenice (sjeverni dio istočne jadranske obale), te klimatološkim podacima posljednjih 40-ak godina u sjevernoj nizinskoj Hrvatskoj i na dvije planinske postaje.

### *Temperatura zraka*

Tijekom XX. stoljeća dekada toplih godina javila se oko 1947. godine, praćena vrlo hladnom 1940. i 1956. (Zaninović i Gajić-Čapka, 1995.). Toplo razdoblje četrdesetih i prve polovice pedesetih nije temperaturna anomalija samo na nizinskim postajama u srednjoj Europi (Weber i dr., 1997.) već je široke skale na Zemlji, budući da je uočljiva i u srednjoj temperaturi na sjevernoj polutki (IPCC, 1992.) i slabije na južnoj, oko 1960. Nakon hladnih godina neposredno prije 1980., dolazi do jakog porasta temperature, i maksimalne i minimalne. To traje i u devedesetim godinama. Godina 1994. imala je najvišu srednju godišnju temperaturu na Zagreb-Griču ne samo u ovom stoljeću već i od sredine prošlog stoljeća od kada postoje mjerenja na toj lokaciji. Intenzitet porasta temperature ublažen je na primorskoj lokaciji djelovanjem vodene mase. Visinske postaje u srednjoj Europi koje imaju dugogodišnja mjerenja, pokazuju ista toplu i hladna razdoblja kao i nizinske postaje. Opće slaganje vremenskih nizova maksimalne i minimalne temperature, čak i uz različiti instrumentarij i način mjerenja i računanja, ukazuje na to da se dobivena svojstva temperaturnih podataka mogu uzeti kao reprezentativna svojstva donje troposfere nad područjem srednje Europe.

Tijekom dugogodišnjeg razdoblja 1901.-1992. Zagreb-Grič, Osijek i Crikvenica imaju pozitivan trend minimalne dnevne temperature zraka (sl. 3-3.), statistički signifikantan na kontinentalnim postajama isto kao i na lokacijama u srednjoj Europi (tab. 3-1.). Maksimalne dnevne temperature na području Hrvatske pokazuju vrlo slabo izražen negativni trend, suprotno nizinskim i visinskim lokacijama u srednjoj Europi. Takvo ponašanje ekstremnih temperatura u Hrvatskoj rezultiralo je padom dnevnog temperaturnog raspona koji je signifikantan na kontinentalnim postajama. Gledajući po sezonama, najizraženiji pad maksimalne i porast minimalne dnevne temperature javlja se ljeti uzrokujući jak signifikantan pad dnevnog temperaturnog raspona (tab. 3-2.). Signifikantni porast srednje minimalne temperature zraka prisutan je već od

1919. u Osijeku te od 1946. u Zagrebu, što se odrazilo i na početak signifikantnog pada dnevnog temperaturnog raspona u Osijeku od 1914. godine, odnosno od 1962. godine u Zagrebu.

Tablica 3-1.: Sekularni linearni trendovi srednjih godišnjih vrijednosti temperature zraka prema razdoblju 1901.-1990. (Weber i dr., 1997. i Brázdil i dr., 1996.). Trendovi signifikantni na razini 0.05 su podebljani. Zvezdicama su označene postaje s nizovima 1911.-1990., a visinske postaje kosim slovima.

Postaja	T	T <sub>MAKS</sub>	T <sub>MIN</sub>	DTR
Trier (južna Njemačka)	0,9	-0,1	1,7	-1,9
Zürich (Švicarska)	1,1	0,8	1,8	-1,1
Säntis (Švicarska)	1,1	1,4	1,1	0,3
Hohenpeissenberg (Njemačka)	0,8	1,0	1,4	-0,4
Potsdam* (ist. Njemačka)		0,1	0,4	-0,3
Prag Klementinum* (Češka)		1,4	1,0	0,4
Hurbanovo* (Slovačka)		1,0	0,3	0,7
Beč (Austrija)	1,1	1,3	1,1	0,2
Sonnblick (Austria)	1,2	1,4	1,2	0,2
Klagenfurt (Austrija)	1,1	1,0	1,1	-0,1
Zagreb Grič (Hrvatska)	0,3	-0,2	0,6	-1,0
Crikvenica (Hrvatska)	0,4	-0,1	0,4	-0,4
Sadovo* (Bugarska)		-1,4	-1,1	-0,3

Tablica 3-2.: Sezonski i godišnji trendovi (u °C/100 god.) srednje maksimalne (T<sub>MAKS</sub>) i srednje minimalne (T<sub>MIN</sub>) temperature zraka, srednjeg dnevnog temperaturnog raspona (DTR) i naoblake (N). Trendovi signifikantni na razini 0.05 su podebljani.

OSIJEK (1901.-1992.)					
	T	T <sub>MAKS</sub>	T <sub>MIN</sub>	DTR	N
P	0,2	0,0	0,7	-0,7	
LJ	0,1	-1,0	0,9	-1,9	
J	0,2	0,3	0,8	-0,1	
Z	0,3	0,3	0,8	-0,1	
GOD.	0,1	-0,1	0,9	-0,9	

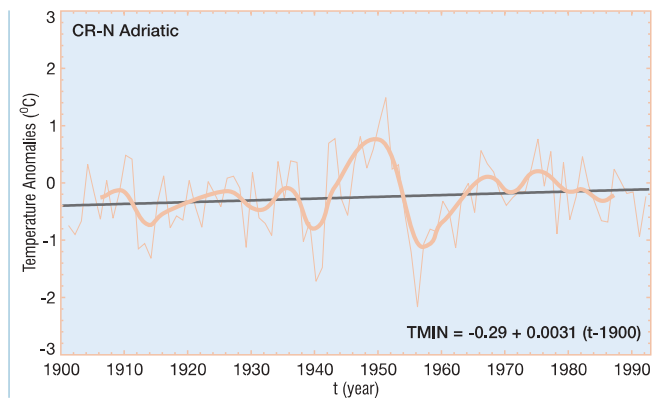
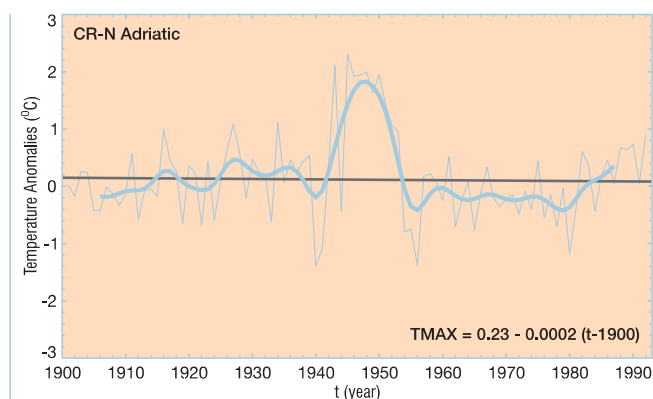
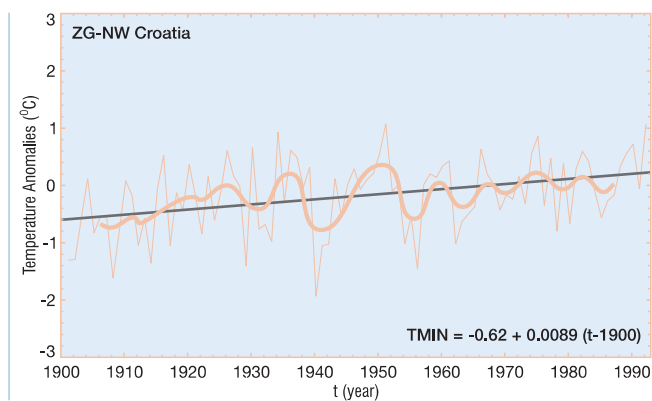
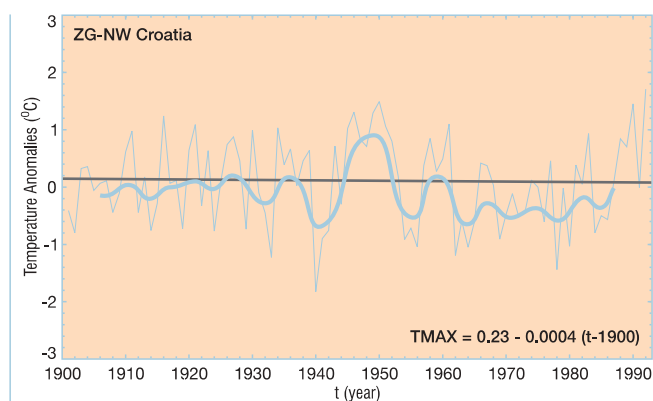
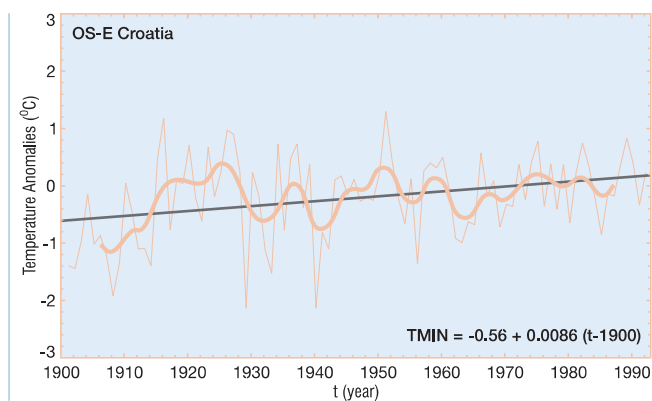
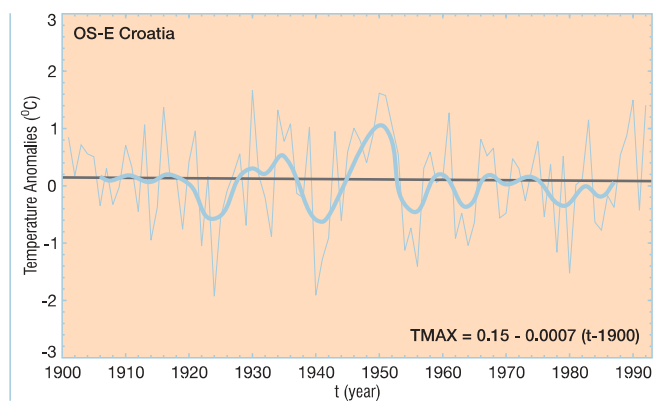
ZAGREB-GRIČ (1901.-1992.)					
	T	T <sub>MAKS</sub>	T <sub>MIN</sub>	DTR	N
P	0,5	-0,1	0,7	-0,8	0,6
LJ	0,3	-0,9	0,9	-1,8	0,8
J	0,4	0,4	0,8	-0,4	-0,1
Z	0,7	0,3	0,8	-0,6	0,1
GOD.	0,5	-0,0	0,9	-0,9	0,4

CRIKVENICA (1901.-1992.)					
	T	T <sub>MAKS</sub>	T <sub>MIN</sub>	DTR	N
P	-0,3	-0,2	-0,2	-0,0	0,1
LJ	0,4	-0,8	0,9	-1,7	0,3
J	0,5	0,5	0,3	0,2	-0,4
Z	0,5	0,3	-0,0	0,3	0,2
GOD.	0,3	-0,0	0,3	-0,3	0,1

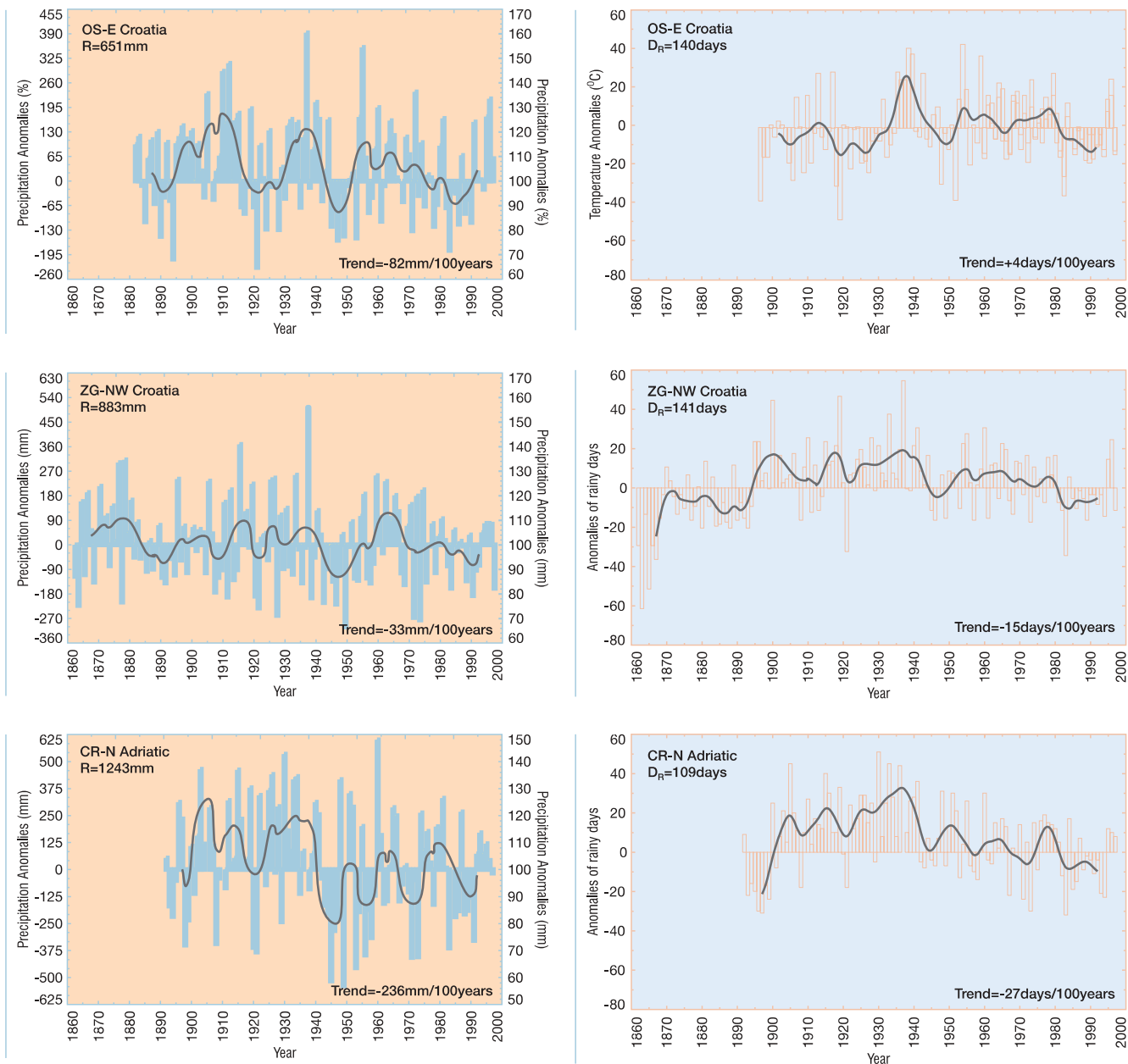
Tijekom posljednja četiri desetljeća (1951.-1990.) kontinentalno područje nizinske Hrvatske pokazuje isti smjer promjena ekstremnih temperatura (porast) kao što je to i u srednjoj Europi, ali manjeg intenziteta (tab. 3-3.). Istovremeno je prisutna i tendencija pada srednje godišnje naoblake nad čitavom srednjom Europom, a koji je u Hrvatskoj signifikantan kao i u Slovačkoj.

Tablica 3-3.: Dekadni linearni trendovi srednjih godišnjih vrijednosti prema razdoblju 1951.-1990. (Brázdil i dr., 1996.). Trendovi signifikantni na razini 0.05 su podebljani.

Zemlja, područje	T	T <sub>MAKS</sub>	T <sub>MIN</sub>	DTR	N
NJEMAČKA	0,15	0,09	0,16	-0,07	-0,05
ŠVICARSKA - sred.	<b>0,17</b>	0,06	<b>0,30</b>	-0,24	0,04
POLJSKA	0,10	0,23	0,17	0,06	
ČEŠKA	0,11	0,08	<b>0,19</b>	-0,11	-0,03
SLOVAČKA	0,04	0,04	0,13	-0,09	<b>-0,14</b>
AUSTRIJA	<b>0,18</b>	<b>0,20</b>	<b>0,18</b>	0,02	
MAĐARSKA	0,03	0,07	0,07	0,00	-0,03
SLOVENIJA	0,05	0,09	0,06	0,03	-0,03
HRVATSKA - nizin.	0,05	0,02	0,08	-0,06	<b>-0,09</b>
BUGARSKA	-0,09	-0,02	-0,10	0,08	-0,02
SREDNJA EUROPA	0,10	0,13	0,15	-0,02	



Slika 3-3.: Varijacije i trendovi srednje, maksimalne (lijevo) i minimalne (desno) temperature zraka za razdoblje 1901.-1992.



Slika 3-4.: Varijacija i trendovi količine oborina (lijevo) i broja dana s oborinama (desno) za razdoblje 1901.-1997.

Tablica 3-4.: Sezonski i godišnji trendovi količine oborina (u mm/100 god.) (lijevo) i oborinskih dana (broj dana/100 god.) (desno), 1901.-1997. Trendovi signifikantni na razini 0.05 podebljani su.

	Osijek	Zagreb	Crikvenica		Osijek	Zagreb	Crikvenica
Z	+8,5	-0,8	-43,1	Z	+3,2	-2,7	-5,5
P	<b>-62,4</b>	<b>-23,6</b>	<b>-67,6</b>	P	+1,0	-3,2	-8,7
LJ	+15,5	+35,4	-48,8	LJ	+4,1	-0,8	-4,8
J	-44,7	-44,5	-74,8	J	-4,1	-8,7	-7,3
G	-82,3	-33,1	<b>-236,0</b>	G	+3,8	-15,0	-26,6

### Tlak zraka i tipovi vremena

U traženju objašnjenja vremenskih promjena temperature zraka analizirane su promjene temperaturnih parametara tijekom druge polovice 20. stoljeća (1954.-1995.) na planinskim postajama Puntijarka (988 m nm) u sjeverozapadnoj Hrvatskoj i Zavižan (1594 m nm) na Velebitu uz jadransku obalu, kao i istovremene promjene tlaka zraka i vremenskih tipova, kao pokazatelja njihovih mogućih uzroka (Gajić-Čapka i Zaninović, 1997.). Zbog bržeg porasta

maksimalnih nego minimalnih temperatura zraka, dnevni temperaturni raspon raste, ali signifikantno samo na Zavižanu na Velebitu. Istovremeno, postoji i signifikantan porast tlaka zraka na obje postaje. To je u skladu s trendom porasta učestalosti vremenskih tipova s višim tlakom zraka u kojima je dnevni temperaturni raspon veći nego u vremenskim tipovima s nižim tlakom zraka, koji istovremeno pokazuju slab porast ili čak pad učestalosti. Slične temperaturne tendencije uočene su i za Sonnblick, Säntis i Zugspitze, visinske lokacije u Alpama (Böhm i Auer, 1994; Stefanicki i dr. 1994.). Statistički signifikantni porast tlaka počinje krajem analiziranog razdoblja, pa će tek sljedeće godine pokazati da li će se on i nastaviti.

### *Oborine*

Na području Hrvatske prisutan je opći trend smanjenja godišnjih količina oborina od početka XX. stoljeća, koji je statistički signifikantan na sjevernom Jadranu (19 posto u odnosu na prosječnu godišnju količinu). U istočnoj Hrvatskoj to smanjenje je 13 posto, a u sjeverozapadnoj 4 posto. (sl. 3-4., tabl. 3-4.). Glavni doprinos godišnjem smanjenju oborina daje smanjenje jesenskih i proljetnih količina, pri čemu je samo proljetno smanjenje oborina u istočnoj Hrvatskoj signifikantno. Istovremeno je prisutna signifikantna tendencija smanjenja godišnjeg broja oborinskih dana na sjevernom Jadranu i sjeverozapadnoj Hrvatskoj dok je u istočnoj Hrvatskoj zabilježen blagi porast broja oborinskih dana.

Trend smanjenja godišnjih količina oborina prisutan u Hrvatskoj (Gajić-Čapka, 1993.) također je obilježje istočnog dijela središnje Europe (Mađarska, Slovačka, Češka i Moravska) (Brázdil, 1985., 1986., 1990., 1992., Šamaj i dr., 1986.) kao i jugoistočne Europe i područja Sredozemlja. Istovremeno, sjeverozapadni i istočni dijelovi Europe pokazuju pozitivnu tendenciju količina oborina (Birrong i Schönwiese, 1988.; Schönwiese, 1990.; Ullrich i dr., 1991.).

### *Komponente vodne ravnoteže*

Porast temperatura odražava se u općem signifikantnom porastu potencijalne evapotranspiracije i to u Osijeku 15 posto/100 god. za godišnje vrijednosti odnosno 14 posto/100 god. za topli dio godine, a u Crikvenici 7 posto/100 god. za godišnje i polugodišnje vrijednosti (Gajić-Čapka i Zaninović, 1998., Zaninović i Gajić-Čapka, 1998., Zaninović i Gajić-Čapka, 2000.). Dok je u Osijeku porast evapotranspiracije signifikantan (8 posto/100 god. za godišnje vrijednosti, odnosno 6 posto za topli dio godine), taj parametar u Crikvenici gotovo da nema promjene u analiziranom razdoblju. Međutim, budući da smanjene količine oborina (zbog padajućeg trenda) ne mogu zadovoljiti povećane potrebe biljaka za vodom (zbog povećanja evapotranspiracije), to rezultira signifikantnim smanjenjem otjecanja i sadržaja vode u tlu, i u Slavoniji i u Primorju. Znatno smanjenje otjecanja može imati negativne posljedice u vodnom gospodarstvu, dok smanjenje količine vode u tlu može štetiti vegetaciji.

## 3.5. Gospodarstvo

Gospodarska situacija u RH u 2000. godini pokazuje određeni kontinuitet stabilnosti, što je dobar temelj za daljnji razvoj gospodarstva, kao i za inozemna ulaganja. Političke okolnosti (ulazak Hrvatske u Partnerstvo za mir) kao i postupna gospodarska integracija RH u međunarodnu zajednicu (ulazak Hrvatske u Svjetsku trgovinsku organizaciju, početak pregovora s Europskom uni-

jom o Sporazumu o stabilizaciji i pridruživanju) daju dobre preduvjete za pritjecanje stranog kapitala i dolazak stranih partnera.

U prvom polugodištu 2000. godine neki gospodarski pokazatelji bilježe rast. Ta pozitivna gospodarska kretanja vidljiva su u povećanju izvoza, industrijske proizvodnje, prometa u trgovini, plaća i noćenja stranih turista. Industrijska proizvodnja u prvom polugodištu 2000. godine veća je za 2,9 posto nego u istom razdoblju prošle godine, proizvodnost je veća za 5,4 posto a zalihe su za 4 posto manje. Ukupan izvoz u prvom polugodištu 2000. veći je za 10,9 posto, uvoz je na prošlogodišnjoj razini, što se odrazilo na smanjenje vanjskotrgovinskog deficita za 12 posto. Međutim i dalje postoje problemi poput visoke stope nezaposlenosti (u srpnju 2000. je iznosila 20,6 posto), deficita državnog proračuna, visokog deficita na tekućem računu platne bilance i izostanka većih stranih ulaganja. Inflacija je u lipnju 2000. bila 7 posto, a troškovi života porasli su za 5,6 posto. Za prvih sedam mjeseci 2000. god. BDP je dosegao vrijednost od 4254 USD po stanovniku. Devizne pričuve HNB iznose oko 3,3 milijarde USD.

S Pariškim i Londonskim klubom RH je definirala odnose te su potpisani sporazumi oko obveza proisteklih iz dugova bivše Jugoslavije. Sukcesija je osnova tih odnosa. Početkom 1996. godine Hrvatska je dobila kreditni rejting od vodećih svjetskih agencija.

Struktura gospodarstva pokazuje da oko 10 posto čini poljoprivredni sektor, oko 30 posto industrija, a oko 60 posto usluge. Zahvaljujući svom zemljopisnom položaju i prirodnim resursima, turizam u Hrvatskoj ima značajno mjesto. Turistička sezona 2000. bila je jedna od najboljih poslije 1990. godine i to po broju turista i ostvarenih noćenja, a što je najvažnije i po financijskim rezultatima. Očekuje se da će devizni priliv od turizma u 2000. godini biti 3,5 milijarde USD, što je za oko 40 posto više nego 1999. (za prvih sedam mjeseci 2000. broj stranih turista bio je 62,4 posto veći u odnosu na 1999.).

Proces privatizacije većim dijelom je okončan. U tijeku je privatizacija javnih poduzeća, te druga faza privatizacije Hrvatskih telekomunikacija. Veliki dio propisa usklađen je s kriterijima zapadnoga zakonodavstva. Strani i domaći poduzetnici potpuno su izjednačeni u svojim pravima i obvezama. Nakon Zakona o trgovačkim društvima, u srpnju 2000. donesen je Zakon o poticanju ulaganja.

Ciljevi hrvatske gospodarske politike idu u smjeru učvršćenja ostvarenih rezultata stabilizacije, kao i uvjeta za daljnji stabilan rast gospodarstva. Gospodarska politika na duži rok, usmjerenje na zdravu ekonomsku politiku, koju provodi Vlada RH, na trajnim temeljima nudi rješenje strukturnih problema. Ulažak Hrvatske u Svjetsku trgovinsku organizaciju i autonomne trgovinske vlastice RH s Europskom unijom, trebale bi pridonijeti povoljnim kretanjima. S državama članicama CEFTA-e Hrvatska započinje i nastavlja pregovore o zoni slobodne trgovine kako bi po njihovom zaključenju mogla pristupiti CEFTA-i. Očekuje se skoro započinjanje pregovora s Europskom unijom o sporazumu o Stabilizaciji i pridruživanju čime bi se u cijelosti liberalizirala trgovina između RH i država članica EU.

U tablici 3-5. prikazani su neki makroekonomski pokazatelji u Hrvatskoj za razdoblje 1995. - 2000. (izvor: Ministarstvo gospodarstva RH: Country Report), a u tablici 3-6. udio djelatnosti u ukupnom BDP-u za 1995. godinu.



Tablica 3-5.: Odabrani makroekonomski pokazatelji za razdoblje 1995. - 2000.

	1995.	1996.	1997.	1998.	1999.	2000.*
Bruto društveni proizvod (BDP), milijarde USD	18,81	19,87	20,11	21,75	20,18	
Rast BDP-a, posto	6,8	5,9	6,8	2,5	-0,3	2,8
BDP po glavi stanovnika, USD	4 029	4 422	4 398	4 833	4 483	4254
Stopa industrijske proizvodnje, posto	0,3	3,1	6,8	3,7	-1,4	2,7
Inflacija, posto (na kraju razdoblja)	2,0	3,5	3,6	5,7	4,2	5,7
Stopa nezaposlenosti, posto (prosjeak)	14,5	16,4	17,5	17,2	19,1	21,4
Izvoz roba, milijarde USD	4,63	4,51	4,17	4,54	4,28	3,28
Uvoz roba, milijarde USD	7,51	7,79	9,10	8,38	7,78	5,70
Ukupni inozemni dug, milijarde USD (na kraju razdoblja)	3,81	5,31	7,45	9,59	9,85	9,69
Ukupne devizne pričuve HNB, milijarde USD (na kraju razdoblja)	1,90	2,31	2,54	2,82	3,03	3,38
Odnos kuna/USD (na kraju razdoblja)	5,32	5,54	6,30	6,25	7,65	8,52

\* prvih 9 mjeseci

Tablica 3-6.: Struktura BDP-a po djelatnostima (%), tekuće cijene

	1997.	1998.	1999.
Poljoprivreda, lov i šumarstvo	7,65	6,99	6,88
Ribarstvo	0,17	0,12	0,11
Rudarstvo i vađenje	0,52	0,45	0,41
Prerađivačka industrija	18,41	16,61	16,74
Opskrba el. energijom, plinom i vodom	2,97	3,21	3,18
Građevinarstvo	6,01	5,64	5,61
Trgovina na veliko i malo; popravak motornih vozila i motocikala te predmeta za osobnu uporabu i kućanstvo	10,54	9,57	9,51
Hoteli i restorani	2,64	2,47	2,28
Prijevoz, skladištenje i veze	7,34	7,67	8,09
Financijsko posredovanje	3,27	3,92	4,11
Poslovanje nekretninama, iznajmljivanje i poslovne usluge	8,60	8,82	9,19
Javna uprava i obrana; obvezno socijalno osiguranje	7,71	8,58	8,87
Obrazovanje	3,12	3,52	3,77
Zdravstvena zaštita i socijalna skrb	3,59	3,90	4,04
Ostale društvene, socijalne i osobne uslužne djelatnosti	2,01	2,02	2,08
Privatna kućanstva sa zaposlenim osobljem	0,02	0,03	0,03
Izvanteritorijalne organizacije i tijela	-	-	-
Usluge financijskog poslovanja	-3,06	-3,65	-3,74
<b>Bruto dodana vrijednost (bazične cijene)</b>	<b>81,51</b>	<b>79,87</b>	<b>81,16</b>
Porezi na proizvode minus subvencije na proizvode	18,49	20,13	18,84
<b>BDP (tržišne cijene)</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

## 3.6. Energetska struktura

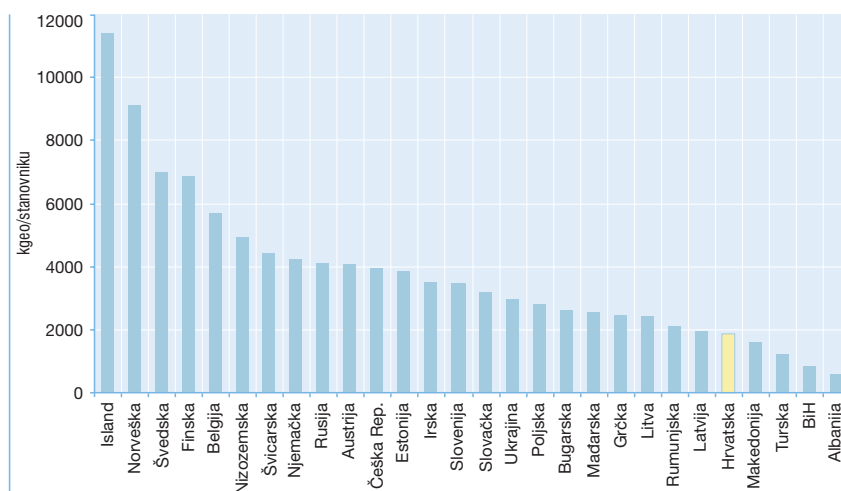
Ustroj hrvatskog energetskeg sektora obilježava većinsko državno vlasništvo. Dvije najveće tvrtke u hrvatskom energetskeg sektoru, INA - Industrija nafte i Hrvatska elektroprivreda (HEP), su dionička društva čije su dionice u 100 posto državnom vlasništvu.

Unutar tvrtke INA organizirani su istraživanje, proizvodnja, transport i skladištenje prirodnog plina te istraživanje, proizvodnja i prerada sirove nafte i glavnina trgovine naftnim derivatima i ukapljenim naftnim plinom. Vlastitom proizvodnjom sirove nafte podmiruje se oko 40 posto ukupnih potreba, dok proizvodnja prirodnog plina pokriva 60 posto domaćeg tržišta.

Proizvodnja, prijenos i distribucija električne energije, proizvodnja i distribucija toplinske energije te upravljanje elektroenergetskim sustavom, organizirani su unutar HEP-a. Od domaće proizvodnje HEP u svojim hidroelektranama, termoelektranama i toplanama podmiruje oko 95 posto ukupnih potreba za električnom energijom, a ostatak se proizvodi u industrijskim energanama i malim privatnim hidroelektranama.

Započetim procesima restrukturiranja energetskeg sektora u pravcu vertikalnog razdvajanja tvrtki u državnom vlasništvu i demonopolizacije tržišta, stvaraju se ustrojstveni, gospodarski i pravni uvjeti za daljnju reformu i privatizaciju sektora.

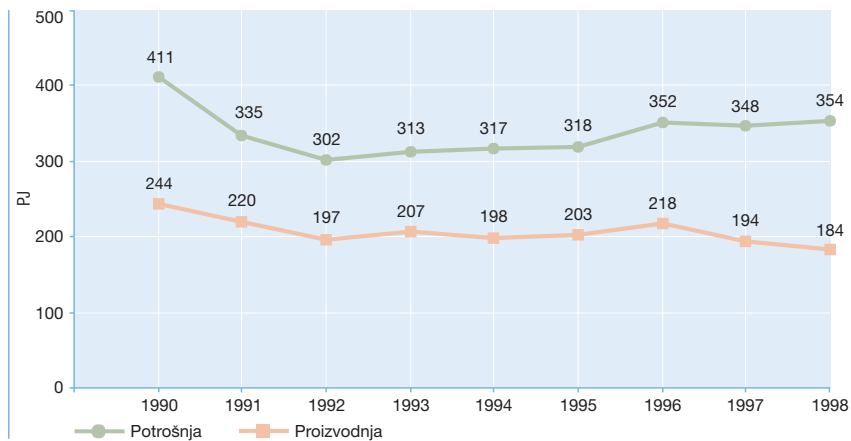
Ukupna potrošnja energije u Republici Hrvatskoj u 1998. godini iznosila je 354 PJ, što približno iznosi 1849 kg ekvivalentne nafte po stanovniku. Tako niska specifična potrošnja energije svrstava Hrvatsku na samo začelje europskih, pa i tranzicijskih zemalja u pogledu potrošnje energije (slika 3-5.).



Slika 3-5.: Ukupna potrošnja energije po stanovniku u odabranim europskim zemljama

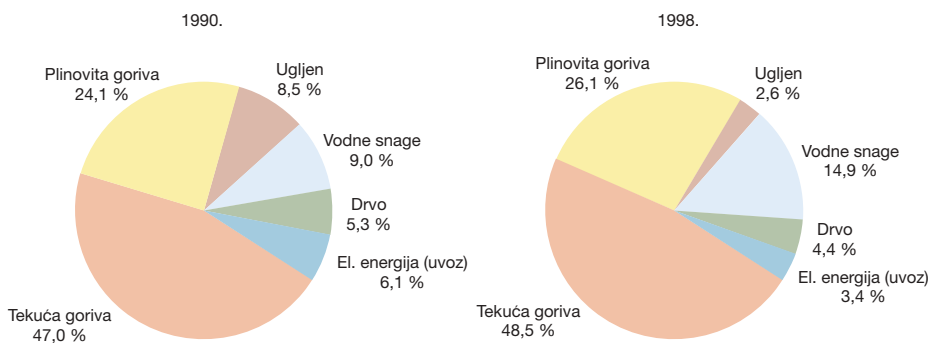
U razdoblju 1990. - 1992. ukupna potrošnja primarne energije u Hrvatskoj je smanjena za 27 posto, a neposredna potrošnja za 34 posto. Od 1993. godine zabilježen je blagi porast potrošnje, tako da u 1998. ukupna potrošnja iznosi 86 posto potrošnje iz 1990., neposredna potrošnja 83 posto potrošnje iz 1990.

Ukupna potrošnja i proizvodnja primarne energije u Hrvatskoj u razdoblju 1990. - 1998. je prikazana na slici 3-6. U tom razdoblju najviša vlastita opskrbljenost energijom je zabilježena 1991. godine (65,7 posto), a najmanja 1998. (51,9 posto).



Slika 3-6.: Ukupna proizvodnja i potrošnja primarne energije 1990. - 1998.

U strukturi ukupne potrošnje primarne energije u razdoblju 1990. - 1998. nije bilo većih promjena: prevladavaju tekuća goriva s udjelom od oko 45 posto, a slijede prirodni plin i vodne snage. Potrošnja ugljena je smanjena sa 8,5 posto na početku razdoblja na 2,6 posto u 1998 (sl. 3-7.).

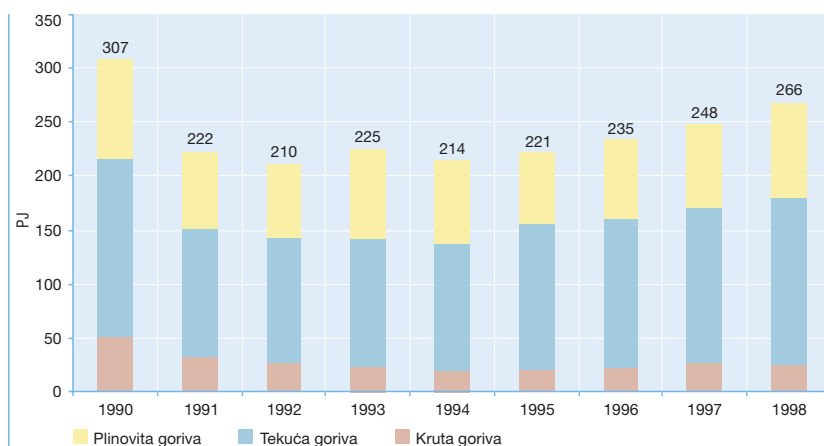


Slika 3-7.: Struktura ukupne potrošnje primarne energije za 1990. i 1998.

Ukupna potrošnja ogrjevnog drva i ukupna energija vodnih snaga osiguravaju se iskorištavanjem na području Hrvatske, dok se potrošnja ostalih oblika energije osigurava proizvodnjom u Hrvatskoj i uvozom.

Struktura ukupno utrošene energije po sektorima u razdoblju 1990. - 1998. je dana u tablici 3-7., a u tablici 3-8. struktura neposredne potrošnje (opća potrošnja, promet i industrija).

Potrošnja fosilnih goriva za izgaranje (energetske transformacije, promet, industrija) prikazana je na slici 3-8.



Slika 3-8.: Potrošnja fosilnih goriva za izgaranje 1990. - 1998.

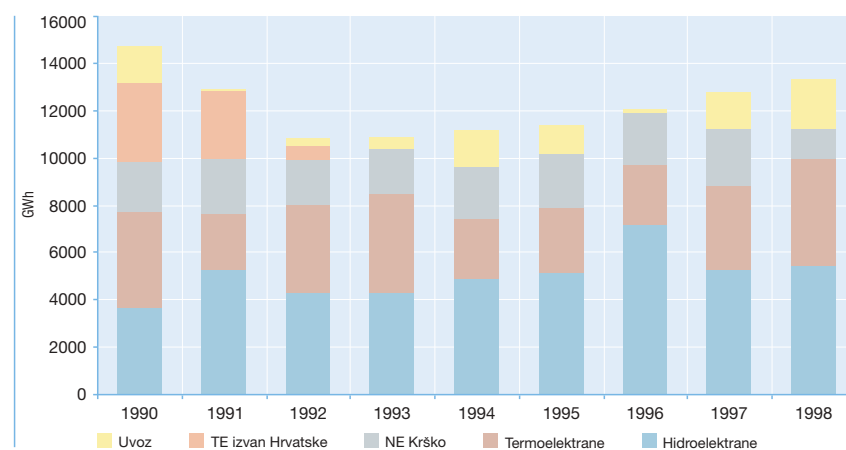
Tablica 3-7.: Ukupno utrošena energija po sektorima za razdoblje 1990. - 1998., PJ

	1990.	1991.	1992.	1993.	1994.	1995.	1996.	1997.	1998.
Opća potrošnja	107,6	88,6	76,3	78,1	81,0	88,1	98,2	100,5	100,2
• graditeljstvo	5,9	4,6	2,9	3,3	3,4	3,0	4,0	4,7	4,7
• poljoprivreda	14,5	10,5	9,3	9,2	9,2	8,3	8,4	8,5	9,3
• usluge	18,1	14,5	12,6	14,6	16,2	18,1	19,2	19,1	19,2
• kućanstva	66,8	59,0	51,5	51,1	52,2	58,6	66,7	68,2	67,0
• ostali potrošači	2,3								
Promet	61,2	43,1	40,9	44,4	48,2	50,6	56,2	59,3	62,0
Industrija	88,9	65,4	54,2	50,0	49,6	47,3	46,9	50,6	51,1
Neenergetska potrošnja	32,8	29,2	32,6	29,8	31,8	25,2	27,3	29,9	24,5
Gubici transporta i distribucije	7,7	10,6	7,4	8,2	8,4	9,0	12,4	11,0	12,3
Potrošnja za pogon	54,3	37,2	30,8	36,8	37,5	38,7	39,7	31,4	29,1
Gubici transformacija	59,0	61,0	60,4	65,4	60,5	59,5	71,9	65,3	74,8
<b>UKUPNO</b>	<b>411</b>	<b>335</b>	<b>303</b>	<b>313</b>	<b>317</b>	<b>318</b>	<b>352</b>	<b>348</b>	<b>354</b>

Tablica 3-8.: Struktura neposredne potrošnje za razdoblje 1990. - 1998., PJ

	1990.	1991.	1992.	1993.	1994.	1995.	1996.	1997.	1998.
Električna energija	47,8	40,9	34,0	33,7	34,5	35,7	37,1	39,7	40,0
Plinovita goriva	30,8	28,7	26,3	26,5	25,5	28,8	32,9	34,7	35,4
Tekuća goriva	111,5	80,9	73,4	74,5	82,0	83,8	91,6	96,5	99,9
Ugljen	16,7	9,5	5,4	4,5	3,9	3,0	3,3	3,3	3,7
Para i vrela voda	31,9	24,7	21,6	23,3	22,1	23,6	22,8	22,6	21,7
Ogrjevno drvo	19,1	12,2	10,7	10,0	10,8	11,1	13,7	13,6	12,6
<b>UKUPNO</b>	<b>258</b>	<b>197</b>	<b>171</b>	<b>173</b>	<b>179</b>	<b>186</b>	<b>201</b>	<b>210</b>	<b>213</b>

Struktura elektroenergetskih izvora krajem 1998. godine je prikazana u tablici 3-9., a proizvodnja električne energije u razdoblju 1990. - 1998. na slici 3-9.



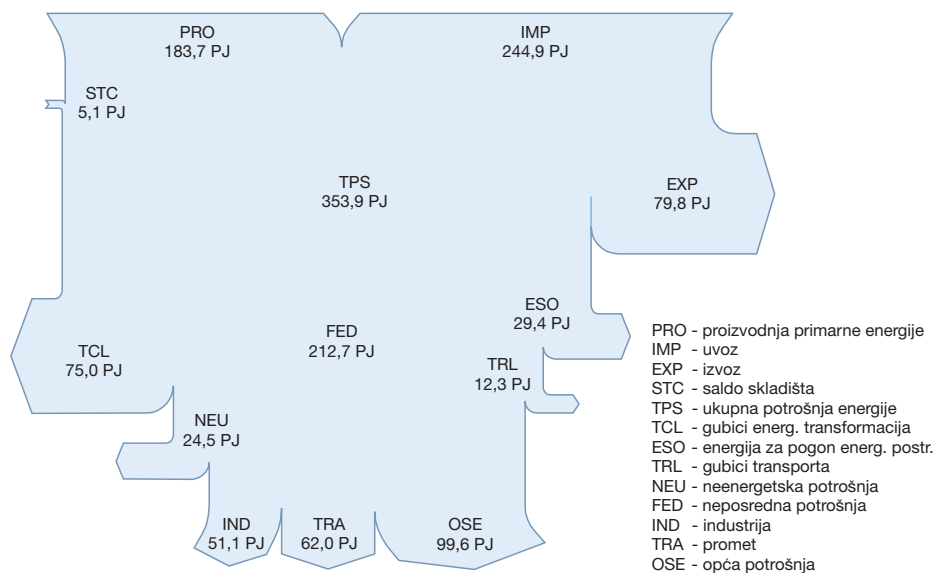
Slika 3-9.: Proizvodnja električne energije 1990. - 1998

Tablica 3-9.: Instalirani kapaciteti elektroenergetskog sektora

	Instalirani kapaciteti MW	Udio posto
Hidroelektrane	2 076	47
Termoelektrane	1 339	30
Nuklearna elektrana Krško	332	8
Termoelektrane izvan Hrvatske	650	15
<b>UKUPNO</b>	<b>4 397</b>	<b>100</b>

Iz slike 3-9., vidi se veliki udio proizvodnje hidroelektrana koji je u rasponu od 40 do 60 posto, a iz nuklearne energije 15 do 20 posto. U 1996. godini samo 21 posto energije proizvedeno je iz termoelektrana na fosilna goriva, od čega pola korištenjem prirodnog plina. U proizvodnji električne energije oko 15 posto ostvaruje se iz kogeneracijskih postrojenja. Emisija CO<sub>2</sub> po isporučenom kWh električne energije kreće se od 280 do 350 kg/kWh što je među najmanjim vrijednostima u Europi.

Ukupni tijek energije u 1998. godini je prikazan na slici 3-10.



Slika 3-10.: Tijek energije u 1998. godini

### 3.7. Transport i stanovanje

Specifični oblik i geoprometni položaj Republike Hrvatske, kao obalne države s izlazom na Jadransko more, velika je prirodna prednost i omogućuje dobru povezanost Hrvatske s drugim državama.

Prema podacima iz 1997. godine Republika Hrvatska ima ukupno 2.726 km željezničkih pruga, od čega je 36 posto elektrificirano. Ukupna dužina cesta iznosi 27.840 km, od čega su 330 km autoceste. Broj registriranih cestovnih vozila prikazan je u tablici 3-10.

Do početka devedesetih Hrvatska je bila zemlja s izrazitim prometnim tranzitom. Međutim, tijekom devedesetih je, zbog prekida važnih prometnih pravaca, intenzitet transporta ljudi i roba bitno smanjen. Najveći pad obujma ukupnog transporta zabilježen je u željezničkom (29 posto u 1997. u odnosu na 1990.) i riječnom transportu (4 posto), dok je porast zabilježen jedino u zračnom transportu (867 posto). U tablici 3-11. prikazani su osnovni podaci o putničkom i robnom transportu u Hrvatskoj, a na slici 3-11. udjeli oblika transporta.

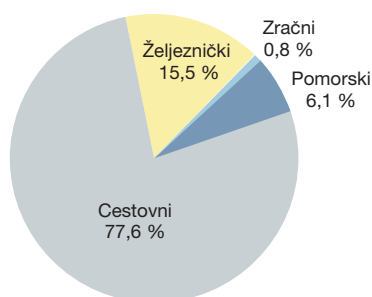
Tablica 3-10.: Registrirana cestovna motorna vozila

	1994.	1995.	1996.	1997.
Osobna vozila	698 391	710 910	835 714	932 278
Kombinirana vozila	5 226	6 215	7 893	8 683
Teretna vozila	59 212	67 282	87 028	101 051
Autobusi	4 026	3 897	4 596	4 771
Motorkotači	9 304	9 933	14 128	17 401
<b>UKUPNO</b>	<b>825 852</b>	<b>841 167</b>	<b>1 008 878</b>	<b>1 142 201</b>

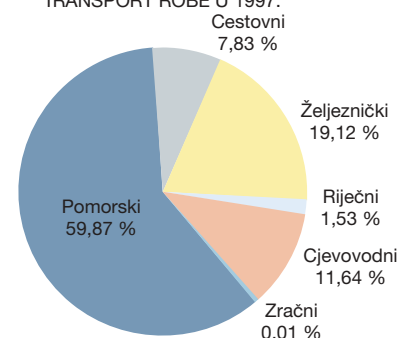
Tablica 3-11.: Transport putnika i robe

	1991.	1993.	1995.	1997.
Prevezeno putnika, milijuna	123	104	107	109
Učin, milijardi putničkih km	6,16	4,87	5,72	6,30
Prevezeno robe, milijardi tona	59,1	40,6	57,3	56,2
Učin, milijardi tonskih km	189	176	198	203

TRANSPORT PUTNIKA U 1997.



TRANSPORT ROBE U 1997.



Slika 3-11.: Udjeli oblika transporta u putničkom i robnom transportu

Za Hrvatsku kao pomorsku državu s dugačkom i razvedenom obalom i mnoštvom naseljenih otoka, osobito je važno razvijanje pomorskog transporta. Postoji oko 190 luka u kojima mogu pristati veći brodovi obalne plovidbe, a velike prekomorske brodove može primiti sedam glavnih hrvatskih luka koje se sve nalaze na kopnenoj obali. Broj brodova trgovačke mornarice potkraj 1995. iznosio je 267 brodova prosječne starosti 13,9 godina.

Plovni putovi rijeka: Save do Siska, Drave do Osijeka te Dunava imaju status međunarodnih plovnih putova, a od riječnih luka međunarodni status imaju luke u Sisku, Slavenskom Brodu, Osijeku i Vukovaru.

Prema popisu iz 1991. godine prosječna površina stana u Republici Hrvatskoj je 71,1 m<sup>2</sup> i na svakog stanovnika prosječno otpada 22 m<sup>2</sup> stambene površine. Stambeni fond u 1996. je iznosio 1,6 milijuna stanova, s prosjekom od oko 3 stanovnika po stanu. U planu je dugoročno povećanje broja stanova do 2 milijuna stanova i dostizanje razine razvijenih zapadnoeuropskih zemalja od manje od 2,5 stanovnika po stanu.

## 3.8. Poljoprivreda

Ukupna površina poljoprivrednog zemljišta je 3.181.000 ha što čini 56,5 posto površine Hrvatske. Od ukupno 4.784.265 stanovnika, prema popisu iz 1991. godine ukupno poljoprivredno stanovništvo broji 409.647 osoba, (žene 219.010, a muškarci 190.637).

U Hrvatskoj svako treće domaćinstvo ima u vlasništvu poljoprivredno gospodarstvo. Zemljišni posjed usitnjen je, upravo “atomiziran” do te mjere da je usitnjenost jedna od temeljnih zapreka racionalnom korištenju proizvodnih potencijala, što najbolje ilustrira podatak o čak 18.000.000 zemljišnih parcela, tako da je prosječna površina posjeda oko 3 ha u 7-8 parcela.

Način korištenja poljoprivrednih površina prikazan je u tablici 3-12. Zbog velike usitnjenosti posjeda postavlja se pitanje njihovog okrupnjivanja, posebice u ratarskoj proizvodnji. S obzirom na pristupanje Hrvatske u punopravno članstvo WTO, domaća poljoprivreda neće biti konkurentna ako se ne iskoriste sve mogućnosti za jeftiniju proizvodnju, pri čemu je u značajnom broju slučajeva veličina poljoprivrednog gospodarstva nedovoljna za korištenje suvremenih tehnologija u proizvodnji, te za postizanje nižih proizvodnih troškova.

Tablica 3-12.: Površina Hrvatske, broj stanovnika i način korištenja poljoprivrednog zemljišta

Poljoprivredno zemljište 1998. god.			
Način korištenja (ha)	Ukupno	Privatno	Pravne osobe
Oranice i vrtovi	1 458 000	1 155 000	303 000
Voćnjaci	69 000	66 000	3 000
Vinogradi	60 000	54 000	6 000
Livade	434 000	350 000	84 000
Ukupno obradivo zemljište	2 021 000	1 625 000	396 000
Pašnjaci	1 130 000	461 000	669 000
Ukupno poljoprivredno zemljište	3 181 000	2 089 000	1 092 000

(Izvor: Državni zavod za statistiku, 1998. god.)

### Proizvodnja u razdoblju od 1989. do 1998. godine

U razdoblju od 1989. do 1998. godine smanjuju se površine pod važnijim ratarskim kulturama, te proizvodnja većine glavnih oraničnih kultura u Hrvatskoj. Smanjena proizvodnja utjecala je i na smanjenje emisije stakleničkih plinova, pri čemu razlozi za takvo stanje nisu bili uvjetovani pojačanom ekološkom sviješću, niti novim tehnološkim rješenjima u proizvodnji, već su oni posljedica rata, a kasnije i problema vezanih uz privatizaciju, tranziciju, te u nekim slučajevima i uvoz pojedinih proizvoda.

U tablici 3-13., prikazani su podaci o broju stoke u navedenom razdoblju. U svim skupinama zabilježen je značajan pad broja, što je u konačnici utjecalo i na sma-

Tablica 3-13.: Broj stoke u Republici Hrvatskoj

Godina	Goveda, 000	Svinje, 000	Konji, 000	Ovce, 000	Perad, 000
1989	830	1573	39	751	17102
1990	757	1621	36	753	16512
1991	757	1621	36	753	16512
1992	590	1182	26	539	13142
1993	589	1262	22	525	12697
1994	519	1347	21	444	12503
1995	494	1175	21	453	12024
1996	461	1197	21	427	10993
1997	451	1176	19	453	10945
1998	443	1166	16	427	9959



njenje emisije plinova staklenika uvjetovanih unutrašnjom fermentacijom, te emisijom uvjetovanom spremanjem, manipulacijom i primjenom stajskog gnoja.

### *Poljoprivredne regije Hrvatske*

Zemljopisni položaj Hrvatske je takav da se na njezinu prostoru susreću i miješaju utjecaji nekoliko tipova klime tako da je prirodna vegetacija veoma raznovrsna. Isto tako, Hrvatska je prava prirodna zbirka tala. U njoj se nalaze svi važniji tipovi tala Europe i Sredozemlja.

Sva raznolikost i bogatstvo prirodnih prilika Hrvatske odražava se u regionalizaciji hrvatske poljoprivrede. Regionalizacija poljoprivrede temelj je usmjerenja gospodarenja i investicijske politike u razvoju poljoprivrede. Razlikuju se tri poljoprivredne regije: panonska, planinska i sredozemna, unutar kojih se javljaju manje cjeline - podregije (slika 3-12.).



Slika 3-12.: Poljoprivredne regije Hrvatske

#### **PANONSKA REGIJA**

- P1 - ISTOČNO PANONSKA PODREGIJA - ČERNOZEM, EUTRIČNO SMEĐE, Regosol, Ritska crnica, Glejno karbonatno, Aluvijalno karbonatno
- P2 - SREDNJE PANONSKA PODREGIJA - LESIVIRANO TIPIČNO, PSEUDOGLEJ, EUTRIČNI I DISTRIČNI, Euglejno eutrično, Ritska crnica
- P3 - ZAPADNO PANONSKA PODREGIJA - PSEUDOGLEJ, EUTRIČNI I DISTRIČNI, LESIVIRANO, PSEUDOGLEJNO, Lesivirano tipično, Kiselo smeđe, Euglejno eutrično, karbonatno i vertično
- P4 - SJEVEROZAPADNO PANONSKA PODREGIJA - REGOSOL, ANTROPOGENA TLA, RENDZINA, Lesivirano tipično i pseudoglejno, Pseudoglej, Smeđe eutrično i distrično, Euglej, eutrični, distrični, vertični

#### **II. GORSKA REGIJA**

- G1 - PREDPLANINSKA PODREGIJA - LESIVIRANO AKRIČNO, RELIKTNA CRVENICA, Pseudoglej, Smeđe distrično, Lesivirano tipično, Smeđe na vapnencu
- G2 - PLANINSKA PODREGIJA - SMEĐE NA VAPNENCU, VAPNENAČKO DOLOMITNA CRNICA, KISELO SMEĐE, Lesivirano tipično, Reliktna crvenica, Smeđe podzolasto, Kamenjar i gole stijene

#### **III. SREDOZEMNA REGIJA**

- M1 - SJEVERNO SREDOZEMNA PODREGIJA - CRVENICA, SMEĐE NA VAPNENCU, REGOSOL, Vapnenačko dolomitna crnica, Antropogena tla, Rendzina, Vertična tla
- M2 - SREDNJE SREDOZEMNA PODREGIJA - SMEĐE NA VAPNENCU, VAPNENAČKO DOLOMITNA CRNICA, KAMENJAR, Rendzina, Crvenica, Regosol
- M3 - JUŽNO SREDOZEMNA PODREGIJA - SMEĐE NA VAPNENCU, KAMENJAR, Vapnenačko dolomitna crnica, Crvenica, Aluvijalno tlo, Antropogena tla

**Panonska regija** Panonska Hrvatska čini južni dio zakarpatskog dijela prostrane panonske nizine. Na nju otpada 48 posto teritorija i 62 posto pučanstva Hrvatske. To je najnaseljeniji, sa stajališta potencijala u poljoprivrednoj proizvodnji, najbogatiji i dakako najvredniji dio Hrvatske.

Podneblje ima sve značajke kontinentalnog podneblja, s izraženim godišnjim dobima. Značajke podneblja se mijenjaju u smjeru od istoka prema zapadu; povećava se količina oborina i smanjuje srednja godišnja temperatura. Bilanca vode pokazuje da Osijek ima prosječni godišnji višak vode od 100, a manjak od 116 mm. Daruvar i Zagreb nemaju primjerice manjka vode, ali imaju značajan višak od 231 mm u Daruvaru, 193 mm u Zagrebu, a 200 mm u Varaždinu.

Ravničarski je dio ove regije s najplodnijim tlima žitnica Hrvatske, s visokim i stabilnim prinosima svih važnijih ratarskih i industrijskih usjeva. Na brežuljkastom dijelu su razvijena mješovita obiteljska gospodarstva, te voćarstvo i vinogradarstvo.

Za visoku i stabilnu proizvodnju svih kultura, a napose onih veće osjetljivosti, u panonskoj Hrvatskoj temeljni smjer ulaganja će biti ulaganje u hidro i agrotehničke melioracije, natapanje i odvodnju.

**Gorska regija** Ova zemljopisna cjelina obuhvaća srazmjerno heterogeno područje, koje započinje s tzv. plitkim ili pokrivenim kršem karlovačkog zaleđa, zatim se nastavlja prema planinskom masivu Male i Velike Kapele, Gorskog kotara i Velebita. Podneblje je tipično planinsko, s osnovnim obilježjima velike količine oborina od 2,500-3,500 mm godišnje, što su dakako veoma visoke vrijednosti. Značajan dio oborina je u obliku snijega, a karakteristično je razmjerno kratko vegetacijsko razdoblje, odnosno pojava kasnih proljetnih i ranih jesenskih mrazeva. Tla su veoma heterogena. Razvijena su na kiselim silikatnim stijenama ili na vapnencima i dolomitima. Poljoprivreda ove regije prilagođena je planinskim prilikama, odlika joj je usitnjen privatni posjed, sa stočarstvom kao temeljnom proizvodnom granom, a biljna proizvodnja određena je proizvodnji krmnih kultura. Izbor kultura koje dolaze u obzir za uzgoj dosta je skroman. Među njima prevladava kukuruz, i to hibridi iz rane skupine dozrijevanja, te krumpir, raž i povrće. Uvjeti za uzgoj krumpira, napose sjemenskog, veoma su povoljni, jer izostaje napad bolesti. Proizvodnja je tradicionalno ekstenzivna, s minimalnim utroškom mineralnih gnojiva i pesticida, a tla među najčistijima u Europi. Općenita je značajka planinske poljoprivredne regije mala iskorištenost proizvodnih potencijala ovoga područja, koje je osim razaranja u Domovinskom ratu doživjelo snažnu depopulaciju. Ulaganja će se na području ove regije obavljati u kalcifikaciju, koju treba usmjereno, redovito i sustavno provoditi.

**Sredozemna regija** Ova regija obuhvaća sredozemni dio Hrvatske, od Istre na sjeverozapadu do zaleđa Dubrovnika, odnosno Konavala na jugozapadu. Geomorfologija i sve prirodne značajke pokazuju posebnosti vezane uz krš. Područje je građeno od mezozojskih vapnenaca i dolomita, kojima je posebnost u tome što su kemijski dosta čisti, drugim riječima sadrže svega 1-2 posto netopivog ostatka iz kojega se veoma sporo formira tlo. Osim tih supstrata mjestimično se javljaju mekši tercijarni vapnenci, napose u zaleđu Zadra. Posebnosti podneblja ove regije daju snažan pečat agroekološkim prilikama i poljoprivredi ovoga područja. U smjeru od sjeverozapada prema jugoistoku pravilno raste srednja godišnja temperatura, a povećava se količina oborina. Klima je topla s obiljem sunca, temperature veoma rijetko padaju ispod ništice, što pogoduje uzgoju sredozemnih kultura masline i smokve.

U takvim uvjetima susreću se dva sasvim oprečna stanja u bilanci vode - izraziti višak u zimskom, a veliki deficit u ljetnom razdoblju. Gospodarenje vodom zbog tih posebnosti veoma je delikatno. U zimskom razdoblju valja poduzeti mjere zaštite tla od erozije. U ljetnom razdoblju za svaku proizvodnju, napose za proizvodnju povrća koja ovdje ima dugu tradiciju, neophodno je natapanje. Manje su razlike kada je u pitanju manjak vode. Važan čimbenik podneblja ove regije su vjetrovi, koji su cijele godine redoviti, a imaju veliku snagu i učestalost. Uz ostalo oni uzrokuju ekološku eroziju. Poljoprivredne površine sredozemne regije uglavnom su locirane na reljefski ravnijim oblicima i depresijama, odnosno uz riječne doline, visoravni i krška polja. Od većih polja vrijedno je navesti Imotsko (4.500 ha u Hrvatskoj) Sinjsko (6.400 ha) i Vrgoračko polje (3.700 ha). Posebne su agroekološke i gospodarske cjeline Čepić polje i dolina rijeke Mirne u Istri te dolina rijeke Neretve u središnjoj Dalmaciji. Prema zastupljenosti prevladava privatni posjed, s malenim proizvodnim parcelama, ali je proizvodnja primjerice u povrćarstvu veoma intenzivna, a proizvodi izuzetno visoke kvalitete.

### 3.9. Šumarstvo

Površina Republike Hrvatske iznosi 5.653.800 ha. Šume pokrivaju 36,4 posto (+/- 2 posto) kopnene površine državnog teritorija i zajedno sa šumskim zemljištem čine jedinstveno šumskogospodarsko područje na 2.457.648 ha. Od toga je 81 posto šuma u državnom vlasništvu i 19 posto u privatnom. Šume u Republici Hrvatskoj uz more spadaju u najvažnije prirodne resurse.

Državnim šumama i šumskim zemljištima u Republici Hrvatskoj gospodari javno poduzeće "Hrvatske šume".

#### *Klasifikacije šuma i šumskog zemljišta*

**Vrste šumskog zemljišta** Šumsko zemljište je svako ono zemljište na kojem se uzgaja šuma ili koje je zbog svojih prirodnih svojstava i uvjeta gospodarenja predviđeno kao najpovoljnije za uzgajanje šuma. Iz toga proizlazi podjela šumskog zemljišta na obraslo i neobraslo šumom.

Neobraslo šumsko zemljište može biti proizvodno (bare, livade, kamenjari, vrištine, bujadnice i sl.) i neproizvodno (šumske prosjeke, stovarišta, planinski pašnjaci, rudine i sl.).

Neplodno šumsko zemljište su šumske prometnice, vodotoci, kanali, močvare, ljuti krš, sipine, površine pod šumskim građevinskim objektima, šljunčare, kamenolomi i sl.

šumom obrasle površine	2.061.509 ha	(84 %)
neobraslo proizvodno šumsko zemljište	315.166 ha	(13 %)
<u>neproizvodno i neplodno šumsko zemljište</u>	<u>80.973 ha</u>	<u>(3 %)</u>
ukupno	2.457.648 ha	(100 %)

**Postanak i uzgojni oblici šuma** Približno 95 posto šuma u Republici Hrvatskoj prirodna je porijekla, a ostalo su umjetno podignute šumske kulture i plantaže. Pomlađivanje (obnova, regeneracija) šume je proces zamjene stare, matične sastojine novom. Prirodno pomlađivanje odvija se sjemenom matičnih stabala koje pada na tlo, dok umjetno pomlađivanje pretpostavlja sjetvu sjemena ili sadnju biljaka pod krošnjama starih, matičnih stabala.

Prema vrsti drveća (omjeru smjese) šume mogu biti čiste i mješovite. Čiste šume čini jedna vrsta drveća zastupljena s više od 90 posto u odnosu na ostale. Mješovite šume uz glavne vrste imaju i druge vrste drveća, ali s većim udjelom od 10 posto u ukupnoj smjesi. U Republici Hrvatskoj uglavnom prevladavaju mješovite šume.

S gledišta uzgojnih oblika u Hrvatskoj postoje šume visokog uzgojnog oblika i niskog uzgojnog oblika. Visoke šume (sjemenjače) obično nastaju prirodnim pomlađivanjem iz sjemena, rjeđe umjetnim pomlađivanjem iz sjemena ili sadnica. Niske šume nastaju iz panja (panjače). Ako visoke i niske šume izvrtnemo dugotrajnim procesima degradacije nastaju degradacijski oblici. Osobine degradacijskih oblika se razlikuju s obzirom na ekološke značajke staništa. Tako u mediteranskom srednjem i južnom priobalnom i otočnom pojasu nastaju makija, garig pa kamenjar, a u sjevernom priobalju, u Istri i južnom zao-balju šikara, šibljak pa kamenjar.

Šumsko je zemljište Hrvatske pokriveno sa 53 posto vrijednih visokih šuma regularnog uzgojnog oblika (sjemenjače), 31 posto su niske šume (panjače), 11,5 posto su razni degradacijski stadiji, a ostalo su novozasađene šumske kulture i plantaže.

**Biljne vrste u šumskim staništima** Zemljopisni položaj i raznoliki ekološki uvjeti razlog su iznimno bogatoga biljnog svijeta Republike Hrvatske i njezinih šuma. Na relativno malom prostoru živi približno 4500 biljnih vrsta i podvrsta, od čega gotovo polovica na površini šuma i šumskih zemljišta. Od ukupnoga broja šumskih vrsta autohtonih drvenastih vrsta ima oko 260, od čega je šezdesetak zanimljivo s različitih gospodarskih gledišta.

Prema fitogeografskoj raščlanjenosti, šumska vegetacija Republike Hrvatske podijeljena je u dva mediteranska i pet kontinentalnih vertikalnih vegetacijskih pojaseva.

U mediteranskoj regiji izdvajaju se mediteransko-litoralni i mediteransko-montanski vegetacijski pojas. Glavne vrste drveća koje pripadaju tim pojasovima su: hrast crnika (*Quercus ilex*), hrast medunac (*Quercus pubescens*), hrvatski hrast (*Quercus virgiliana*), crni jasen (*Fraxinus ornus*), bijeli grab (*Carpinus orientalis*), crni grab (*Ostrya carpinifolia*), alepski bor (*Pinus halepensis*) i crni bor (*Pinus nigra*).

U kontinentalnoj regiji izdvajaju se planarni (nizinski), kolinski (brežuljkasti), montanski (brdski), altimontanski (gorski) i subalpinski (pretplaninski) pojas. **Planarni pojas** obuhvaća ravničarske krajeve savsko-dravskoga međurječja, približno od 80 do 150 m n.v. Glavne vrste drveća toga pojasa su hrast lužnjak (*Quercus robur*), poljski jasen (*Fraxinus angustifolia*), obični grab (*Carpinus betulus*), crna joha (*Alnus glutinosa*), vrbe (*Salix* sp.) i topole (*Populus* sp.). **Kolinski pojas** se nastavlja na planarni i rasprostire između 150 i 500 m n.v. Ovome pojasu pripadaju brežuljci i donji dijelovi slavonskoga gorja, Medvednice, Ivanščice, razvijen je južno od Karlovca u smjeru Severina na Kupi i Josipdola, a nazire se i na rubovima ličkih polja i u Istri. Glavna vrsta drveća ovoga pojasa je hrast kitnjak (*Quercus petraea*), a od ostalih uspijevaju obični grab (*Carpinus betulus*), bukva (*Fagus sylvatica*), pitomi kesten (*Castanea sativa*), obična breza (*Betula pendula*), cer (*Quercus cerris*), trešnja (*Prunus avium*) i klen (*Acer campestre*). **Montanski pojas** se proteže iznad kolinskoga do približno 700-900 m nadmorske visine. Obilježava ga dominacija najzastupljenije vrste drveća u republici Hrvatskoj - obične bukve (*Fagus sylvatica*). Prostire se u dinarskom i panonskim području. **Altimontanski pojas** je izražen na Di-

naridima i u panonskom području na visini od prosječno 800 do 1100 m n.v. Glavne vrste drveća ovdje su obična jela (*Abies alba*), obična bukva (*Fagus sylvatica*), obična smreka (*Picea abies*), gorski jasen (*Fraxinus excelsior*) i gorski javor (*Acer pseudoplatanus*). **Subalpinski pojas** uključuje šume unutarnjih Dinarida nadmorske visine približno od 1100 do 1700 m. U nižem potpojasu ovoga pojasa nalazimo šume obične bukve, obične jele i obične smreke, a u višem potpojasu nalazimo klekovinu planinskoga bora (*Pinus mugo*). To je ujedno i gornja granica šumske vegetacije u Hrvatskoj.

**Gospodarenje šumama** S obzirom na strukturne značajke i način gospodarenja šume mogu biti regularne i preborne. Regularnu šumu tvore jednodobne sastojine. Prebornu šumu tvore preborne sastojine. Jednodobnu sastojinu tvore stabla podjednake dobi, promjera i visina. Prebornu sastojinu tvore stabla različitih promjera i visina.

Gospodarenje regularnom šumom temelji se na uzgojnim postupcima njege i pomlađivanja koji se tijekom ophodnje (životni vijek šume kojeg određuje cilj gospodarenja, ekološki i biološki čimbenici) obavljaju u sastojini. Uzgojni postupci su prostorno i vremenski odvojeni. Sa svim našim sastojinama (osim sa prebornim sastojinama) gospodari se po regularnim načelima.

Preborno gospodarenje je gospodarenje prebornom šumom. Uzgojni postupci njege i pomlađivanja prostorno su i vremenski objedinjeni u jednom zahvatu koji se ponavlja u pravilu svakih 10 godina (ophodnjica). Preborno se u nas gospodari s onim sastojinama u kojima je glavna vrsta drveća obična jela (*Abies alba*). *Republika Hrvatska ima dugu i bogatu tradiciju u zakonskoj regulativi, koja se odnosi na gospodarenje šumama i njihovu prirodnu obnovu. Temeljno načelo hrvatskog šumarstva je održivo gospodarenje* s očuvanjem prirodne strukture i raznolikosti šuma, te trajno povećanje stabilnosti i kakvoće gospodarskih i općekorisnih funkcija šuma. Treba istaknuti kako je čista sječa zabranjena Zakonom o šumama, a prirodna obnova šuma je temeljni postulat. Prvi propisi u svezi potrajnosti gospodarenja, a time i očuvanja biološke raznolikosti u Hrvatskoj pojavili su se već u 16. stoljeću. Načela potrajnosti i očuvanje biološke raznolikosti uneseni su u sve zakonske propise u šumarstvu, a odrednice o očuvanju biološke raznolikosti u propise o zaštiti okoliša.

### *Način gospodarenja šumama*

Upravljanje i gospodarenje šumama i šumskim zemljištem u Republici Hrvatskoj propisano je Zakonom o šumama te podzakonskim odredbama (npr. Pravilnikom o uređivanju šuma), ali i drugim, za okoliš važnim, zakonima i propisima (npr. Zakonom o zaštiti okoliša, Zakonom o zaštiti bilja, Zakonom o šumskom sjemenju i šumskim sadnicama i dr.). Navedeni se propisi temelje na iskustvima proizašlim iz 236-godišnje stručne i znanstvene prakse gospodarenja i upravljanja šumama.

Zakon o šumama utvrdio je kako su šume i šumsko zemljište te gospodarenje njima od općega društvenog interesa. Radi jamstva jedinstvenoga i trajnoga gospodarenja šumama u Hrvatskoj ustanovljeno je jedno šumskogospodarsko područje.

Šumama i šumskim zemljištem na šumskogospodarskom području gospodari se u skladu s propisima šumskogospodarske osnove područja koju odobrava Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva i vrijedi do 2005. godine, a također se oslanja i na projekciju gospodarenja do 2025. godine, koja je sastavni dio osnove.

Šumskogospodarska osnova područja stratejski je uporište hrvatske šumarske politike te podliježe obnovi svakih deset godina. Njome se propisuje dugogočno

prostorno i vremensko gospodarenje šumama i šumskim zemljištima na području Republike Hrvatske. Prikazano je stanje šuma i određeni su ciljevi gospodarenja, vrste i opseg radova kao i mjere i metode za postizanje ciljeva gospodarenja.

Prema šumskogospodarskoj osnovi područja ciljevi gospodarenja šumama u Hrvatskoj su:

- 1) osiguranje postojanosti ekosustava,
- 2) održavanje i poboljšavanje općekorisnih funkcija šuma,
- 3) napredno i održivo gospodarenje,
- 4) korištenje šuma i šumskih zemljišta na način i u takvoj mjeri da se održava njihova biološka raznolikost, produktivnost, sposobnost obnavljanja, vitalnost i potencijal,
- 5) da ispune, sada i u budućnosti, bitne gospodarske, ekološke i socijalne funkcije na lokalnoj i globalnoj razini, a da to ne šteti drugim ekosustavima.

Posljednje dvije točke identične su s definicijom pojma *sustainable management* (potrajno gospodarenje) koji je definiran na ministarskoj konferenciji o zaštiti europskih šuma u Helsinkiju.

Šumskogospodarska osnova područja dijeli šume i šumska zemljišta područja Republike Hrvatske na 657 gospodarskih jedinica, a gospodarske jedinice na odjele i odsjeke. Svaka gospodarska jedinica ima svoju osnovu gospodarenja, koja mora biti izrađena u skladu sa šumskogospodarskom osnovom područja. Značajniji dijelovi svake osnove gospodarenja neke gospodarske jedinice su: detaljan opis šumskih sastojina razdijeljenih na odjele i odsjeke, prikaz površina, tablice dobnih i debljinskih razreda, prikaz drvene zalihe i etata, osnova šumskouzgojnih postupaka, osnova sječa glavnog i prethodnog prihoda, analiza gospodarenja za proteklo razdoblje.

### *Drvena zaliha, prirast i etat*

Ukupna drvena zaliha (volumen drva) šuma Hrvatske iznosi 324.257.000 m<sup>3</sup>. Sastoji se približno od 84 posto bjelogorice i 16 posto crnogorice. Najzastupljenije vrste drva su obična bukva, hrast lužnjak, obična jela, hrast kitnjak te ostale vrste bjelogorice i crnogorice. Prosječna drvena zaliha državnih šuma je 202 m<sup>3</sup>/ha, dok je u privatnim šumama 82 m<sup>3</sup>/ha.

Šume u Republici Hrvatskoj prirastu godišnje u prosjeku 9.643.000 m<sup>3</sup> drva. Prirast je povećanje drvene zalihe neke šume u određenom vremenu. Izračunava se kao godišnji, periodični ili prosječni. U šumskom gospodarenju razvijene su različite metode za utvrđivanje prirasta. U nas se obično koriste kontrolna metoda i metoda izvrtaka. Različitim metodama uzgajanja šuma prirast se može povećati bilo u kvalitativnom ili kvantitativnom smislu.

Etat je dio drvene zalihe šume predviđen za sječu osnovom gospodarenja u nekom razdoblju (godišnje, 10-godišnje, 20-godišnje), iskazan volumenom drva (m<sup>3</sup>, m<sup>3</sup>/ha) ili površinom (ha). U regularnim šumama razlikuje se etat glavnog i prethodnog prihoda. Etat glavnog prihoda je volumen drva zrelih sastojina predviđenih za sječu. Etat prethodnog prihoda je volumen drva koji se ostvaruje u mladim i srednjodobnim sastojinama kroz čišćenje i prorjeđivanje (Sever & Horvat, 1996.).

Da bi se zadovoljilo temeljno načelo gospodarenja šumama, načelo potrajnosti prihoda, etat ne smije biti veći od vrijednosti prirasta. Prosječni godišnji etat u nas iznosi 5.354.000 m<sup>3</sup> ili 56 posto vrijednosti prirasta.



## 3.10. Obala i obalno područje

### *Opće osobine obale i obalnoga područja*

Glavne prirodne osobine hrvatske obale i obalnoga područja su: obala je uglavnom stjenovita s nekoliko aluvijalnih područja; veoma je razvijena; u većem dijelu obalni pojas je veoma uzak i odijeljen od unutrašnjosti planinskim lancima; mnogobrojni otoci, otočići i hridi nalaze se ispred obalne linije poredani u nekoliko nizova paralelno s kopnom. Ukupna duljina obalne linije iznosi 5800 km, od toga na otočni dio otpada 4.058 km. Koeficijent razvedenosti kopnenoga dijela obale iznosi 3,4. Hrvatska ima 1.185 otoka i otočića od čega ih je 67 naseljeno.

Obala je uglavnom kamenita, većinom relativno strma. Mali je dio obale koja je niska i na kojoj se nalaze aluvijalni nanosi. Obala je niža i blago položena u zapadnom dijelu Istre te u području južno od Zadra. Većina plaža na obali je "džepnog" tipa. Na obali nisu izraženi problemi erozije obale osim na nekoliko lokaliteta, kao što je npr. na području grada Nina. Na ušćima rijeka nalaze se uglavnom male aluvijalne doline, osim kod rijeka Raše i Neretve koje imaju relativno velike doline. U obalnom se području nalaze dva slatkovodna jezera, Vransko jezero na otoku Cresu i Vransko jezero kod Biograda. I dok je prvo značajan izvor pitke vode za otoke Cres i Lošinj, jezero kod Biograda u manjoj se mjeri koristi za navodnjavanje okolnoga poljoprivrednoga zemljišta.

Rezultati dosadašnjih mjerenja razine mora na hrvatskoj obali pokazuju različite trendove za pojedine lokacije. Tako u Rovinju i Splitu podaci pokazuju smanjenje razine mora s prosječnom vrijednošću od 0,050 mm/god., odnosno 0,082 mm/god. dok se u Bakru pokazuje postupni porast razine mora s prosječnom vrijednošću od 0,053 mm/god. To može biti rezultat izdizanja obale uslijed tektonskih poremećaja.

U obalnom području Hrvatske (površine 1.245 km<sup>2</sup>) živi 1.119.113 stanovnika, što je 23 posto od ukupne hrvatske populacije. Gustoća stanovništva u obalnoj zoni je 89,9 stanovnika/km<sup>2</sup>, dok je gustoća stanovništva u unutrašnjosti 84,5 stanovnika/km<sup>2</sup>. Na mnogim mjestima uzduž obale, na maloju nadmorskoj visini nalaze se povijesna središta pojedinih gradova, kuće za stanovanje i odmor, turistički objekti, te infrastrukturni objekti, kao što su prometnice, kanalizacijski ispusti, pristani i marine. Glavne gospodarske djelatnosti u obalnom području su vezane uz more i korištenje morskih bogatstava i mediteransku poljoprivredu. U obalnom području je tako registrirano 586.000 ležajeva, nalazi se 47 marina sa 12.600 vezova, te 7 luka otvorenih za međunarodni robni promet. Djeluje 5 brodogradilišta za izgradnju velikih plovila. U ribarstvu je registrirano 302 ribarska broda i 10.600 ribarskih čamaca. U 1996. godini proizvedeno je 155.615 tona grožđa i 16.000 tona maslina.

## 3.11. Uvažavanje specifičnosti Hrvatske prema članku 4.6. konvencije

### *Specifičnosti s obzirom na polazna načela Konvencije*

Ističu se neka od općih načela iz članka 3. Konvencije koja su posebno relevantna za Hrvatsku:

- *stranke će štititi klimatski sustav temeljeno na principima jednakosti, u skladu s njihovim zajedničkim ali različitim odgovornostima i mogućnostima*



- u ostvarenju ciljeva Konvencije uvažavati će se posebnosti zemalja u razvoju i onih koje su ranjive na štetne utjecaje od promjene klime
- stranke će promicati održivi razvoj i graditi politiku i mjere, imajući u vidu da je ekonomski razvoj temelj za provođenje mjera

S obzirom na relativno malu emisiju stakleničkih plinova po stanovniku može se smatrati da je Hrvatska u dosadašnjem povijesnom razdoblju relativno malo doprinijela problemu globalnog zatopljenja. Zbog relativno male polazne emisije, koja bi i po referentnom ("business as usual") scenariju razvoja ostala manja od razvijenih zemalja i zemalja u tranziciji, mogućnosti za dodatno smanjenje su ograničene i relativno skuplje nego u drugim državama.

Hrvatska je ranjiva na klimatske promjene posebice u obalnom području i poljoprivredi, a značajne štete moguće su u hidrologiji, vodnim resursima i šumarstvu. Navodi se ovdje da obalna linija Hrvatske ima 5800 km, s ukupno 1100 otoka, s gradovima koji već danas imaju problema s povremenim visokim plimnim valovima i ekstremnim vremenskim događajima.

O socio-gospodarskim implikacijama primjene mjera i problemima u ostvarenju obveza koje proizlaze iz Konvencije govori se u nastavku.

#### *Specifičnosti s obzirom na članak 4.6. Konvencije*

Hrvatska je postala samostalna država 1991. godine i od tada na putu svoga samostalnog razvoja prolazi kroz mnogobrojne teškoće. Osim problema gospodarstva u tranziciji, problem Hrvatske vezan je uz posljedice rata i političke nestabilnosti u regiji te, u posljednjih desetak godina, naglašene političke i gospodarske izolacije. Svi pokazatelji govore kako obnovu i razvoj neće biti moguće ostvariti bez porasta potrošnje energije. Posljednjih godina (1995.-1999.) bilježi se rast energetske potrošnje po stopi od 3,3 posto, električne energije po stopi 3,4 posto, a bruto nacionalnog dohotka po stopi od 4 posto. Zbog porasta potrošnje i gubitka određenih izvora s prostora bivše Jugoslavije, Hrvatska u narednih deset godina mora izgraditi 1000 do 1500 MW novih izvora električne energije, što je povećanje za 23-34 posto današnjeg kapaciteta.

Ispunjenje obveza iz Konvencije i Kyoto protokola za Hrvatsku će biti vrlo težak zadatak, možda praktički i neizvediv. Socio-ekonomske implikacije primjene dodatnih mjera s obzirom na polazno stanje male emisije, posljedice rata i tranziciju ekonomije, nedvojbeno su velike. S tim u vezi svaki trošak koji nadilazi koristi, prostor je iznad nacionalnog scenarija održivosti. Treba ovdje spomenuti da će dodatne mjere za smanjenje emisije stakleničkih plinova imati relativno mali utjecaj na poboljšanje postojećeg stanja okoliša na lokalnoj razini, s obzirom na to da u Hrvatskoj nema velikih problema s onečišćenjem zraka. Na konferenciji stranaka COP6 (Hag, studeni 2000.) i COP7 (Marakeš, studeni 2001.). Hrvatska je izjavom najavila probleme s kojima je suočena u preuzimanju obveza iz Konvencije i Kyota.

S obzirom na gore navedeno u ovom izvješću daje se prijedlog za uvažavanje specifičnosti Hrvatske, pozivajući se na stavak 6., članka 4. Konvencije koji nudi određenu *fleksibilnost za zemlje u tranziciji u ispunjenju njihovih obveza, uključujući pitanje odabira referentne godine za emisije stakleničkih plinova.*

U pozivu za uvažavanje specifičnosti Hrvatske ovdje se ističe:

- emisija stakleničkih plinova na teritoriju Hrvatske iznosi manje od 0,2 posto emisije zemalja Priloga I., emisija po stanovniku gotovo je najmanja među tim zemljama

- u Hrvatskoj se već sada u znatnoj mjeri koriste obnovljivi izvori energije. U proizvodnji električne energije 40-60 posto energije ostvaruje se iz hidroelektrana. Oko 5 posto ukupnih energetske potrebe pokriva se energetskim korištenjem biomase, a u većini naselja koja nemaju plinsku mrežu glavno gorivo je biomasa
- proizvodnja električne energije u značajnom iznosu je u visokoefikasnim plinskim kombi postrojenjima, u ukupnoj proizvodnji 15 posto električne energije proizvodi se u kogeneraciji
- iz nuklearne elektrane namiruje se 15-20 posto potreba za električnom energijom (do 1995. godine)
- u ukupnoj energetskej potrošnji ugljen je zastupljen sa samo 2 posto
- Hrvatska ima 36 posto teritorija pokrivenog šumama

U razdoblju koje je moguće za izbor referentne godine prema članku 4.6. Konvencije (do 1990. godine) Hrvatska je bila u sastavu bivše Jugoslavije (priznata od UN u svibnju 1992. godine). Bivša Jugoslavija sastojala se od šest republika s ukupnim brojem stanovnika od 23,7 mil., od čega je u Hrvatskoj bilo 4,8 milijuna.

U određivanju emisije stakleničkih plinova Hrvatska ima problema jer su pouzdani podaci raspoloživi od osamostaljenja, praktički od 1992. godine. Hrvatska nema statističku energetske bilancu sakupljanjem podataka “odozdo prema gore” (bottom up) već se bilanca dobiva iz niza različitih izvora, od kojih se veliki dio prikuplja direktno od izvora emisije na dobrovoljnoj osnovi. Zakonska obveza izvještavanja o emisiji donesena je 1996. Pravilnikom o Katastru emisija u okoliš. Nažalost, ovaj sustav još ni danas nije dovoljno pouzdan da bi poslužio kao temelj za nacionalni proračun emisije, pa se u velikoj mjeri koriste stručne procjene. Svjesna ove činjenice Republika Hrvatska je zatražila tehničku i financijsku pomoć za izgradnju kvalitetnog sustava za praćenje emisije, i s tim u vezi pred realizacijom su potpore UNDP/GEF-a i EC-a kojima bi se u potpunosti trebao izgraditi sustav za proračun emisije stakleničkih plinova u slijedeće tri godine.

Zbog problema u određivanju emisije, posebice u sektoru energetike koji nosi najveći dio emisije stakleničkih plinova, emisija Hrvatske za razdoblje do 1992. godine određena je dijelom na temelju raspoloživih podataka za bivše Jugoslavije. Metodološki način određivanja tako predložene emisije dan je u nastavku.

Prema relevantnoj međunarodnoj literaturi (*IEA Statistics (1998.): CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion, 1971.-1996.*) emisija CO<sub>2</sub> po stanovniku bivše Jugoslaviju prikazana je u tablici 3-14.

Tablica 3-14.: Emisija CO<sub>2</sub> po stanovniku bivše Jugoslavije zbog izgaranja fosilnog goriva

	1985. t/s.	1986. t/s.	1987. t/s.	1988. t/s.	1989. t/s.	1990. t/s.	1991. t/s.
Bivša Jugoslavija	5,53	5,71	5,69	5,73	5,62	5,85	5,18

Ukupna količina stakleničkih plinova koja promatra i ne-energetske izvore prikazana u tablicama 3-15 dobivena je za Hrvatsku tako da su na emisiju CO<sub>2</sub> uslijed izgaranja goriva (prosjeck bivše Jugoslavije) dodane emisije ostalih izvora s teritorija Hrvatske. Vrijednosti iz tablice 3-15 odnose se na ukupnu antro-

Tablica 3-15: Emisija stakleničkih plinova u Hrvatskoj (Mt eq-CO<sub>2</sub>)

	1990.	1991.
Emisija po stanovniku, t eq-CO <sub>2</sub> /s.	8,24	7,44
Ukupna emisija, Mt eq-CO <sub>2</sub>	39,40	33,60

pogenu emisiju, ponori emisije koji se oduzimaju nisu uzeti ovdje u obzir (vezivanje ugljika u drvenu biomasu šuma).

**Na temelju svega gore navedenog Republika Hrvatska za referentnu godinu prema Konvenciji prijavljuje 1990. godinu, s ukupnom emisijom stakleničkih plinova 39,4 Mt eq-CO<sub>2</sub>.**





*Slapovi Krke*

# 4.

## Proračun emisije 1990. – 1995.

- 4.1. Uvod — 81
- 4.2. Sustav obrade i prikupljanja podataka — 82
- 4.3. Metodologija — 83
- 4.4. Rezultati proračuna — 84
  - 4.4.1. Skupni rezultati — 85
  - 4.4.2. Usporedba emisija s drugim zemljama — 87
  - 4.4.3. Emisija ugljikovog dioksida (CO<sub>2</sub>) — 88
  - 4.4.4. Emisija metana (CH<sub>4</sub>) — 92
  - 4.4.5. Emisija didušikovog oksida (N<sub>2</sub>O) — 93
  - 4.4.6. Emisija sintetičkih stakleničkih plinova — 94
  - 4.4.7. Emisija indirektnih stakleničkih plinova — 94
  - 4.4.8. Nesigurnost proračuna i verifikacija — 95





# Proračun emisije 1990. - 1995.

## 4.1. Uvod

Proračun emisije stakleničkih plinova jedan je od osnovnih koraka u sustavnom razmatranju i rješavanju problema vezanih uz klimatske promjene. U Republici Hrvatskoj je, i prije izrade ovog Izvješća, postojalo sustavno procjenjivanje emisije onečišćujućih tvari u zrak, kako nekih stakleničkih plinova tako i ostalih onečišćujućih tvari. Iako je i ranije bilo povremenih procjena, redovita godišnja izvješća o proračunu emisije u zrak određenih onečišćujućih tvari, u nadležnosti su Ministarstva zaštite okoliša i prostornog uređenja, a provode se od 1995. godine. Korištena metodologija ili metodologija na koju su se naslanjali proračuni bila je Europska CORINAIR metodologija, a EKONERG Holding, kao provedbeni institut koji je izrađivao te proračune, tj. bilance emisija, stekao je veliko iskustvo kako u primjeni te metodologije tako i općenito u procesu izrade procjena emisije. Stečena znanja, pozitivna praksa te prikupljeni podaci bili su i te kako dobra podloga za procjenu emisije stakleničkih plinova unutar ovog Izvješća. Također, 1996. godine u Hrvatskoj je započeta uspostava Nacionalnog katastra emisije u okoliš (KEO), koji bi trebao postati glavna podloga i baza podataka za bilanciranje emisija u okoliš. Kako se ovo Izvješće odnosi na razdoblje od 1990. do 1995. godine KEO za sada nije bio korišten kao izravni izvor podataka već kao provjera za određene pojedinačne izvore. Napominje se da u Hrvatskoj postoje podaci emisije stakleničkih plinova do 1999. godine, ali za razdoblje od 1996. - 1999. godine nije proveden proračun po IPCC metodologiji pa se ti podaci ovdje ne iskazuju. Međutim podaci iz razdoblja od 1996. - 1999. korišteni su u projekcijama i izradi scenarija.

Za potrebe proračuna emisije u ovom Izvješću korištena je IPCC metodologija (Intergovernmental Panel of Climate Change) propisana od strane Konvencije, temeljem priručnika *IPCC Guidelines for National GHG Inventories, Revised 1996 (IPCC/UNEP/OECD/IEA)* i iskustva dobre prakse *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National GHG Inventories, 2000. (IPCC/NGGIP)*. Metodologija i sustavnost u pristupu omogućavaju osiguranje načela transparentnosti, konzistentnosti, usporedivosti, potpunosti i točnosti proračuna. Također, metodologija zahtijeva određenu procjenu nesigurnosti proračuna i verifikaciju ulaznih podataka i rezultata, kako bi se povećala kvaliteta, točnost i unaprijedila pouzdanost proračuna. Između ostaloga, kao jedan od koraka provjere potpunosti i konzistentnosti primjene metodologije, preliminarni i konačni proračun dani su na reviziju i tehničku ocjenu u Program podrške nacionalnim izvješćima Ujedinjenih naroda (UNDP-National Communications Support Programme (NCSP)), te su nakon njihove općenito pozitivne ocjene, određeni tehnički komentari uzeti u obzir u smislu daljnjeg unapređenja proračuna. Također, jedna od internih provjera proračuna unutar metodologije jest i proračun emisije CO<sub>2</sub> uslijed izgaranja goriva, na dva različita načina: prvi, detaljniji način tzv. sektorski pristup (Sectoral approach) i drugi, jednostavniji tzv. referentni način (Reference approach). Razlike u dobivenim rezultatima (ovisno o godini) su prosječno 3 posto što je vrlo prihvatljivo.

## 4.2. Sustav prikupljanja i obrade podataka

Za potrebe provođenja i u svrhu osiguranja načela transparentnosti, konzistentnosti, usporedivosti, potpunosti i točnosti proračuna emisije uspostavljen je Sustav za prikupljanje i obradu podataka. Iako je u ovom trenutku sustav uspostavljen u opsegu koji zadovoljava potrebe ispunjenja obveza prema izradi nacionalnog proračuna emisije stakleničkih plinova i Nacionalnog izvješća o promjeni klime, zamišljen je tako da ostavlja mogućnost razvoja i nadogradnje glede proračuna emisije ostalih onečišćujućih tvari i izvješćivanja uslijed drugih potreba i obveza Republike Hrvatske. Osnova sustava sastoji se od identifikacije i određivanja izvora podataka (nacionalna energetska bilanca, nacionalni katastar emisije u okoliš, statistički podaci, izravni upitnici, ...itd.), zatim prikupljanja, arhiviranja i obrade podataka, te prilagodbe i proračuna za izradu odgovarajućeg izvješća. Na slici 4-1. prikazane su osnovne sastavnice sustava za prikupljanje i upravljanje podacima pri izradi proračuna za ovo Izvješće. Pri izgradnji sustava cilj je bio, što je više moguće, podatke povezivati i obrađivati elektronski kako bi se postigao što veći stupanj "automatizacije".

Prema IPCC metodologiji, izvori i ponori emisije stakleničkih plinova su usmjereni u šest sektora. Ovisno o kojem sektoru je riječ, potrebno je za različite gospodarske aktivnosti osigurati podatke, kao što su: potrošnja goriva (bilanca energetske potrošnje i opskrbe), podaci o eksploataciji plina i nafte (INA), podaci o pojedinim industrijskim proizvodnjama (statistički podaci ili izravna anketa), podaci o broju različite stoke i površini zemljišta pod različitim usjevima (statistički podaci i podaci Agronomskog fakulteta), podaci o površinama pod šumom (Hrvatske šume i Šumarski fakultet), podaci o količinama komunalnog otpada (podaci i procjene stručnih institucija), itd.

Način prikupljanja ustrojen je tako da su neki podaci prikupljeni izravno iz postojećih, etabliranih baza podataka ili izravno od onečišćivača, a neki, s druge strane preko uspostavljenih stručnih timova ili stručnih pojedinaca za određena područja. Konkretno, većina osnovnih podataka uzeta je iz postojećih sustava prikupljanja podataka, a to su statistički podaci (DZZS<sup>1</sup>), energetska bilanca (EIHP<sup>2</sup>) te podaci iz obrazaca KEO<sup>3</sup> (MZOPU<sup>4</sup>). Ostali podaci osigurani su izravnim kontaktom s pojedinačnim izvorima onečišćenja, ili preko stručnih timova (za poljoprivredu, šumarstvo i otpad) ili pojedinaca, a koji su se po potrebi koristili podacima kojima raspolažu razna poduzeća i institucije, kao što su EKONERG, MUP<sup>5</sup>, HEP<sup>6</sup>, INA<sup>7</sup>, ZGO<sup>8</sup>, APO<sup>9</sup>, županije, carina, Hrvatske šume, Hrvatske vode, pojedini fakulteti itd. Hrvatske vode, npr. imaju svoj sustav prikupljanja i obrade podataka, tako da su u mogućnosti pružiti svoje obrađene (npr. količina vode iz pojedinačnih gospodarskih vodozahvata, količina industrijskih otpadnih voda i sl.) ili prikupljene podatke od ostalih subjekata vezano uz vode (npr. podaci komunalnih poduzeća o potrošnji vode, i sl.).

Kako bi se za proračun emisije što bolje osigurali i proveli, prethodno već spomenuti, principi transparentnosti, konzistentnosti, usporedivosti, potpunosti i točnosti, uveden je za svaku grupu podataka Podatkovni obrazac. Taj obrazac

<sup>1</sup> DZZS - Državni zavod za statistiku

<sup>2</sup> EIHP - Energetski institut *Hrvoje Požar*

<sup>3</sup> KEO - Katastar emisija u okoliš

<sup>4</sup> MZOPU - Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja

<sup>5</sup> MUP - Ministarstvo unutarnjih poslova

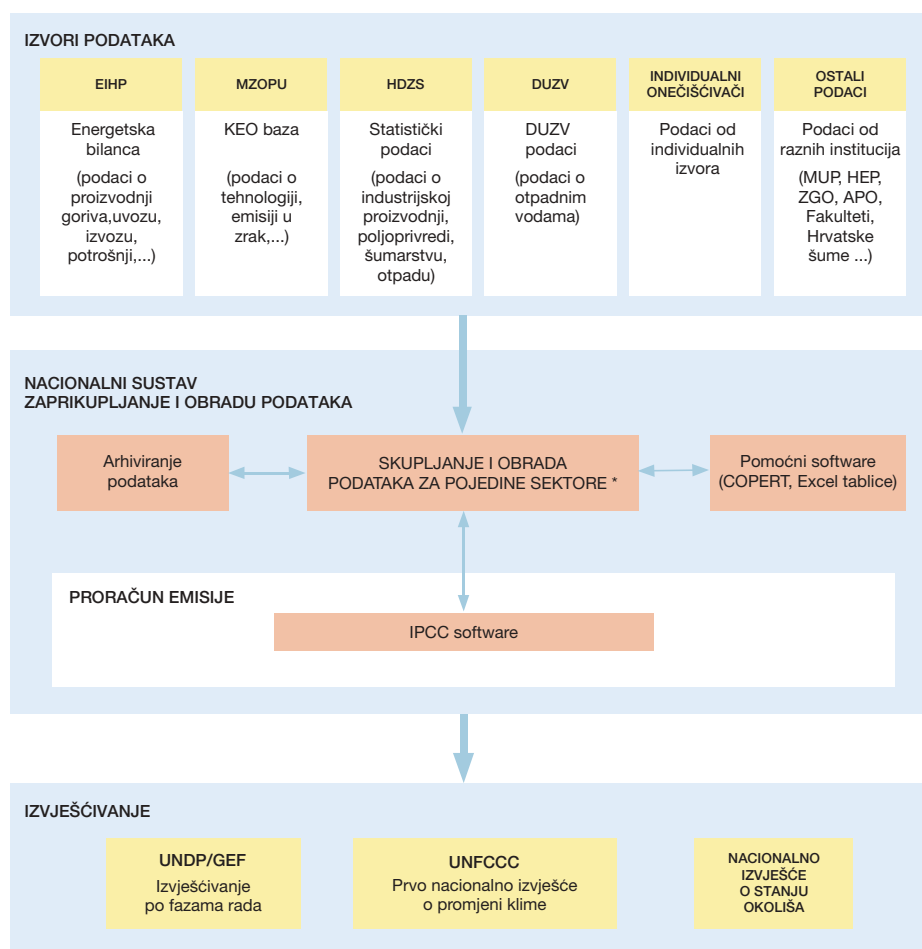
<sup>6</sup> HEP - Hrvatska elektroprivreda

<sup>7</sup> INA - Industrija nafte

<sup>8</sup> ZGO - Zbrinjavanje gradskog otpada, Zagreb

<sup>9</sup> APO - Agencija za posebni otpad, Zagreb

sadrži sve relevantne informacije, za određenu vrstu ulaznih podataka, o podrijetlu i kvaliteti podataka te o mogućim budućim poboljšanjima. U ovom trenutku obrasci se arhiviraju kao tekstualne datoteke/papirne kopije, ali s mogućnošću pretvorbe u elektronsku bazu podataka u budućnosti.



\* Obrada podataka znači povezivanje, praćenje, prilagođavanje, proračun, itd. To se može raditi "ručno" (na papiru) ili elektronski (tablične) kalkulacije

Slika 4-1.: Sustav za prikupljanje i obradu podataka

### 4.3. Metodologija

Prilikom proračuna emisije stakleničkih plinova za potrebe Nacionalnog izvješća korištena je IPCC metodologija (Intergovernmental Panel of Climate Change) propisana od strane Konvencije, temeljem priručnika *IPCC Guidelines for National GHG Inventories, Revised 1996 (IPCC/UNEP/OECD/IEA)* i iskustva dobre prakse *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National GHG Inventories, 2000 (IPCC/NGGIP)*.

Metodologija obuhvaća proračun samo onih emisija koje su posljedica ljudskih (antropogenih) aktivnosti i odnosi se na sljedeće plinove: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC-ove, PFC-ove, SF<sub>6</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, NMVOC-ove i SO<sub>2</sub>. Nisu obuhvaćeni oni staklenički plinovi (npr. CFC-i) koji su predmet Montrealskog protokola o tvarima koje oštećuju ozonski omotač. Ugljikov dioksid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) i didušikov oksid (N<sub>2</sub>O) glavni su staklenički plinovi koji se inače prirodno nalaze u atmosferi, ali je njihov porast koncentracija, u posljednje vrijeme, uglavnom rezultat ljudskih aktivnosti. Halogenirani hidrokarboni (PFC-i i HFC-i) i sumporov heksafluorid (SF<sub>6</sub>) također su staklenički plinovi, nazivaju se i sinte-

tički staklenički plinovi, i oni nastaju isključivo uslijed ljudskih aktivnosti. Dodatno, tu su fotokemijski aktivni plinovi kao ugljikov monoksid (CO), dušikovi oksidi (NO<sub>x</sub>) i ne-metanski hlapljivi organski spojevi (NMVOC-i), koji iako nisu staklenički plinovi, indirektno pridonose stakleničkom efektu. Oni se obično nazivaju indirektni staklenički plinovi ili ozonski prethodnici (prekursori) jer utječu i sudjeluju u procesu stvaranja i razgradnje ozona, koji je također jedan od stakleničkih plinova. Za sumporov dioksid (SO<sub>2</sub>) se vjeruje, da kao prethodnik sulfata i aerosola negativno utječe na staklenički efekt, jer se stvaranjem aerosola oduzima toplina okolini.

Proračun je podijeljen u šest sektora: energetika, industrijski procesi, korištenje otapala, poljoprivreda, promjene u korištenju zemljišta i šumarstvo, te gospodarenje otpadom. Općenito, metodologija se svodi na umnožak određene gospodarske aktivnosti (npr. godišnja proizvodnja aluminijske, potrošnja goriva, broj stoke, prirast drvene mase i sl.) s odgovarajućim faktorima emisije. Namjera je i preporuka koristiti lokalne, "domaće" faktore emisije gdje god je to opravdano i moguće, dok u suprotnom metodologija daje tipične vrijednosti faktora emisije za sve sektore i određena geografska područja.

## 4.4. Rezultati proračuna

Emisija u 1990. i 1991. godini određena je na način kako je to opisano u poglavlju 3.11. Počevši sa 1992. godinom kada je Republika Hrvatska postala članicom Ujedinjenih naroda proračun je proveden standardnim načinom.

U nastavku se daju rezultati proračuna emisije stakleničkih plinova u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 1990. do 1995. godine. Rezultati se daju prvo kao ukupna (agregirana) emisija svih stakleničkih plinova prema sektorima, a zatim kao emisija pojedinih stakleničkih plinova, također prema sektorima. Budući da pojedini staklenički plinovi imaju različita radijacijska svojstva, a time i različito doprinose efektu staklenika, kako bi se omogućilo međusobno zbrajanje i ukupni prikaz emisije, potrebno je emisiju svakog plina pomnožiti s njegovim stakleničkim potencijalom (GWP-Global Warming Potential). Staklenički potencijal je mjera utjecaja nekog plina na staklenički efekt u odnosu na utjecaj CO<sub>2</sub>. U tom slučaju emisija stakleničkih plinova iskazuje se jedinicom kg CO<sub>2</sub> eq (masa ekvivalentnog CO<sub>2</sub>).

U tablici 4-1. prikazani su staklenički potencijali za pojedine plinove. Potencijali se odnose na vremensko razdoblje od 100 godina.

Tablica 4-1.: Staklenički potencijali nekih plinova

Plin	Staklenički potencijal
ugljikov dioksid (CO <sub>2</sub> )	1
metan (CH <sub>4</sub> )	21
didušikov oksid (N <sub>2</sub> O)	310
CF <sub>4</sub>	6500
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	9200
SF <sub>6</sub>	23.900

Ako dolazi, suprotno od emisije, do upijanja stakleničkih plinova (npr. upijanje CO<sub>2</sub> kod prirasta drvene mase u šumama) onda se govori o ponoru stakleničkih plinova i iznos se prikazuje s negativnim predznakom.

## 4.4.1. Skupni rezultati

Ukupne emisije i ponori stakleničkih plinova po godinama i njihov trend prema sektorima dani su u tablici 4-2. i na slici 4-2., a prema stakleničkim plinovima u tablici 4-3. i na slici 4-3.

Tablica 4-2.: Skupne emisije i ponori stakleničkih plinova (eq-CO<sub>2</sub>) za 1990. do 1995. prema sektorima

EMISIJE	1990.*		1991.*		1992.		1993.		1994.		1995.	
	Gg	%	Gg	%	Gg	%	Gg	%	Gg	%	Gg	%
Energetika	29910	75,9	25251	75,2	15467	67,0	16526	72,5	15499	70,9	16353	73,5
Industrijski procesi	4227	10,7	3086	9,2	2653	11,5	2066	9,1	2317	10,6	2021	9,1
Poljoprivreda	4321	11,0	4344	12,9	4060	17,6	3277	14,4	3109	14,2	2891	13,0
Otpad	933	2,4	917	2,7	901	3,9	913	4,0	937	4,3	995	4,5
<b>Ukupno</b>	<b>39391</b>	<b>100</b>	<b>33598</b>	<b>100</b>	<b>23082</b>	<b>100</b>	<b>22783</b>	<b>100</b>	<b>21862</b>	<b>100</b>	<b>22259</b>	<b>100</b>
<i>Trend</i>	100		85		59		58		56		57	
<b>PONORI</b>												
Promjena korištenja zemljišta i šumarstvo	-6505		-6505		-6505		-6505		-6505		-6505	
<b>NETO EMISIJA</b>	<b>32886</b>		<b>27093</b>		<b>16576</b>		<b>16278</b>		<b>15357</b>		<b>15754</b>	

\* Emisija Energetike izračunata je za 1990. i 1991. godinu, kako je prikazano u poglavlju 3.11.

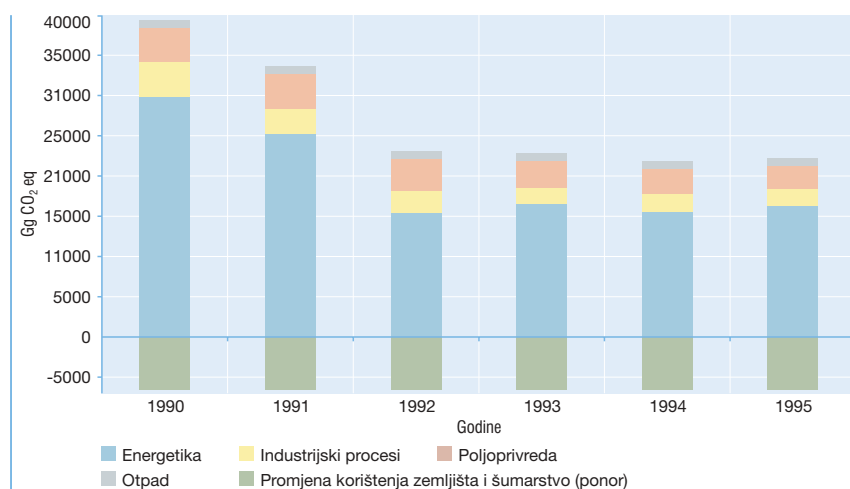
Tablica 4-3.: Skupne emisije i ponori stakleničkih plinova za 1990. do 1995. prema pojedinim plinovima

EMISIJE	1990.*		1991.*		1992.		1993.		1994.		1995.	
	Gg	%	Gg	%	Gg	%	Gg	%	Gg	%	Gg	%
Ugljikov dioksid (CO <sub>2</sub> )	30713	78,0	25450	75,7	15764	68,3	16399	72,0	15674	71,7	16251	73,0
CH <sub>4</sub> kao eq-CO <sub>2</sub>	3835	9,7	3635	10,8	3419	14,8	3291	14,4	3099	14,2	3104	13,9
N <sub>2</sub> O kao eq-CO <sub>2</sub>	3904	9,9	3864	11,5	3898	16,9	3093	13,6	3089	14,1	2896	13,0
HFC, PFC i SF <sub>6</sub> kao eq-CO <sub>2</sub>	939	2,4	648	1,9	0	0,0	0	0,0	0	0,0	8	0,0
<b>Ukupno</b>	<b>39391</b>	<b>100</b>	<b>33598</b>	<b>100</b>	<b>23082</b>	<b>100</b>	<b>22783</b>	<b>100</b>	<b>21862</b>	<b>100</b>	<b>22259</b>	<b>100</b>
<b>PONORI</b>												
Ugljikov dioksid (CO <sub>2</sub> )	-6505		-6505		-6505		-6505		-6505		-6505	
<b>NETO EMISIJA</b>	<b>32886</b>		<b>27093</b>		<b>16576</b>		<b>16278</b>		<b>15357</b>		<b>15754</b>	

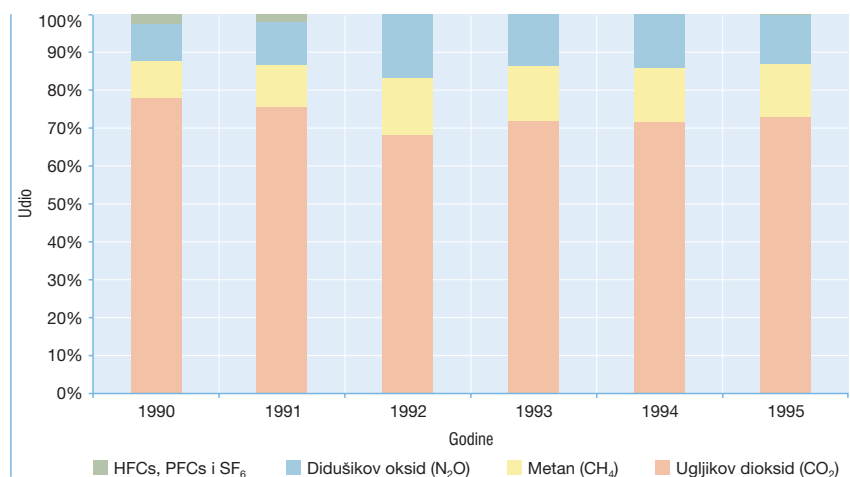
\* Emisija Energetike izračunata je za 1990. i 1991. godinu, kako je prikazano u poglavlju 3.11.

U cijelom razdoblju između 1990. i 1995. iznos emisije je pao za oko 45 posto, a najdrastičnije smanjenje se uočava između 1991. i 1992. (26 posto). U godinama poslije 1992. iznos emisije također pada, ali nešto sporije i svoj minimum dostiže 1994. godine, da bi u zadnjoj promatranoj godini emisija blago porasla. Ovakav trend emisije izravna je posljedica specifične situacije u Republici Hrvatskoj koja je od 1991. do 1995. proživljavala Domovinski rat i odvajanje od bivše Jugoslavije. Kao posljedica te situacije došlo je do općeg smanjenja gospodarskih aktivnosti i energetske potrošnje u zemlji, a dodatno pored toga, učincima gospodarstva u tranziciji, došlo je i do smanjenja ili ukidanja nekih, ionako malobrojnih, energetski intenzivnih industrijskih proizvodnji, što se uvelike odrazilo na iznos emisija stakleničkih plinova.

Udio u emisiji prema stakleničkim plinovima nije se značajnije mijenjao u svim godinama. U godini 1990. iznosio je 78,0 posto za CO<sub>2</sub>, 9,7 posto za N<sub>2</sub>O, 9,9 posto za CH<sub>4</sub> te 2,4 posto za sintetičke plinove. Emisija sintetičkih plinova dolazi uglavnom iz proizvodnje primarnog aluminija koja se gasi nakon 1991. godine.

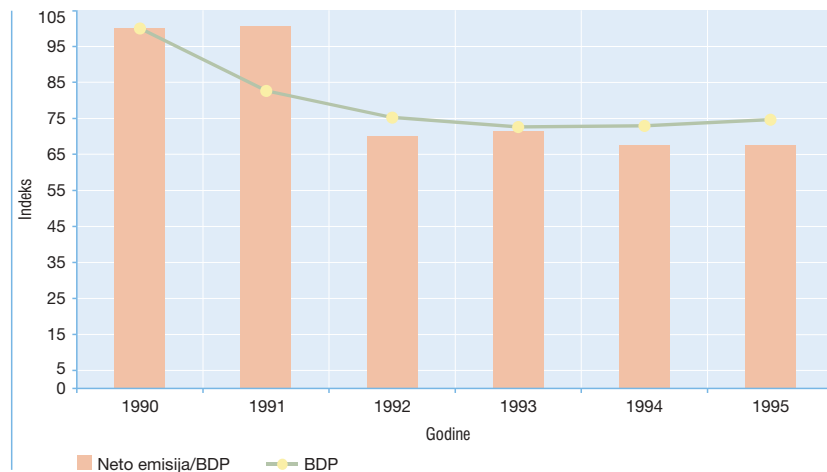


Slika 4-2.: Skupne emisije i ponori stakleničkih plinova za 1990. do 1995. prema sektorima



Slika 4-3.: Udio stakleničkih plinova u emisiji za godine 1990. do 1995.

Postoji nekoliko načina da se procijeni “intenzitet” nacionalne emisije stakleničkih plinova. Uobičajene mjere intenziteta koje se prikazuju jesu omjer emisije i broja stanovnika te omjer emisije i bruto domaćeg proizvoda. U Hrvatskoj, emisija po stanovniku (popis 1991.) za 1990. godinu iznosi 8,2 t CO<sub>2</sub>eq, što stavlja Hrvatsku na dno europske ljestvice emisija stakleničkih plinova po stanovniku. Neto emisija (koja uključuje i ponore) po stanovniku iznosi oko 6,9 t CO<sub>2</sub>eq. Za godine 1991. do 1995. emisija stakleničkih plinova po stanovniku je i znatno manja. Slika 4-4. pokazuje omjer emisije i bruto domaćeg proizvoda (BDP) normizirano prema 1990. godini kao referentnoj. Uočava se specifično smanjenje emisije prema bruto domaćem proizvodu poslije 1991. godine, što je u Hrvatskoj uglavnom posljedica gašenja ili smanjenja nekih energetske intenzivnih proizvodnji.

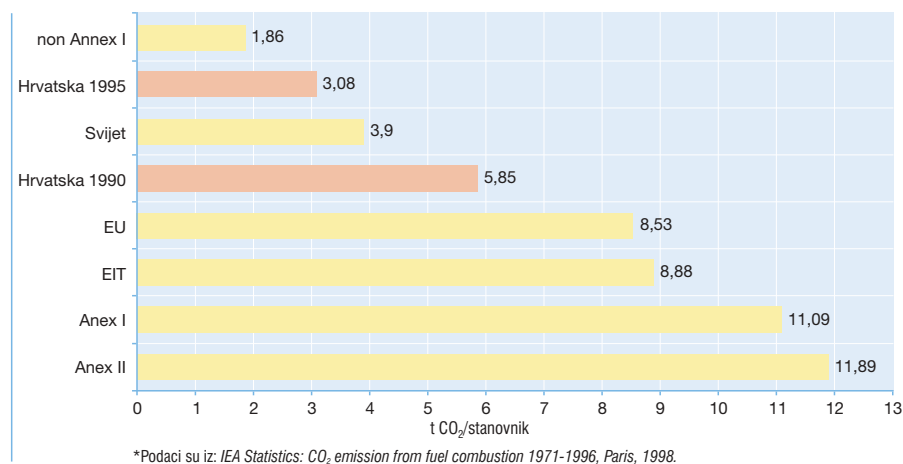


Slika 4-4.: Odnos omjera emisije stakleničkih plinova i bruto domaćeg proizvoda

## 4.4.2. Usporedba emisije s drugim zemljama

U ovom poglavlju su za ilustraciju dane usporedbe emisije s nekim grupacijama zemalja ili s pojedinim odabranim zemljama. Na slici 4-5. prikazana je usporedba emisije CO<sub>2</sub> po stanovniku, uslijed izgaranja goriva, za Hrvatsku (godine 1990. i 1995.) i za grupacije zemalja (za godinu 1997.) kao što su: Svijet, zemlje iz Dodatka I. prema Konvenciji o promjeni klime (Annex I.), zemlje iz Dodatka II. prema Konvenciji (Annex II.), zemlje Europske unije (EU), zemlje s gospodarstvom u tranziciji (EIT) te zemlje koje nisu u Dodatku I. Konvencije (non Annex I.).

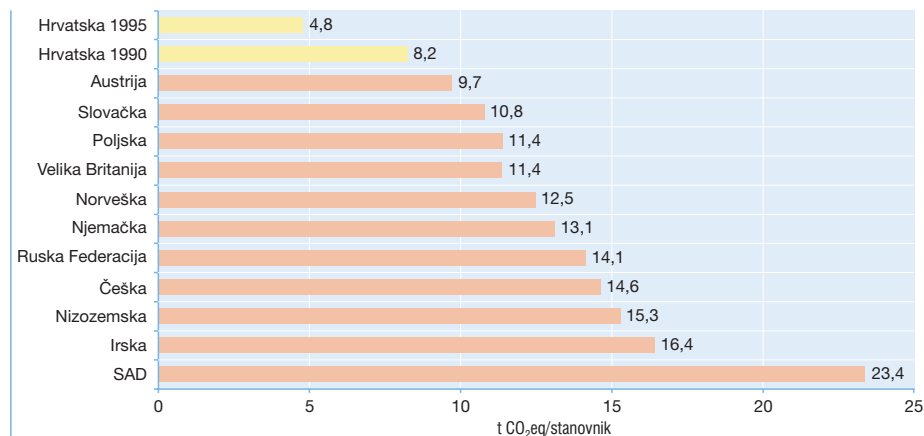
Na slici 4-6. prikazana je ukupna emisija (bez ponora) stakleničkih plinova (izražena kao CO<sub>2</sub> eq) po stanovniku za Hrvatsku i za neke zemlje iz Dodatka I. Konvencije u 1995. godini. Za Hrvatsku je prikazana emisija po stanovniku za 1990. godinu i 1995. godinu.



Slika 4-5.: Emisija CO<sub>2</sub> uslijed izgaranja goriva za Hrvatsku i neke grupacije zemalja

Iz obje slike je vidljivo da Hrvatska ima veoma malu emisiju stakleničkih plinova po stanovniku, praktički jednu od najmanjih među razvijenim zemljama i zemljama u tranziciji. To je vrlo značajan podatak koji govori o sadašnjoj poziciji Hrvatske glede zadovoljenja uvjeta Kyoto Protokola.





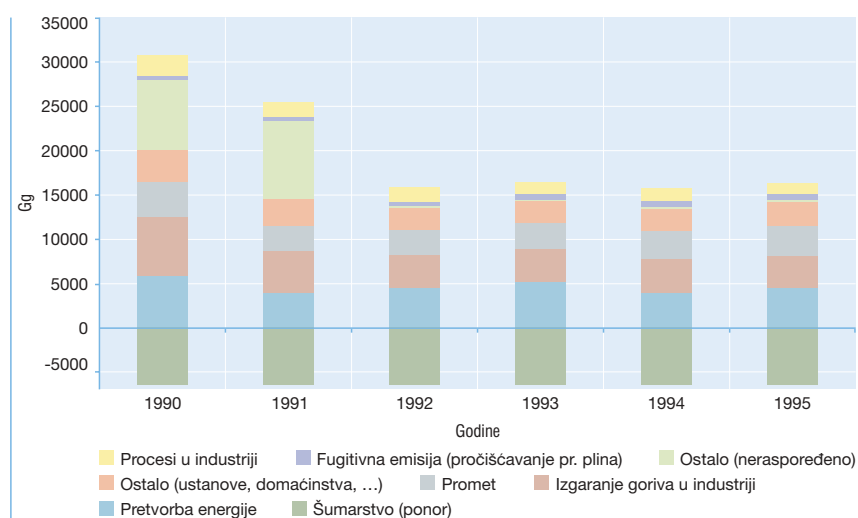
\* Podaci su iz: UNFCCC: Second compilation and synthesis of second national communications, 1998

Slika 4-6.: Ukupne emisije stakl. plinova (bez ponora) po stanovniku za neke Annex I.

### 4.4.3. Emisija ugljikovog dioksida (CO<sub>2</sub>)

Ugljikov dioksid je jedan od najznačajnijih stakleničkih plinova, a naročito kada se razmatraju posljedice ljudskih aktivnosti. Procjenjuje se da je odgovoran za oko 50 posto (izvor: IPCC) globalnog zatopljenja. Gotovo svugdje u svijetu, a tako i u Hrvatskoj, najznačajniji antropogeni izvori CO<sub>2</sub> su izgaranje fosilnih goriva (za proizvodnju električne energije, industriju, promet, grijanje, itd.), industrijske aktivnosti (proizvodnja cementa) i promjene u korištenju zemljišta i aktivnosti u šumarstvu (u Hrvatskoj uslijed prirasta drvene mase postoji negativna emisija - ponor).

Rezultati proračuna emisije CO<sub>2</sub> u Hrvatskoj su prikazani na slici 4-7. U godinama nakon 1990. emisija značajno pada uslijed već spominjanog pada gospodarskih aktivnosti i energetske potrošnje uzrokovane uglavnom Domovinskim ratom, a također i zbog značajnih smanjenja nekih energetski intenzivnih proizvodnji. Najznačajniji izvor CO<sub>2</sub> je svakako energetski sektor koji pridonosi sa 90 posto do 94 posto ukupnoj emisiji CO<sub>2</sub>, ovisno o promatranoj godini. Nešto detaljniji opis emisije u pojedinom sektoru dan je u nastavku.



Slika 4-7.: Ukupne emisije i ponori CO<sub>2</sub> u Hrvatskoj za razdoblje od 1990. do 1995.

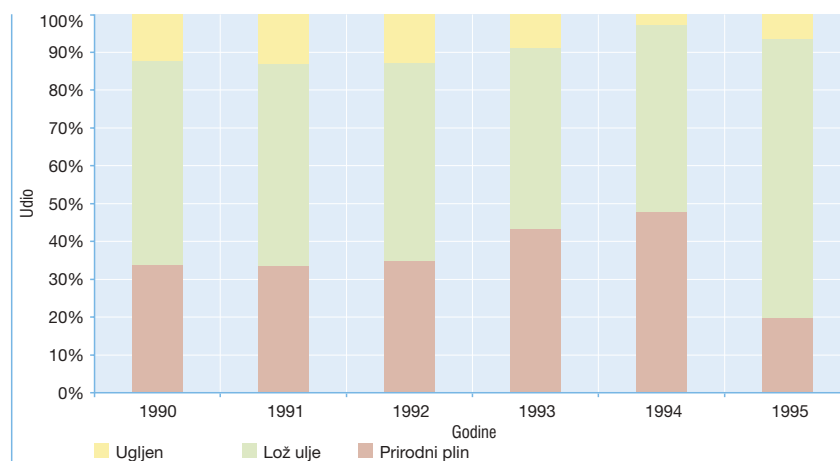
#### Energetika

Ovaj sektor pokriva sve aktivnosti koje uključuju potrošnju fosilnih goriva (izgaranje goriva i ne energetske korištenje goriva) i fugitivnu emisiju iz goriva. Fugitivna emisija nastaje tijekom proizvodnje, prijenosa, prerade, skladištenja i di-

stribucije fosilnih goriva. Energetski sektor je glavni izvor antropogene emisije stakleničkih plinova. Doprinosi, ovisno o godini, nešto više od 70 posto. Emisija CO<sub>2</sub> iz izgaranja goriva čini većinu (više od 92 posto emisije u sektoru energetske). Emisije po energetskim podsektorima također su prikazane na slici 4-8.

Proračun emisije temelji se na podacima o potrošnji goriva iskazanim u Nacionalnoj energetskoj bilanci (Energetski institut Hrvoje Požar), gdje je potrošnja i opskrba gorivom dana na dovoljno detaljnoj razini, što omogućava podrobniju varijantu proračuna po podsektorima unutar propisane IPCC metodologije (tzv. Sectoral approach). Također, provedena je i jednostavnija varijanta proračuna (tzv. Reference approach) koja uzima u obzir samo ukupnu bilancu goriva, bez podsektorske analize. Usporedba rezultata obje varijante proračuna, neka vrsta interne kontrole, dala je razlike prosječno 3 posto u korist sektorskog načina proračuna. Dva energetski najintenzivnija podsektora su pretvorba energije (termoelektrane, toplane, rafinerije...) i izgaranje goriva u industriji. Izgaranje goriva u industriji najveće je u industriji željeza i čelika, obojenih metala, kemijskoj industriji, industriji celuloze i papira, proizvodnji hrane, pića i duhana i sl. Ovaj podsektor također uključuje i proizvodnju električne energije i topline na tvorničkoj lokaciji.

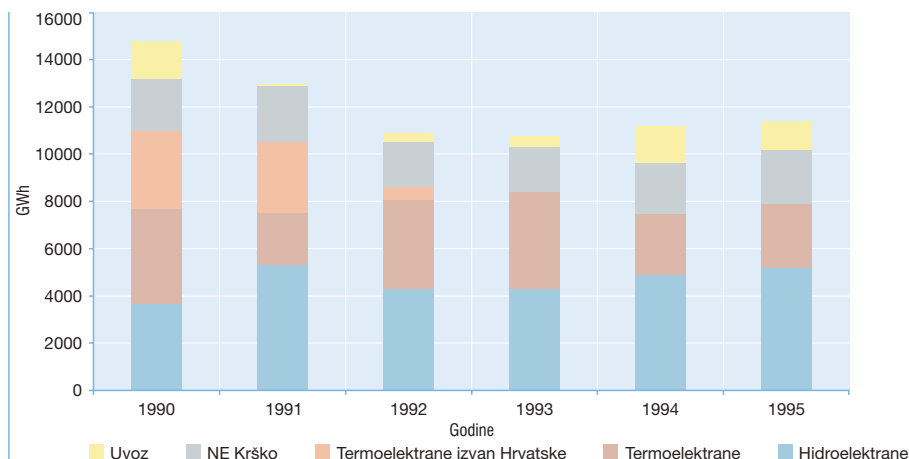
Većina emisije CO<sub>2</sub> od pretvorbe energije dolazi od izgaranja goriva u termoelektranama. Struktura goriva korištenih u termoelektranama, grubo govoreći uglavnom je sljedeća: oko 50 posto lož ulje, 35 do 45 posto prirodni plin i 5 do 15 posto ugljen. Na slici 4-8. prikazana je struktura fosilnih goriva korištenih u termoelektranama po godinama. Također, značajka hrvatskog elektroenergetskog sektora je u tome da čak više od 60 posto potrebne električne energije dolazi iz izvora koji ne emitiraju CO<sub>2</sub> (hidroelektrane, nuklearna elektrana Krško i uvoz). Na slici 4-9. dana je struktura opskrbe električnom energijom u Hrvatskoj po godinama.



Slika 4-8.: Struktura korištenih fosilnih goriva u termoelektranama u Hrvatskoj

Promet je također jedan od važnih izvora CO<sub>2</sub>. Većina emisije iz prometa dolazi od cestovnog prometa (86 - 92 posto ovisno o godini), a zatim od željezničkog, te domaćeg avionskog i brodskog prometa. Emisija iz goriva prodanog u svrhu međunarodnog avionskog i brodskog prometa odvojeno se prikazuje i ne ulazi u ukupnu bilancu.

Nadalje, u ovom sektoru određene količine ugljika iz goriva pohranjene su u neenergetskim proizvodima (maziva, bitumen, itd.) te jedan dio ugljika oksidira i emitira se tijekom korištenja tih proizvoda.

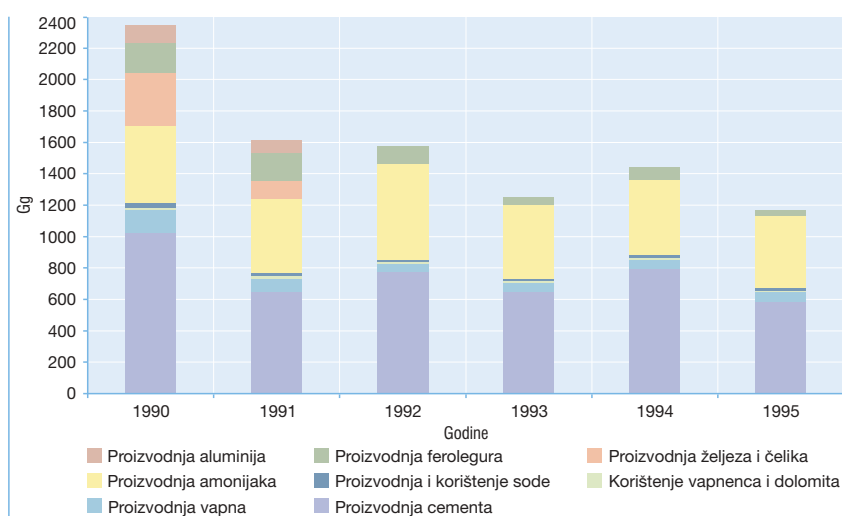


Slika 4-9.: Struktura opskrbe električnom energijom u Hrvatskoj, za godine 1990. do 1995.

Fugitivna emisija stakleničkih plinova iz ugljena, lož ulja i prirodnog plina, uslijed vađenja rude, proizvodnje, prerade, transporta, distribucije i aktivnosti tijekom korištenja također je dio ovog sektora. Iako ova emisija nije karakteristična u odnosu na CO<sub>2</sub> (više za metan), ipak, specifično u Hrvatskoj, emisija CO<sub>2</sub> pri pročišćavanju prirodnog plina je prisutna. Prirodni plin koji se pridobiva na hrvatskim plinskim poljima bogat je ugljikovim dioksidom, više od 15 posto i prije nego što prirodni plin dođe u komercijalni plinovod potrebno je izdvojiti CO<sub>2</sub> (scrubbing). Procjena emisije tijekom tog izdvajanja rađena je metodom materijalne bilance i iznosi do 5 posto od ukupne emisije CO<sub>2</sub> u energetskektoru.

### Industrijski procesi

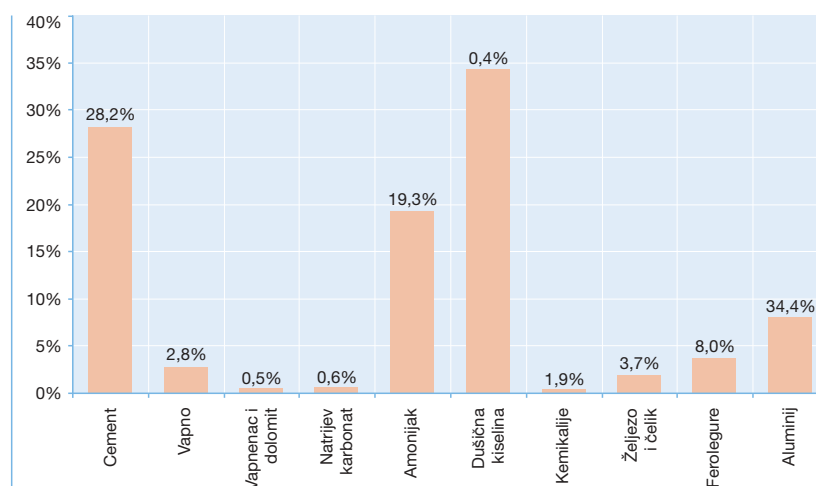
Kao nusprodukt u različitim neenergetskim industrijskim procesima, u kojima se ulazna tvar najčešće kemijski transformira u finalni proizvod, također dolazi do emisije stakleničkih plinova. Industrijski procesi kod kojih je doprinos emisiji CO<sub>2</sub> identificiran kao značajan su: proizvodnja cementa, vapna, amonijaka, željeza i čelika, ferolegura, aluminija, kao i korištenje vapnenca i dehidratizirane sode u različitim industrijskim aktivnostima. Rezultati proračuna emisije CO<sub>2</sub> u industrijskim procesima su prikazani na slici 4-10. Na slici 4-11. prikazan je prosječni udio pojedinog industrijskog procesa u ukupnoj emisiji iz ovog sektora u razdoblju između 1990. - 1995. godine.



Slika 4-10.: Emisija CO<sub>2</sub> iz industrijskih procesa

Najveći izvor CO<sub>2</sub> u industrijskim procesima je proizvodnja cementa s više od 40 posto ili 50 posto (ovisno o godini) ukupne emisije podsektora. Općenito, emisija iz industrijskih procesa se smanjuje od 1990. do 1995. godine, što je

posljedica smanjenja gospodarskih aktivnosti zbog Domovinskog rata na području Hrvatske. Također, neke proizvodnje, npr. proizvodnja željeza i čelika te aluminijska čak su i obustavljene 1992. godine.



Slika 4-11.: Prosječni udio pojedinog industrijskog procesa u ukupnoj emisiji (1990.-1995.)

Opća metodologija korištena pri proračunu emisija iz industrijskih procesa, preporučena od strane Konvencije (IPCC-metodologija), uključuje umnožak godišnje proizvedene ili potrošene količine proizvoda ili materijala s odgovarajućim emisijskim faktorom po jedinici te proizvodnje ili potrošnje. Podaci o godišnjoj gospodarskoj aktivnosti, tj. proizvodnji ili potrošnji za pojedine industrijske procese uzeti su, u većini slučajeva, iz mjesečnih industrijskih izvješća publiciranih od strane Državnog zavoda za statistiku. Određeni dio podataka dobiven je i izravnim anketiranjem pojedinih emitera.

Emisija CO<sub>2</sub> iz proizvodnje amonijaka je računana množenjem godišnje potrošnje prirodnog plina, korištenog kao sirovine u procesu, i odgovarajućeg sadržaja ugljika u prirodnom plinu. Ali, treba reći da se 47 posto CO<sub>2</sub> koji se na taj način dobiva pri proizvodnji amonijaka koristi dalje kao sirovina pri proizvodnji uree, tj. mineralnog gnojiva. Na taj način se privremeno “zarobljeni” ugljik emitira kao CO<sub>2</sub> tek nakon korištenja mineralnog gnojiva u poljoprivredi. Ipak, kako u IPCC metodologiji takav pristup nije razlučen, ukupna emisija CO<sub>2</sub> (blizu 500 Gg) iz prirodnog plina pri proizvodnji amonijaka se iskazuje na ovom mjestu.

U proizvodnji cementa, koja najviše doprinosi emisiji CO<sub>2</sub> unutar industrijskih procesa, količina emitiranog CO<sub>2</sub> je izravno proporcionalna sadržaju vapna u klinkeru. Na taj način, procjena emisije CO<sub>2</sub> ostvaruje se putem umnoška emisijskog faktora (u tonama CO<sub>2</sub> emitiranog po toni proizvedenog klinkera) i ukupne godišnje proizvodnje klinkera korigirane za iznos klinkera izgubljenog iz rotacijske peći kroz emisiju klinker prašine. Faktor emisije i korekcionni faktor gubitka klinkera određeni su prema *Revised 1996 IPCC Guidelines i Good Practice Guidance*. Podaci o proizvodnji klinkera dobiveni su izravnim anketiranjem tvornica cementa u Hrvatskoj i verificirani preko mjesečnih industrijskih izvješća Državnog zavoda za statistiku.

### Ponori

Kao što je već prije spomenuto kad dolazi do upijanja stakleničkih plinova (npr. upijanje CO<sub>2</sub> kod prirasta drvene mase u šumama) onda se govori o ponoru stakleničkih plinova i iznos se prikazuje s negativnim predznakom.

Prema Šumsko-gospodarskoj osnovi Republike Hrvatske, šume i šumsko zemljište prekrivaju oko 43,5 posto ukupne površine. S gledišta postanka približno 95 posto šuma Hrvatske nastalo je prirodnim pomlađivanjem, a ostatak su umjetno podignute šumske kulture i plantaže. Od ukupne površine koju zauzimaju šume i šumsko zemljište, 2.061.609 ha (84 posto) su šumom obrasle površine, 315.166 ha (13 posto) je neobraslo proizvodno šumsko zemljište, a 80.973 ha (3 posto) je neproizvodno i neplodno šumsko zemljište. Osnovni podaci o prirastu i korištenju šuma iskazani su u Poglavlju 3.9.

Samo promjene u iznosu šumske i ostale drvene biomase su uključene u procjenu emisije CO<sub>2</sub> u ovom trenutku, jer za ostale segmente u sektoru promjene korištenja zemljišta i šumarstva, kao što su promjena namjene šumskog područja i travnjaka u obradivo tlo i pašnjake i obrnuto, te promjena sadržaja ugljika u tlu, nije bilo dovoljno pouzdanih ulaznih podataka.

IPCC metodologija je korištena za procjenu neto "upijanja" CO<sub>2</sub>. Prvo je procijenjen godišnji prirast šumske biomase te proračunat sadržaj "upijenog" ugljika. Zatim je procijenjen iznos godišnje sječe drveta, za ogrjev, komercijalnu i ostalu upotrebu, što naknadnom oksidacijom sadržanog ugljika postaje izvor emisije CO<sub>2</sub>. Zbrajanjem tih dviju vrijednosti došlo se do neto "upijanja" ugljika (prirast drvene biomase veći je od iznosa sječe) te se preračunom u CO<sub>2</sub> došlo do iznosa ponora.

Godišnji prirast drvene mase u Hrvatskoj iznosi 9.643.000 m<sup>3</sup>. Prirast je povećanje šumske drvene mase kroz određeno vremensko razdoblje, a računa se kao godišnji, periodički ili prosječni prirast. Različite metode u gospodarenju šumama su razvijene za procjenu prirasta drvene mase. U Hrvatskoj se najčešće primjenjuje kontrolna metoda i metoda izvrtaka. Različite metode održavanja šuma mogu povećati prirast u smislu kvalitete i kvantitete. S druge strane, komercijalna sječa šume je isto tako planirana aktivnost te se planira za različita vremenska razdoblja (1 godina, 10 godina, 20 godina) izraženo u drvenoj masi (m<sup>3</sup>, m<sup>3</sup>/ha) ili u površini šume (ha). Da bi se zadovoljila osnovna načela održivog gospodarenja šumom (potrajno gospodarenje) opisana komercijalna sječa šume ne smije biti veća od prirasta drvene mase. Prosječna godišnja sječa u Hrvatskoj iznosi 5.345.000 m<sup>3</sup> ili 56 posto od prirasta.

Temeljem gore navedenoga proračunat je godišnji ponor CO<sub>2</sub> u Hrvatskoj koji iznosi oko 6505 Gg CO<sub>2</sub>. Zbog dugoročne prirode promjena u šumarstvu ista godišnja vrijednost ponora pridružena je za svaku pojedinu godinu u razdoblju od 1990. do 1995.

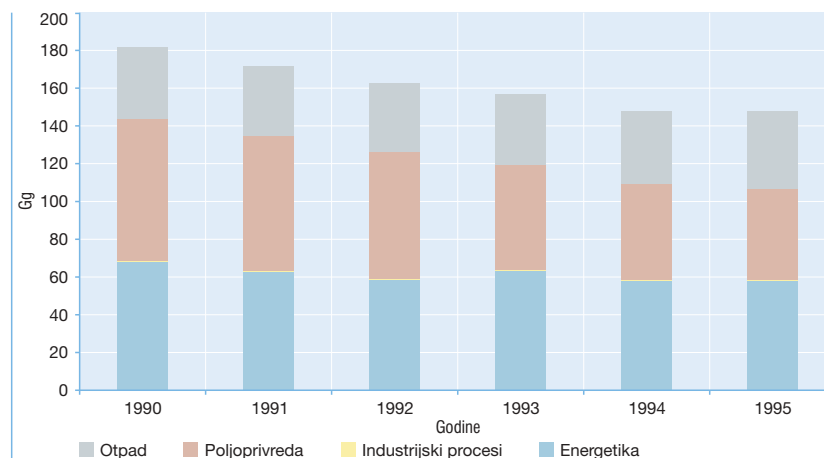
Najvažnija ljudska aktivnost koja djeluje na promjenu toka ugljika u šumarstvu je odšumljavanje (deforestacija). Taj problem u Hrvatskoj ne postoji, jer površina šuma nije smanjena u zadnjih 100 godina.

#### 4.4.4. Emisija metana (CH<sub>4</sub>)

Slika 4-12. prikazuje emisiju metana (CH<sub>4</sub>) prema sektorima. U Hrvatskoj su glavni izvori metana: poljoprivreda, odlaganje otpada i fugalna emisija iz proizvodnje, prerade, transporta i aktivnosti korištenja goriva.

U Hrvatskoj je stočarstvo u poljoprivredi glavni antropogeni izvor emisije metana. Metan se formira kao izravni proizvod metabolizma kod životinja biljo-

jeda (unutrašnja fermentacija) i kao posljedica organskog raspada životinjskog otpada (gospodarenje gnojivima). Prema IPCC metodologiji određuje se emisija metana za svaki tip životinja (muzne krave, ostale krave i bikovi, ovce, konji, svinje i perad). Između 1990. i 1995. broj stoke se smanjio za oko 40 posto, a uslijed toga i emisija metana.



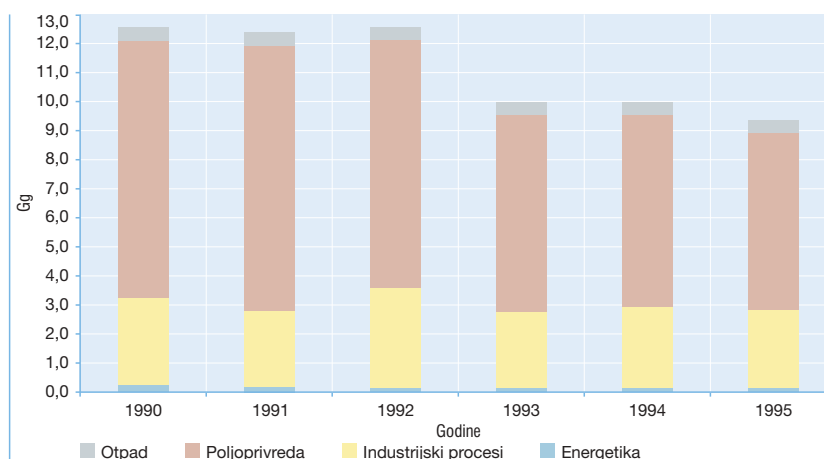
Slika 4-12.: Emisija CH<sub>4</sub> u Hrvatskoj za razdoblje od 1990. do 1995.

Emisija metana iz odlagališta otpada nastaje anaerobnom razgradnjom organskog otpada uz pomoć metanogenih bakterija. Količina metana emitirana tijekom procesa razgradnje izravno je proporcionalna udjelu razgradivog organskog ugljika (ROU), koji je definiran kao udio ugljika u različitim vrstama organskog biorazgradivog otpada. U Hrvatskoj godišnje nastaje oko milijun tona komunalnog otpada, a prosječni sastav njegovog biorazgradivog dijela jest papir i tekstil (24 posto), zeleni otpad (17 posto), otpaci hrane (22 posto) i drvni otpaci (uključivo slama) (4 posto).

Vezano uz obradu otpadnih voda, u Hrvatskoj se ne primjenjuju anaerobni postupci obrade već samo aerobni, kod kojih se uz pravilno vođenje ne pojavljuje emisija metana.

#### 4.4.5. Emisija didušikovog oksida (N<sub>2</sub>O)

Na slici 4-13. prikazana je emisija N<sub>2</sub>O prema sektorima. Najvažniji izvor N<sub>2</sub>O u Hrvatskoj je poljoprivreda. Mnoge poljoprivredne aktivnosti dodaju dušik u tlo, te se na taj način povećava raspoloživi dušik za nitrifikaciju i denitrifikaci-



Slika 4-13.: Emisija N<sub>2</sub>O u Hrvatskoj za razdoblje od 1990. do 1995.

ju, što utječe na iznos emisije  $N_2O$ . Korištena metodologija razlikuje tri izvora emisije  $N_2O$ : izravna emisija iz poljoprivrednih tala, emisija uslijed djelovanja životinja i neizravno uzrokovana emisija uslijed poljoprivrednih aktivnosti. Između navedenih, najveća emisija dolazi izravno iz poljoprivrednih tala, obrađivanjem tla i uzgajanjem usjeva. To uključuje primjenu mineralnih gnojiva, dušik iz stajskog gnojiva, uzgajanje mahunarki i soje (fiksacija dušika), dušik iz ostataka poljoprivrednih usjeva i obradu tresetišta.

Emisija  $N_2O$  iz sektora otpada uglavnom neizravno dolazi od ljudskog sekreta. Računa se temeljem ukupnog broja stanovnika i godišnje potrošnje proteina po stanovniku. Kako podataka o potrošnji proteina nema za Hrvatsku, uzeta je prosječna europska potrošnja.

U energetsom sektoru emisija je proračunata temeljem potrošnje goriva i odgovarajućih faktora emisije (IPCC), dok se u industrijskim procesima  $N_2O$  pojavljuje samo pri proizvodnji dušične kiseline.

#### 4.4.6. Emisija sintetičkih stakleničkih plinova

Sintetički staklenički plinovi su halogenirani ugljici (HFC-i i PFC-i) i sumporov heksafluorid ( $SF_6$ ). Iako njihove emisije u apsolutnom smislu nisu velike, ipak zbog velikog stakleničkog potencijala njihov je doprinos globalnom zagrijavanju značajan. Prilikom proizvodnje primarnog aluminija dolazi do emisije PFC-a ( $CF_4$  i  $C_2F_6$ ). U Hrvatskoj je još postojala proizvodnja aluminija tijekom 1990. i 1991. te je temeljem podataka o proizvodnji i odgovarajućih faktora emisije (IPCC) proračunata emisija u iznosu 983,6 Gg  $CO_2eq$  za 1990. i 648,3 Gg  $CO_2eq$  za 1991.

Također, do određene emisije dolazi tijekom rukovanja i potrošnje sintetičkih stakleničkih plinova. HFC-i i PFC-i se koriste kao zamjenski plinovi rashladnim plinovima koji oštećuju ozonski omotač, u sustavima za hlađenje i klimatiziranje. Temeljem ankete provedene među glavnim posrednicima, korisnicima i potrošačima navedenih plinova, proračunata je emisija samo u 1995. godini u iznosu 7,8 Gg  $CO_2eq$ .

Određena je količina plina  $SF_6$  sadržana u različitoj elektroopremi unutar pogona Hrvatske elektroprivrede. Proizvođači opreme jamče godišnja ispuštanja manja od 1 posto temeljem čega bi se mogla odrediti emisija  $SF_6$ . Ipak, zbog nepouzdanosti ulaznih podataka proračun emisije  $SF_6$  nije uključen u bilancu.

#### 4.4.7. Emisija indirektnih stakleničkih plinova

Kao što je već prije navedeno, fotokemijski aktivni plinovi kao ugljikov monoksid (CO), dušikovi oksidi ( $NO_x$ ) i ne-metanski hlapljivi organski spojevi (NMVOC-i) koji iako nisu staklenički plinovi, neizravno pridonose stakleničkom efektu. Oni se obično nazivaju indirektni staklenički plinovi ili ozonski prethodnici jer utječu i sudjeluju u procesu stvaranja i razgradnje ozona, koji je također jedan od stakleničkih plinova. Za sumporov dioksid ( $SO_2$ ) se vjeruje, da kao prethodnik sulfata i aerosola negativno utječe na staklenički efekt. U tablici 4-4. dani su rezultati proračuna emisije za indirektno stakleničke plinove.



Tablica 4-4.: Emisija indirektnih stakleničkih plinova za razdoblje 1990. do 1995. godine

Plin/sektor	1990.	1991.	1992.	1993.	1994.	1995.
	Gg	Gg	Gg	Gg	Gg	Gg
<b>NOx</b>	<b>91,8</b>	<b>67,9</b>	<b>64,5</b>	<b>67,5</b>	<b>66,1</b>	<b>68,1</b>
Energetika	91,0	67,5	64,1	67,2	65,7	67,8
Industrijski procesi	0,5	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3
Poljoprivreda	0,1					
<b>CO</b>	<b>486,7</b>	<b>348,7</b>	<b>298,7</b>	<b>298,5</b>	<b>317,5</b>	<b>331,8</b>
Energetika	469,1	338,8	295,2	295,5	314,4	328,5
Industrijski procesi	13,1	9,8	3,4	2,8	2,9	3,2
Poljoprivreda	4,3					
<b>NMVOG</b>	<b>561</b>	<b>508</b>	<b>428</b>	<b>417</b>	<b>320</b>	<b>323</b>
Energetika	111,4	78,9	68,9	74,2	78,5	82,6
Industrijski procesi	419,4	396,7	335,5	317,3	214,3	212,9
Korištenje otapala	30,3	32,2	23,8	25,2	27,4	27,4
<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>185,9</b>	<b>112,1</b>	<b>111,6</b>	<b>117,2</b>	<b>93,8</b>	<b>76,4</b>
Energetika	179,5	107,5	106,1	113,5	89,5	71,7
Industrijski procesi	6,3	4,5	5,4	3,6	4,2	4,6

#### 4.4.8. Nesigurnost proračuna i verifikacija

##### *Nesigurnost proračuna*

Procjena nesigurnosti proračuna jedan je od bitnih elemenata nacionalnog proračuna emisija. Informaciji o nesigurnosti proračuna nije cilj osporiti valjanost proračuna, ali pomaže pri utvrđivanju prioriteta mjera i napora za povećanje točnosti proračuna, te pomaže pri izboru metodoloških opcija.

Mnogo je razloga što se stvarne emisije i ponori razlikuju od brojeva dobivenih proračunom. Ukupno procijenjena nesigurnost emisije iz pojedinih izvora (npr. termoelektrane, motorna vozila, muzne krave) je kombinacija pojedinačnih nesigurnosti elemenata procjene emisije:

- nesigurnost u svezi kontinuiranog praćenja (monitoringa) emisije,
- nesigurnost u svezi neposrednog određivanja emisijskih faktora,
- (periodičkim mjerenjima emisije),
- nesigurnost u svezi s emisijskim faktorima iz publiciranih referenci,
- nesigurnost u svezi s podacima o aktivnostima (activity data).

Neki izvori nesigurnosti mogu generirati dobro definirane, lako karakterizirane procjene raspona potencijalne pogreške. Isto tako, neki drugi izvori nesigurnosti mogu se vrlo teško okarakterizirati. Procijenjena nesigurnost je ili u funkciji značajki instrumenta, kalibracije i frekvencije uzimanja uzoraka pri neposrednom mjerenju, ili (što je češće) kombinacija nesigurnosti emisijskih faktora za tipične izvore i odgovarajuće podatke o aktivnosti.

Pragmatičan pristup određivanju kvantitativne procjene nesigurnosti jest korištenje najbolje raspoložive procjene, kombinacijom raspoloživih mjerenih podataka i ekspertnih podataka. Ali u situacijama kada je nepraktično dobiti pouzdane podatke ili nedostaju statistički podaci, može se pokazati neophod-

nim pridobiti ekspertne procjene o prirodi i svojstvima ulaznih podataka. Eksperti mogu biti neskloni davanju kvantitativnih informacija u svezi s kakvoćom podataka i nesigurnošću, preferirajući umjesto toga iskazivanje relativnih odnosa nesigurnosti ili ostalih kvalitativnih ulaznih podataka.

Protokoli o pridobivanju podataka (*IPCC-Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National GHG Inventories, 2000*) mogu biti vrlo korisni u prevladavanju tih dvojbi i minimizirati rizik od pogrešaka koje mogu nastati primjenom “pravila palca” (“rule of thumb”, ponekad zvan “heuristički pristup”) kojeg eksperti mogu koristiti kada formuliraju svoju procjenu nesigurnosti. Ako je neophodno, eksperti mogu biti upoznati sa standardnim opsegom nesigurnosti danim u IPCC priručniku koji se onda koristi u nedostatku njihove procjene.

U ovom trenutku, proračun emisije stakleničkih plinova u Hrvatskoj, osim podataka o gospodarskoj aktivnosti, uglavnom je temeljen na podacima o emisijskim faktorima iz priručnika Konvencije (IPCC 1996 Revised Guidelines). Osim poznatih opsega nesigurnosti iz priručnika, ostale nesigurnosti određene su isključivo putem ekspertnih procjena stručnjaka koji su radili na pojedinim područjima. Kako nije korištena jedinstvena metoda pri takvoj procjeni, nije ni izražena ukupna kvantitativna nesigurnost proračuna, već su se u ovom trenutku prikupile relativno subjektivne kvalitativne procjene u pojedinim segmentima i sektorima, s namjerom da se u budućnosti ta procjena metodološki formalizira i u što većoj mjeri kvantificira. Ipak, neki su podaci (energetska bilanca, podaci o industrijskim aktivnostima) vrlo pouzdani, za neke se može reći da nisu, te je za potrebe ovog izvješća nesigurnost proračuna u pojedinim područjima sažeto i preliminarno kategorizirana u nekoliko razina: visoka (pouzdanost podataka  $\pm 5$  posto) 10 posto srednja i niska razina pouzdanosti. Ta kategorizacija je prikazana u tablici 4-5.

Tablica 4-5.: Kvalitativna analiza nesigurnosti

<b>KVALITATIVNA ANALIZA NESIGURNOSTI U PRORAČUNU EMISIJE STAKLENIČKIH PLINOVA U HRVATSKOJ</b>
<p><b>Visoka razina pouzdanosti</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Podaci iz nacionalne energetske bilance</li> <li>Podaci iz sektora energetike (faktori emisije) iz Revised 1996 IPCC Guidelines</li> <li>Emisije iz industrijskih procesa</li> </ul>
<p><b>Srednja razina pouzdanosti</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Emisija CO<sub>2</sub> iz pročišćavanja prirodnog plina (scrubbing)</li> <li>Potrošnja HFCs, PFCs i SF<sub>6</sub></li> <li>Emisija iz crijevne fermentacije i iz gospodarenja stajskim gnojivom</li> <li>Emisija iz poljoprivrednih tala</li> <li>Promjene sadržaja ugljika u šumama</li> <li>Emisije iz odlaganja komunalnog otpada</li> <li>Emisije iz ljudskih sekreta</li> </ul>
<p><b>Niska razina pouzdanosti</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Podaci za non-CO<sub>2</sub> emisiju iz izgaranja goriva</li> <li>Fugitivne emisije iz rudarenja ugljena</li> <li>Fugitivna emisija iz pridobivanja i korištenja prirodnog plina i nafte</li> <li>Emisija NMVOC-a - korištenje otapala</li> <li>Spaljivanje poljoprivrednih ostataka</li> <li>Načini i promjene u korištenju tla</li> </ul>

### Verifikacija proračuna

Proces verifikacije proračuna ima svrhu poboljšati kvalitetu ulaznih podataka i ustanoviti pouzdanost proračuna. U IPCC priručniku preporuča se niz jedno-

stavnih provjera potpunosti i točnosti proračuna. Npr. provjere radi aritmetičkih pogrešaka, provjera nacionalnog proračuna prema nezavisno objavljenim procjenama, provjera nacionalnih podataka prema internacionalnim statistikama, provjera proračuna emisije CO<sub>2</sub> od izgaranja goriva tzv. sektorskim pristupom prema IPCC referentnom pristupu, i sl. Nadalje, verifikacija se može napraviti i međunarodnom suradnjom i usporedbom s ostalim nacionalnim proračunima emisije.

Tijekom izrade nacionalnog proračuna emisije u Hrvatskoj provedeni su neki koraci provjere potpunosti i pouzdanosti proračuna:

- ustrojene su dvije nacionalne radionice uz sudjelovanje eksperata i predstavnika relevantnih institucija i industrije, u kojima je provedena diskusija i unakrsna provjera podataka u pojedinim sektorima, te su dane preporuke za poboljšanje kvalitete podataka i proračuna emisije,
- usporedba s nacionalnim proračunima emisije ostalih zemalja je provedena bilo usporedbom izvješća ili izravnim kontaktom (npr. sa kolegama iz Mađarske i Slovenije),
- emisija CO<sub>2</sub> uslijed izgaranja goriva, unutar IPCC metodologije, je proračunata na dva načina: (1) detaljnijim sektorskim pristupom (Sectoral approach) i (2) jednostavnijim referentnim pristupom (Reference approach), te razlika prosječno iznosi 3 posto,
- uspoređen je proračun emisije CO<sub>2</sub> uslijed izgaranja goriva s proračunom provedenim od strane International Energy Agency (IEA) publiciranim u *CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion 1971-1996.*, *OECD 1998*. IEA je temeljila proračun na IEA statističkim i bilančnim energetske podacima za non-OECD zemlje i već spomenutoj Reference Approach IPCC metodologiji. Usporedba je pokazala prosječnu razliku u iznosu 4 posto.
- Emisija CO<sub>2</sub> iz cestovnog prometa je proračunata IPCC tier1., metodologijom. Također, gruba procjena za godinu 1990. provedena je i uz korištenje COPERT II modela, a proračunate vrijednosti razlikovale su se za 2 posto.

Također, međuzvješće i završno izvješće proračuna poslani su i na tehničku ocjenu u Program podrške nacionalnim izvješćima Ujedinjenih naroda (UNDP-National Communications Support Programme). Nakon njihove općenito pozitivne ocjene, određeni tehnički komentari uzeti su u obzir u smislu daljnjeg unapređenja proračuna.





*Lokve*

# 5.

## Politika i mjere

- 5.1. Opći kontekst - postojeća politika i mjere — 101
  - 5.1.1. Opća i gospodarska politika — 101
  - 5.1.2. Energetska politika — 102
  - 5.1.3. Politika zaštite okoliša — 106
  - 5.1.4. Politika gospodarenja šumama — 107
  - 5.1.5. Neke izdvojene povoljne odluke — 107
  - 5.1.6. Raspoložive tehnologije i tradicija energetskog planiranja — 108
- 5.2. Planirana politika i mjere za ublažavanje klimatskih promjena — 108
  - 5.2.1. Polazne postavke i ciljevi — 108
  - 5.2.2. Nacionalni program za ublaženje klimatskih promjena — 109
    - 5.2.2.1. Institucijski okvir — 111
    - 5.2.2.2. Područja rizika u ostvarenju programa — 113
    - 5.2.2.3. Pokazatelji za praćenje postignuća — 115
    - 5.2.2.4. Financiranje — 115
    - 5.2.2.5. Prioritetni koraci — 116
    - 5.2.2.6. Mehanizmi međunarodne suradnje Kyoto protokola — 117
    - 5.2.2.7. Sredstva provedbe — 118
    - 5.2.2.8. Uključivanje lokalnih zajednica u provođenje programa - Lokalna Agenda 21 — 120
  - 5.2.3. Mjere po sektorima — 121
    - 5.2.3.1. Energetika - smanjenje emisije CO<sub>2</sub> — 122
      - 5.2.3.1.1. Elektroenergetski sektor — 122
      - 5.2.3.1.2. Industrija — 127
      - 5.2.3.1.3. Promet — 128
      - 5.2.3.1.4. Usluge — 129
      - 5.2.3.1.5. Kućanstva — 131
      - 5.2.3.1.6. Zbirni prikaz mjera u energetici — 132
    - 5.2.3.2. Industrijski procesi — 135
    - 5.2.3.3. Gospodarenje otpadom — 137
    - 5.2.3.4. Poljoprivreda — 139
    - 5.2.3.5. Šumarstvo — 141



## Politika i mjere

### 5.1. Opći kontekst – postojeća politika i mjere

Pitanje klime poprimilo je globalni značaj u vrijeme kada je Hrvatska prolazila kroz najteže godine svoje povijesti, u vrijeme ratnih razaranja, a potom političke izolacije, čemu treba dodati i općepoznate probleme zemlje u tranziciji. Razumljivo je da su u takvim prilikama globalna pitanja okoliša bila od relativno manjeg značaja, a politika je bila usmjerena egzistencijalnim pitanjima, povećanju nezaposlenosti, padu standarda, obnovi razrušenih područja, i uspostavi demokratskog i politički stabilnog sustava. Posljednjim političkim promjenama iz 2000. godine, hrvatska vanjskopolitička pozicija se znatno poboljšala što je između ostalog rezultiralo ulaskom u WTO, u Partnerstvo za mir i početkom pregovora za pristupanje u EU.

Bez obzira na prethodno navedeno, generalno se može reći da je dosadašnja politika i mjere te niz pojedinačnih *ad hoc* odluka rezultiralo vrlo malom emisijom stakleničkih plinova, znatno manjom od emisije razvijenih država i država u tranziciji. Neke odluke kao što je odustajanje od izgradnje termoelektrane na ugljen te usmjerenje na opciju razvoja energetike temeljene na prirodnom plinu, bile su gotovo isključivo vođene pitanjem klimatskih promjena i zaštitom okoliša.

U nastavku opisana je glavna politika i mjere koje su imale posredni i neposredni utjecaj na pitanja klime.

#### 5.1.1. Opća i gospodarska politika

Osnovni pravci hrvatske gospodarske politike vezani su za transformaciju ka tržišnoj ekonomiji, obnovu ratom razrušenih područja, privatizaciju, uklapanje u međunarodne gospodarske tijekove, restrukturiranje gospodarstva prema sekundarnim i tercijalnim djelatnostima, povećanje proizvodnje i zaposlenosti.

„Program rada Vlade za razdoblje 2000.-2004. godine“ (veljača 2000.) postavlja kao prioritet „*postizanje rasta i razvoja gospodarstva s naglaskom na rast proizvodnje i izvoza, te ubrzano zapošljavanje*”.

Vezano za zaštitu okoliša, u stvaranju pretpostavki za održiv gospodarski razvoj naglasak je na usklađivanju zakonske regulative s kriterijima EU, te usmjerenje na jačanje mehanizama svih vidova zaštite prirode i okoliša. Promicat će se načelo partnerstva i ravnopravnosti svih sudionika u procesu donošenja odluka o investicijama važnim za gospodarstvo i okoliš. U perspektivi nastojat će se da se mjere za zaštitu okoliša financiraju naknadom za njihovo korištenje. Postavlja se cilj povećanja udjela sredstava za zaštitu okoliša, a osnivanje posebnog fonda za povoljno kreditiranje i poticanje ekološki prihvatljivih objekata, građevina i postrojenja je zadaća koju treba obaviti u najkraćem roku.



Krajem 2000. godine dovršen je Nacrt Gospodarske strategije Republike Hrvatske koji je trenutno u raspravi. Određujući pravce gospodarskog razvitka ovaj dokument je od velikog značaja za planiranje politike i mjera smanjenja emisije stakleničkih plinova.

Napominje se da su analize i scenariji koji se prikazuju u ovom Nacionalnom izvješću temeljene na makroekonomskim projekcijama iz 1995. godine. Pokazalo se da je planirani razvoj bio sporiji tako da se projekcije iz 1995. godine mogu pomaknuti za nekoliko godina u budućnost. Nakon usvajanja gore spomenute gospodarske strategije pristupit će se izradi sektorskih strategija. Revalorizirane projekcije biti će prikazane u Drugom nacionalnom izvješću o promjeni klime.

## 5.1.2. Energetska politika

Energetska politika u nadležnosti je Ministarstva gospodarstva, Sektora za energetiku i industriju. Prema ciljevima Vlade Republike Hrvatske, temeljni strateški zadatak energetike je osiguranje kvalitetne i sigurne opskrbe potrošača energijom, što uključuje mogućnost da potrošač izabere kvalitetniji i jeftiniji energent, a za to je nužna pretpostavka intenzivnije uključivanje na međunarodno tržište energije. Program Vlade postavlja cilj povećanja energetske učinkovitosti, izvršit će se diverzifikacija energenata i izvora, poticati će se korištenje obnovljivih izvora energije, uspostaviti će se realne (tržišne) cijene električne energije i razvitak energetskeg tržišta i poduzetništva, te voditi briga o zaštiti okoliša.

Reorganizacija energetskeg sektora provodit će se temeljem pet nedavno donesenih zakona: Zakon o energiji, Zakon o tržištu električnom energijom, Zakon o tržištu plinom, Zakon o tržištu naftom i naftnim derivatima i Zakon o regulaciji javnih usluga u energetici (NN 68/2001.).

### *Nacrt strategije energetskeg razvoja*

Temeljni dokument dugoročnog planiranja je Nacrt strategije energetskeg razvitka, izrađen 1998. godine (EIHP, et al., 1998.). Ovaj opsežan dokument, premda nije dovršena rasprava i njegovo usvajanje, korišten je proteklih godina kao osnova za sve analize planiranja pa tako i u okviru ovog Nacionalnog izvješća. Temeljne odrednice Nacrta ugrađene su u o Strategiji gospodarskeg razvoja Republike Hrvatske, čije se usvajanje očekuje do konca 2001. godine.

Nacrt strategije razmatra tri scenarija mogućeg razvoja energetike. Krajnje opcije su: referentni scenarij („business as usual“) scenarij umjerene inicijative države i izrazito „ekološki scenarij“ s jakom intervencijom države u poticanju postavljenih ciljeva. Ovi scenariji opisuju se detaljnije u poglavlju 6.

### *Nacionalni energetske programi*

Vlada Republike Hrvatske donijela je 1997. godine Odluku o pokretanju projekta Nacionalnih energetskeg programa (NEP) u sklopu programa PROHES (Program razvoja i organizacije hrvatskeg energetskeg sektora). Projekt je pokrenut s ciljem izgradnje takvog sustava gospodarenja energijom u kojem bi se posebno promovirale čiste tehnologije, plinifikacija, energetska efikasnost, korištenje obnovljivih izvora i zaštita okoliša.

Realizacija projekta temelji se na programima od kojih svaki obrađuje specifično područje gospodarenja energijom i na temelju kojih će se provoditi organizirana i sustavna skrb o energetskeg efikasnosti i korištenju obnovljivih izvora energije.

Nacionalni energetske programi su sljedeći:

- **Program plinifikacije Republike Hrvatske: PLINCRO**

- **Programi energetske efikasnosti:**

- KUEN<sub>zgrada</sub> - program energetske efikasnosti u zgradarstvu
- MIEE - program mreza industrijske energetske efikasnosti
- KOGEN - program kogeneracije
- KUEN<sub>cts</sub> - program energetske efikasnosti centraliziranih toplinskih sustava
- TRANCRO - program energetske efikasnosti u transportu

- **Programi obnovljivih izvora energije:**

- BIOEN - program korištenja energije biomase i otpada
- SUNEN - program korištenja energije sunca
- ENWIND - program korištenja energije vjetra
- GEOEN - program korištenja geotermalne energije
- MAHE - program izgradnje malih hidroelektrana.

Energetika hrvatskih otoka provodit će se kroz program energetske otoka - CROKOT.

Ciljevi i strategija provedbe programa obnovljivih izvora energije ovise o osobitostima svakog obnovljivog izvora, odnosno programu korištenja, ali zajedničko je značajno povećanje udjela obnovljivih izvora do 2030. godine što je u skladu s općenitim trendom u zemljama EU.



Program **PLINCRO** je pokrenut radi omogućavanja povećane primjene plina u strukturi potrošnje energije, te stvaranja pretpostavki za širenje plinske mreže na područjima na kojima ona već postoji i osobito na područjima koja do sada nisu bila plinificirana. Uz razvoj novih dobavnih pravaca opskrbe plinom iz uvoza, izgradnjom transportnih plinovodova i distribucijskih mreža, Hrvatska bi se intenzivnije uključila u europsku i svjetsku plinsku mrežu, te bi se na taj način mogle iskoristiti i prednosti trgovanja u globalnom sustavu.



Osnovni cilj provođenja mjera energetske efikasnosti u okviru programa zgradarstva **KUEN<sub>zgrada</sub>** je smanjenje energetske potrebe pri projektiranju, izgradnji i korištenju novih zgrada i naselja te kod sanacijskih zahvata na postojećim zgradama, stvaranje povoljnih parametara mikroklimatike u prostoru zgrade, uz smanjenje nepovoljnog utjecaja na okoliš.



Kod potrošača u sektorima industrije i usluga, te u javnom sektoru strategija djelovanja na poboljšanje energetske efikasnosti potiče se uspostavljanjem organizirane strukture u okviru programa **MIEE**. Glavni interesi industrijskih sektora i strateški ciljevi zajednice u području energetske efikasnosti su smanjenje troškova poslovanja, izbjegavanje zahtjevnijih ulaganja u energetiku i smanjenje ovisnosti o dobavi energije, optimizacija tehnoloških procesa te smanjenje štetnih utjecaja na okoliš.



Na području kogeneracije (program **KOGEN**) glavni je cilj poticanje izgradnje i korištenja kogeneracijskih postrojenja u svim onim objektima gdje za to postoje realne tehnološke i ekonomske pretpostavke. Realizacija ovog programa prvenstveno obuhvaća formiranje povoljnog zakonskog, financijskog i tehničko-tehnološkog okvira za izgradnju kogeneracijskih postrojenja.



U području centraliziranih toplinskih sustava (program **KUEN<sub>cts</sub>**) u Hrvatskoj je nužno u velikim naseljima i gradovima, pogotovo tamo gdje postoji dovoljno velika gustoća toplinskog konzuma ili istovremeno potreba za toplinskom i električnom energijom, poticati razvitak i unapređenje centraliziranih toplinskih sustava, a naročito poboljšanje efikasnosti postojećih sustava.



Cilj programa **TRANCRO** je trajna skrb o energetskej efikasnosti i zaštiti okoliša u transportu. Sadržaj programa obuhvaća dugoročnu prognozu porasta potrošnje energije u transportu u Republici Hrvatskoj, i utvrđivanje utjecaja na okoliš, te modelsku analizu ekonomski opravdanih mjera u cilju energetskej efikasne i ekološki prihvatljivog razvoja sustava transporta.



Program korištenja energije biomase i otpada **BIOEN** pokazao je da bi se proizvodnjom energije iz biomase i otpada do 2020. godine moglo osigurati barem 15 posto ukupne potrošnje primarne energije. Taj cilj se treba ostvariti pokretanjem demonstracijskih projekata, stvaranjem tržišta i uvjeta za povećano korištenje energije biomase, uključivanjem industrije i gospodarstva, obrazovanjem te poticanjem istraživanja i međunarodne suradnje.



Program **SUNEN** je pokazao da je korištenje sunčeve energije u kombinaciji s ukapljenim plinom i/ili prirodnim plinom tehnički i ekološki prihvatljivo rješenje za hrvatsko obalno područje. Jednako tako hibridna kombinacija sunčeve energije, energije vjetra i ukapljenog plina može pridonijeti rješavanju ne samo energetske infrastrukture na otocima, nego i pokrenuti razvitak tradicionalnih otočnih djelatnosti uz angažiranje lokalnih resursa u skladu sa strateškim odrednicama razvitka hrvatskih otoka.



U okviru programa **ENWIND** stvorit će se niz potrebnih pretpostavki za gospodarsko iskorištavanje energije vjetra pomoću vjetrovinih turbina nove generacije. Energija vjetra, kao ekološki prihvatljiv i raspoloživ domaći resurs, neiskorišteni je izvor energije koji može pridonijeti zadovoljenju dijela energetskej potreba Hrvatske.



U iskorištavanju geotermalne energije potrebno je ostvariti uvjete za povećanje korištenja geotermalne energije na postojećim postrojenjima. Organiziranim pristupom u sklopu programa **GEOEN** treba pravilnom i sveobuhvatnom marketinškom kampanjom zainteresirati privatne poduzetnike i lokalnu zajednicu za iskorištavanje geotermalne energije, a time bi se povećala energetska efikasnost sveukupnog energetskej sektora.



Temeljni cilj programa izgradnje malih hidroelektrana **MAHE** je planiranje izgradnje malih hidroelektrana i otklanjanje svih barijera te osiguravanje svih uvjeta za povećanu izgradnju malih hidroelektrana u Republici Hrvatskoj. Kako je predviđeno da ovi objekti budu u cijelosti u privatnom vlasništvu nužno je postići transparentnost i jednostavnost zakonskih procedura za privatne investitore u domeni projektiranja i gradnje, kao i kreditiranje ovakvih investicija pod povoljnim uvjetima.

### *Politika u sektoru za proizvodnju električne energije*

Javno poduzeće Hrvatska elektroprivreda (HEP) zaduženo je za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije. Svojom proizvodnjom i uvozom pokriva 90 posto potrošnje električne energije.

Politika razvoja HEP imala je najveći pozitivni utjecaj na smanjenje emisije stakleničkih plinova u Hrvatskoj u proteklom razdoblju. U svojoj politici razvoja, HEP je tradicionalno bio usmjeren na proizvodnju električne energije iz hidroelektrana i korištenje prirodnog plina u kogeneracijskim postrojenjima. Udio kogeneracijske proizvodnje danas u Hrvatskoj iznosi 15 posto, a i daljnji razvoj novih kapaciteta u gradovima temelji se na kogeneracijskim plinskim postrojenjima. To je razlogom da specifična emisija iz sektora za proizvodnju električne energije iznosi oko 250-380 kg/KWh isporučene električne energije, a HEP ima udjel u ukupnoj emisiji Hrvatske 12 do 18 posto, što je znatno manje od udjela koje obično imaju elektroprivrede u drugim državama. Interesantan je podatak da je emisija sektora za proizvodnju električne energije manja od sektora poljoprivrede.

Planiranje razvoja u HEP-u provodi se već niz godina primjenom metoda strateške studije utjecaja na okoliš pri čemu se puna pažnja pridaje mogućim obvezama koje proizlaze iz predstojećih obveza Konvencije i Kyoto protokola. Paralelno s izradom Nacionalnog izvješća HEP je radio opsežnu studiju analize mogućnosti smanjenja emisije stakleničkih plinova, čiji su timovi, informacije i znanja korišteni u sklopu ovog izvješća (EKONERG, 2001.).

Značajan konkretan korak je odluka Hrvatske elektroprivrede još iz 1994. godine kojom su uspostavljeni uvjeti otkupa električne energije od malih neovisnih proizvođača (postrojenja manja od 5 MW). Za hidroelektrane i kogeneracijska postrojenja struja se otkupljuje za 70 posto prosječne cijene u mreži, a električna energija iz vjetroelektrana za 90 posto. Operativno, otkup i uklapanje u mrežu ostvaruje se na temelju pojedinačnih Ugovora o nabavci električne energije (Power Purchase Agreement). Raspoloživi su informacijski priručnici za potencijalne male proizvođače i zainteresirane partnere, za male hidroelektrane, kogeneracijska postrojenja i vjetroelektrane. Hrvatska elektroprivreda priprema uvođenje sustava za upravljanje potrošnjom kod potrošača osnivanjem mreže Energetskih servisa za uštedu energije (Energy Service Companies - ESCO), a također u pripremi je projekt Obnovljivih izvora energije koji je prihvaćen za financiranje od GEF-a i Svjetske banke.

Reforma elektroenergetskog sektora provest će se uz uvažavanje svih procesa razvitka tržišta u Europskoj uniji i usklađivanjem procesa u Hrvatskoj, uz zadovoljavanje svih zahtjeva koji proizlaze iz političkih, gospodarskih i energetske ciljeva Republike Hrvatske.

Prvi je korak u pravcu restrukturiranja HEP-a odvajanje temeljnih djelatnosti (proizvodnja, prijenos i distribucija električne energije) od netemeljnih djelat-

nosti (distribucija topline i plina, kao i druge pomoćne usluge). Obavljanje temeljnih djelatnosti organizirat će se unutar HEP-Grupe u privatnom i državnom vlasništvu preko koje će se osigurati sigurno i stabilno funkcioniranje elektroenergetskog sustava, dok će se netemeljne djelatnosti obavljati osnivanjem društava u potpunom ili djelomičnom vlasništvu HEP-a. Organizacijom tržišta i djelomičnom privatizacijom HEP-Grupe (u djelatnosti proizvodnje) u narednim koracima omogućilo bi se daljnje otvaranje tržišta i na strani potrošnje prema standardima Europske unije i intenzivnije uključivanje na tržišta električne energije u regiji.

### 5.1.3. Politika zaštite okoliša

Politika zaštite okoliša u nadležnosti je Ministarstva zaštite okoliša i prostornog uređenja s tim što su pitanja voda u nadležnosti Državne uprave za vode. Zakonodavstvo u zaštiti okoliša sastoji se od zakona, uredbi i pravilnika. Zakone na prijedlog Vlade i Ministarstva prihvaća Sabor Republike Hrvatske uz prethodnu raspravu na Odboru zaštite okoliša i prostornog uređenja Sabora. Uredbe koje se odnose na tehničke norme i slično prihvaća Vlada, a pravilnike donosi Ministarstvo.

U Ministarstvu pitanja klime u nadležnosti su Odsjeka za klimu i zaštitu ozonskog omotača, unutar Odjela za zaštitu atmosfere.

*Zakon o zaštiti okoliša* određuje opća pitanja zaštite okoliša i krovni je dokument za niz ostalih sektorskih podzakonskih propisa. Zakonom je propisana izrada strategije i redovno izvještavanje o provedbi zaštite okoliša. Prvo izvješće o stanju okoliša doneseno je 1998. godine, a trenutno je u dovršenju *Strategija zaštite okoliša s Nacionalnim akcijskim planom djelovanja (NEAP)*. Analize u sklopu izrade Nacionalnog izvješća poslužile su za Strategiju zaštite okoliša i NEAP.

S gledišta zraka, najvažniji je *Zakon o zaštiti zraka, Uredba o emisiji štetnih tvari u zrak iz stacionarnih izvora, Uredba o tvarima koje oštećuju ozonski sloj, Zakon o otpadu, Pravilnik o uvjetima za postupanje s otpadom i Pravilnik o procjeni utjecaja na okoliš*.

U Uredbi o emisiji propisuju se granične vrijednosti emisije u skladu s BAT tehnologijama protokola o Daljinskom prekograničnom onečišćenju zraka (UNECE), u rasponu od primarnih do sekundarnih mjera ovisno o veličini i vrsti postrojenja. Za mala ložišta propisani su maksimalni toplinski gubici, a sva ložišta moraju provoditi mjerenja emisije štetnih tvari čime se posredno utvrđuje i energetska efikasnost. Ista uredba preporuča korištenje topline iz termičkih postrojenja za obradu otpada.

Vrlo značajan instrument provedbe politike zaštite okoliša u Hrvatskoj je obveza postupka Procjene utjecaja na okoliš za niz različitih zahvata. Propis o potrebi izrade Studije utjecaja na okoliš, po ugledu na regulativu SAD, na snazi je još od 1986. godine kada je vrlo malo zemalja u Europi imalo takav propis. Postupku su podložna sva industrijska postrojenja, energetska postrojenja veća od 50 MW, elektrane s nekonvencionalnim izvorima energije, hidroelektrane, odlagališta otpada i uređaji za termičku obradu otpada. Postupak procjene uključuje raspravu javnosti, a odluka o prihvatljivosti zahvata donosi se na osnovu zaključaka stručne neovisne komisije koju imenuje Vlada na prijedlog MZOPU. Za velike objekte kao što su termoelektrane ili industrijska postrojenja uobičajeno je da se razmatra pitanje emisije CO<sub>2</sub>, s obzirom na po-

stojeće i moguće buduće obveze. U posljednoj verziji Pravilnika iz 1999. godine izričito se traži cost-benefit analiza i razmatranje pitanja okoliša s obzirom na međunarodne obveze Hrvatske.

Stanje okoliša u Hrvatskoj relativno je povoljno, a najveći problemi vezani su uz pitanja odlaganja otpada i poboljšanje zaštite voda i mora od onečišćenja te onečišćenje zraka u bližoj okolini nekih industrijskih izvora<sup>1</sup>. Cjelovit prikaz stanja provedbe politike zaštite okoliša može se naći u izvješću *Environmental Performance Review* koji su pripremili stručnjaci UNECE 2000. godine (UNECE, 2000.).

Prioriteti u zaštiti okoliša trenutno su u raspravi u okviru prihvaćanja NEAP-a (www.mzopu.hr), ovdje se iskazuju neke potrebne infrastrukturne investicije: rekonstrukcija rafinerija u cilju poboljšanja kakvoće goriva, izgradnja uređaja za pročišćavanje komunalnih otpadnih voda u kontinentalnom i obalnom području, primjena BAT tehnologija za smanjenje emisije, poticanje udjela domaće proizvodnje u primjeni mjera energetske efikasnosti, obnovljivih izvora energije i čiste proizvodnje.

#### 5.1.4. Politika gospodarenja šumama

Šume pokrivaju 36,4 posto Hrvatske i imaju značajnu ekološku, socijalnu i gospodarsku vrijednost. Politika gospodarenja šumama u nadležnosti je Ministarstva poljoprivrede i šumarstva, a provodi je javno poduzeće Hrvatske šume temeljem Zakona o šumama i ostalim podzakonskim propisima. Svakih deset godina donosi se Gospodarska osnova, plan kojim se definiraju operativni pravci gospodarenja. Osnovno načelo je tzv. održivo gospodarenje čime se osigurava neprestano obnavljanje šuma s trajnim porastom zaliha šumske mase i očuvanje biološke raznovrsnosti. Osnove politike gospodarenja šumama opisane su u poglavlju 3.

#### 5.1.5. Neke izdvojene povoljne odluke

U nastavku rekapituliraju se neke značajne pojedinačne odluke koje su imale izravan utjecaj na smanjenje emisije stakleničkih plinova: gašenje velikih energetske potrošača kao što je recimo Koksara Bakar, tvornice ferolegura u Šibeniku, visokih peći u Sisku, usmjerenje ka maksimalnom iskorištenju hidropotencijala, veliki udio kogeneracijskih postrojenja u proizvodnji električne energije, razvojni cilj ka uslužnim i energetski neintenzivnim industrijama, plinifikacija Hrvatske (27 posto kućanstava opskrbljuje se plinom), zatvaranje jedinog domaćeg ugljenokopa zbog ekoloških razloga, **odgoda izgradnje nove termoelektrane na ugljen**, održivo gospodarenje šumama, izgradnja nuklearne elektrane PWR tehnologije zapadnog tipa. U gradu Zagrebu zabranjeno je korištenje ugljena za nove javne kotlovnice već više od 15 godina, a ovakva politika provodi se zbog zaštite zraka i u drugim gradovima pojedinačnim odlukama ili u okviru studija utjecaja na okoliš (udjel ugljena u općoj potrošnji je manji od 1 posto).

<sup>1</sup> Hrvatska značajni dio svojeg gospodarskog prihoda ostvaruje kroz turizam i poljoprivredu što je dijelom uzrokom da u javnom mnijenju postoji ekonomski uvjetovana senzibilnost o pitanjima okoliša. Također, prirodna, geografska i izrazita ekološka raznolikost u narodu je raspoznata kao nacionalno bogatstvo, pa tako postoji i atributivni sinonim za Hrvatsku - "Lijepa naša". Moglo bi se reći da je takav izvorni stav dijelom razlogom da u Hrvatskoj industrijalizacija komunističkog razdoblja nije mogla ostaviti velike probleme onečišćenja okoliša.



## 5.1.6. Raspoložive tehnologije i tradicija energetskeg planiranja

Hrvatska ima relativno dobre tehničke preduvjete za uvođenje „klimatski“ povoljnih tehnologija. Osim raspoloživog kadra i velikih kapaciteta u okviru poznatih strojarških i energetskeg tvrtki postoji niz malih poduzeća male privrede koji bi mogli preusmjeriti svoju proizvodnju na nove tehnologije.

U Hrvatskoj se prije više od dvadeset godina započelo s razvojem solarnih tehnologija, tako da je prije petnaest godina u Hrvatskoj bilo instalirano oko 40.000 m<sup>2</sup> solarnih kolektora. Kompletna tehnologija hidoelektrana raspoloživa je u Hrvatskoj sa svjetskim proizvođačem ove opreme. Hrvatska eksploatira plin i naftu svojom tehnologijom i istraživanja provodi u drugim zemljama, a također koristi tehnologiju za izdvajanje CO<sub>2</sub> iz prirodnog plina. Nažalost, ratna zbivanja i gospodarska recesija u posljednjih deset godina umanjila su kapacitete proizvodnje solarnih kolektora i ugrozila proizvodnju opreme za hidrolektre zbog smanjenog tržišta. Metalna industrija i kotlogradnja mogu se prilagoditi potrebama proizvodnje uređaja i komponenti za obnovljive izvore. U građenju postoje iskustva u projektiranju i izgradnji solarnih kuća s pasivnim i aktivnim sustavima.

U Hrvatskoj već se više od trideset godina radi na razvoju metoda energetskeg planiranja. Izrađeni su modeli nacionalne energetike, modeli za optimiranje energetske opskrbe urbanih sredina i usvojene tehnike planiranja energetike i elektoenergetskeg sektora po načelu strateških studija utjecaja na okoliš. Ovi modeli korišteni su za nacionalno planiranje, usmjeravanje opskrba urbanih sredina, planiranje razvoja elektroenergetskeg sustava, a neki su kao jedinstvena metodologija bili u upotrebi u drugim republikama bivše Jugoslavije. Prije više od dvadeset godina u Hrvatskoj su u sklopu Ministarstva znanosti postojali nacionalni programi racionalnog korištenja energije. U nekim gradovima prije više od dvadeset godina provodila su se redovna godišnja mjerenja emisije i energetskeg obilježja u kotlovnica većim od 1 MW. Ministarstvo gospodarstva preko stručnih nevladinih udruga poticalo je energetskeg djelotvornost u javnim ustanovama.

## 5.2. Planirana politika i mjere za ublaženje klimatskeg promjena

### 5.2.1. Polazne postavke i ciljevi

**Hrvatska za sada udovoljava obvezama prema Konvenciji, jer su emisije stakleničkeg plinova manje od emisije iz 1990. godine.**

Dugoročni temeljni cilj Hrvatske u pogledu pitanja klime, postavljen u okviru izrade ovog Nacionalnog izvješća je:

***Ublaženje klimatskeg promjena u skladu s općim načelima Konvencije i preuzetim obvezama, na način koji omogućava gospodarski razvoj na održivi način***

Ublaženje se odnosi na mjere za smanjenje emisije stakleničkeg plinova i povećanje ponora, te na mjere prilagodbe klimatskeg promjenama zbog mogućih štetnih efekata na čovjekovo zdravlje, ekosustave, materijalna i kul-



turna dobra i gospodarstvo. Pod općim načelima misli se na one iz Članka 3. Konvencije, a one se komentiraju u poglavlju 3-11.

Cilj je dugoročan i nije ga moguće dostići u nekoliko godina što znači da socio-ekonomski efekti preuzetih obveza mogu kratkotrajno premašiti dugotrajne koristi.

Hrvatska u ovom trenutku još nije postavila kvantitativni cilj u pogledu smanjenja emisije stakleničkih plinova. U sklopu pripreme ovog nacionalnog izvješća prvi puta su analizirane mogućnosti i implikacije ispunjenja obveza Konvencije i Kyoto protokola. U tom smislu akcije koje se prikazuju u nastavku prvi su okvirni akcijski plan za ublažavanje klimatskih promjena, ili bolje rečeno podloga za pripremu takvog plana. Dio teksta pisan je zbog toga u vidu uputa, a ne kao opis stanja.

Kyoto protokolom za Hrvatsku je utvrđeno smanjenje emisije za 5 posto u odnosu na referentnu godinu. S obzirom na opća načela Konvencije, postavljeni cilj nije pravedan za Hrvatsku. Nažalost, u vrijeme pregovora u Kyotu Hrvatska nije imala raspoložive podatke o emisiji i mogućnostima smanjenja emisije, tako da nije bila u prilici pregovarati o cilju koji je u skladu s njezinim osobitostima i mogućnostima.

## 5.2.2. Nacionalni program za ublaženje klimatskih promjena

Nacionalnim programom uspostaviti će se okvir za sustavno rješavanje pitanja klimatskih promjena u skladu s postavljenim ciljevima. Programom će se postaviti institucijski i organizacijski okvir koji će kroz partnersko sudjelovanje svih sudionika, vladinih institucija, javnih ustanova, lokalnih uprava i službi, znanosti, privatnog sektora, nevladinih udruga i cjelokupnog civilnog stanovništva, doprinositi ublaženju klimatskih promjena. Pitanje klime rješava se globalno u međunarodnoj suradnji, a izrazito je međusektorskog tipa što traži uspostavljanje takvog okvira koji će poticati sinergetski učinak svih sudionika.

Nacionalni klimatski program Hrvatske sastojat će se od dva dijela: 1) Programa izgradnje kapaciteta i 2) Programa provedbe.

**Program izgradnje kapaciteta (KLIMAKap)** Ovim programom uspostaviti će se inistitucijski, zakonodavni, organizacijski, znanstveni kapaciteti, osnaživati ljudski resursi i javna svijest o pitanjima klime i razvoja. Ovaj program treba biti dinamičan i maksimalno se prilagođavati potrebama programa provedbe, razvojem raznovrsnih zakonodavnih, poticajnih i ekonomskih sredstava. Cilj je uspostaviti sustav koji je trajno održiv i samofinancirajući, uvažavanjem ekonomske isplativosti.

Glavni elementi programa izgradnje kapaciteta su:

### **Praćenje emisija**

- izgradnja nacionalnog sustava za proračun emisije uključujući registre izvora i tehnologija
- unapređenje metoda i postupaka za povećanje kvalitete proračuna i mjerenja emisije

### **Podrška za izgradnju, održavanje i ocjenu politike i mjera**

- planiranje i izgradnja sustava za kolektiranje informacija potrebnih za planiranje politike i mjera

- uspostava sustava planiranja, izvješćivanja, praćenja i ocjene realizacije programa i planova
- razvoj i primjena metoda za analize smanjenja emisije, projekcije i scenarijanje
- izrada strategija, programa i planova na različitim razinama
- priprema zakonodavnih propisa, ekonomskih i drugih poticajnih mjera
- evidentiranje i ocjena kapaciteta za provođenje klimatskog programa, u pogledu tehnologija, iskustava i znanja
- uklanjanje zapreka za djelotvorno provođenje programa
- studijske podloge za pripremu projekata
- izgradnja i praćenje mehanizama za financiranje projekata
- suradnja sa srodnim programima na državnim i lokalnim razinama
- razvoj i promicanje pristupa, metoda i znanja za planiranje po načelu održivog razvoja
- izgradnja poticajnih i drugih mjera za izvođenje demonstracijskih i pilot projekata i programa
- priprema i potpora demonstracijskim i pilot projektima
- uspostava sustava za provođenje mehanizama zajedničke provedbe (JI), projekata čistog razvoja (CDM) i trgovanja emisijom (ET)
- međunarodna suradnja po pitanjima klime
- umrežavanje institucija i programa

#### **Podrška za pitanja utjecaja i prilagodbe**

- razvoj i primjena metoda za ocjenu utjecaja, osjetljivosti i ranjivosti na promjenu klime
- razvoj metoda i mjera za prilagodbu klimatskim promjenama

#### **Promatranje, sustavno praćenje i istraživanja**

- uključivanje u Globalni promatrački sustav za promjenu klime (GCOS)
- istraživanja promjene klime, novih tehnologija i rješenja

#### **Obrazovanje i podizanje javne svijesti**

- osiguranje informacija
- obrazovanje i izgradnja javne svijesti
- ostale aktivnosti koje služe uspostavi sustava za provođenje politike i mjera te
- izvješćivanju prema Konvenciji

**Provedbeni program (KLIMapro)** Provedbeni program (KLIMapro) obuhvaćat će aktivnosti pripreme i provođenja projekata te potrebnu prateću podršku na provedbenoj razini, u obliku propisa, tehničkih priručnika, službi potpore, poticajnih mjera, nadzora i praćenja i realizacije projekata. Provedbe-

ni program treba omogućiti što jednostavniju pripremu, uspostavu i provođenje projekata, s ciljem što bržeg prenošenja aktivnosti sa državnih i javnih institucija u privatni sektor, poduzetništvo i civilno društvo.

Program će pokrivati sljedeće mjere:

- primjena obnovljivih izvora energije
- djelotvorno korištenje energije
- tehničke i druge mjere u području transporta
- konverzije goriva na ugljikom manje intenzivne energetske oblike
- povećanje ponora emisije vezivanjem u šumsku biomasu
- mjere za smanjenje emisije i povećanje ponora u poljoprivredi
- mjere za smanjenje emisije u gospodarenju otpadom
- mjere u industriji i čista proizvodnja
- međunarodni projekti zajedničke provedbe (JI) i mehanizmi čistog razvoja (CDM) u skladu s odredbama Kyota
- integralni projekti održivog razvoja
- ostali projekti koji pridonose ublaženju klimatskih promjena

KLIMApr se u dijelu aktivnosti preklapa s programom KLIMApak budući da nije moguće, a niti potrebno postaviti čvrste granice. Priprema demonstracijskih projekata, regulative, tehničkih priručnika, javna promidžba, područja su u kojima granice trebaju biti fleksibilne. Program KLIMApr obuhvaća ove aktivnosti u neposrednoj funkciji provedbe, a sve što je na razini sustava i interakcije s drugim sektorima treba nastojati postaviti u okviru programa KLIMApak.

### 5.2.2.1. Institucijski okvir

Prikaz organizacijske sheme planiranog Programa dan je na slici 5-1.

- **Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja** odgovorno je za provođenje cjelokupnog programa. Ono određuje stratešku politiku, koordinira i nadzire program, provodi administrativne poslove i daje tehničku potporu. Program je operativno u nadležnosti **Odsjeka za zaštitu klime i ozonskog omotača, u Odjelu za zaštitu atmosfere. Nakon formiranja Agencije za zaštitu okoliša dio operativnih aktivnosti i tehničkih poslova preuzet će Agencija.**
- **Nacionalno povjerenstvo o promjeni klime** savjetodavno je tijelo koje provodi nadzor i daje ocjenu o rezultatima programa, prosuđuje i odlučuje o bitnim pitanjima strateškog značaja te pomaže u izmjeni informacija, povezivanju institucija i interesnih strana. Povjerenstvo ima 17 članova, predstavnika ministarstava, Hrvatske elektroprivrede, INA-e, Hrvatske gospodarske komore, akademije znanosti, državnog Hidrometeorološkog zavoda i dva predstavnika iz nevladinih udruga. Predsjednik Nacionalnog povjerenstva je iz Ministarstva zaštite okoliša i prostornog uređenja, najmanje u rangu pomoćnika Ministra.

- **WEB stranicu Programa** održava Ministarstvo u okviru svojeg WEB područja.
- **Izvršni koordinacijski odbor je tijelo** koje operativno vodi Program, sastavljeno je od vodećih stručnjaka te po jednog predstavnika Ministarstva zaštite okoliša i prostornog uređenja, Ministarstva gospodarstva, Ministarstva prometa i veza te Ministarstva poljoprivrede i šumarstva, Ministarstva financija. Izvršni koordinacijski odbor odgovoran je Ministarstvu i preko njega Nacionalnom povjerenstvu za promjenu klime.
- **Znanstveno-stručni savjet programa** pomaže u rješavanju tehničkih i metodoloških pitanja Programa. Na zahtjev MZOPU, Nacionalnog odbora za klimatske promjene ili izvršnog odbora Savjet daje mišljenja o pojedinim pitanjima, u fazi pripreme projekata, provedbe i njihove kontrole. Savjet je sastavljen od istaknutih stručnjaka od kojih neki mogu biti i članovi drugih tijela Programa.
- **Radne skupine** sastavljene su od predstavnika interesnih aktera pojedinog područja. Koordinatore i članove radnih skupina Programa KLIMAp imenuje Ministarstvo zaštite okoliša u dogovoru s Izvršnim odborom. Koordinatore i članove radnih skupina KLIMApr imenuje nadležno ministarstvo u dogovoru s MZOPU. Energetska djelatnost, obnovljivi izvori energije i industrija u operativnoj su nadležnosti Ministarstva gospodarstva, promet u nadležnosti Ministarstva prometa i veza, poljoprivreda i šumarstvo u nadležnosti Ministarstva poljoprivrede i šumarstva, a gospodarenje otpadom i zajednički projekti u nadležnosti su MZOPU. Koordinatori pojedinih radnih skupina ujedno su i članovi **Radnih skupina programa**.
- **Projekti** i potprogrami su pojedini radni zadaci definiranog trajanja, opsega koji se odnose na pitanja klimatskih promjena. Oni mogu biti u nadležnosti pojedinih ministarstava, javnih poduzeća, lokalnih uprava, znanosti, privatnih poduzeća, nevladinih udruga i drugih. Projekti su spona između institucija i drugih programa čiji su sastavni dio. Voditelji projekata ili njihovi predstavnici članovi su Radnih skupina. Svaki projekt ili program koji je na bilo koji način financiran ili formalno podržan od države, javnih poduzeća, lokalnih samouprava te međunarodnih donacija i kredita, smatra se dijelom klimatskog programa i dužan je surađivati na način koji će se propisati operativnim uputama.
- **Veze s drugim programima i projektima** ostvaruju se na svim hijerarhijskim razinama programa, što znači na razini projekata, radnih skupina, ili na razini izvršnog odbora i samog Nacionalnog odbora za klimatske promjene. Primjerice energetske nacionalni programi, programi znanosti ili recimo programi obrazovanja trebaju imati svoje predstavnike u odgovarajućim tijelima programa KLIMA.

Ovako postavljena struktura omogućava maksimalno iskorištenje kadrovskih i tehničkih resursa, ona umrežava niz postojećih institucija s minimalnim potre-

bama za stalno zaposlenim osobljem u institucijama države, a time je i prilagodljiva potrebnim promjenama. Također, ona omogućava što kraći prijenos znanja i poslova iz javnog sektora u privatni sektor i civilno društvo što je ultimativna potreba svakog programa koji teži učinkovitom provođenju i partnerstvu.

Struktura planiranog programa vrlo je prilagodljiva promjenama, a time i trajno održiva jer povezuje i sinergijski objedinjava kapacitete različitih sektora i aktera. **Nakon formiranja Agencije zaštite okoliša (prioritet NEAP-a) pojedina područja s trajnim kadrovskim potrebama i rutinskim poslovima premjestit će se u Agenciju. Agencija će preuzimati i operativnu koordinaciju programa.** S obzirom na interdisciplinarnost i niz interesnih aktera uvijek će znatan dio aktivnosti biti potrebno osigurati sudjelovanjem različitih institucija, stručnjaka i predstavnika izvan tijela državne uprave.

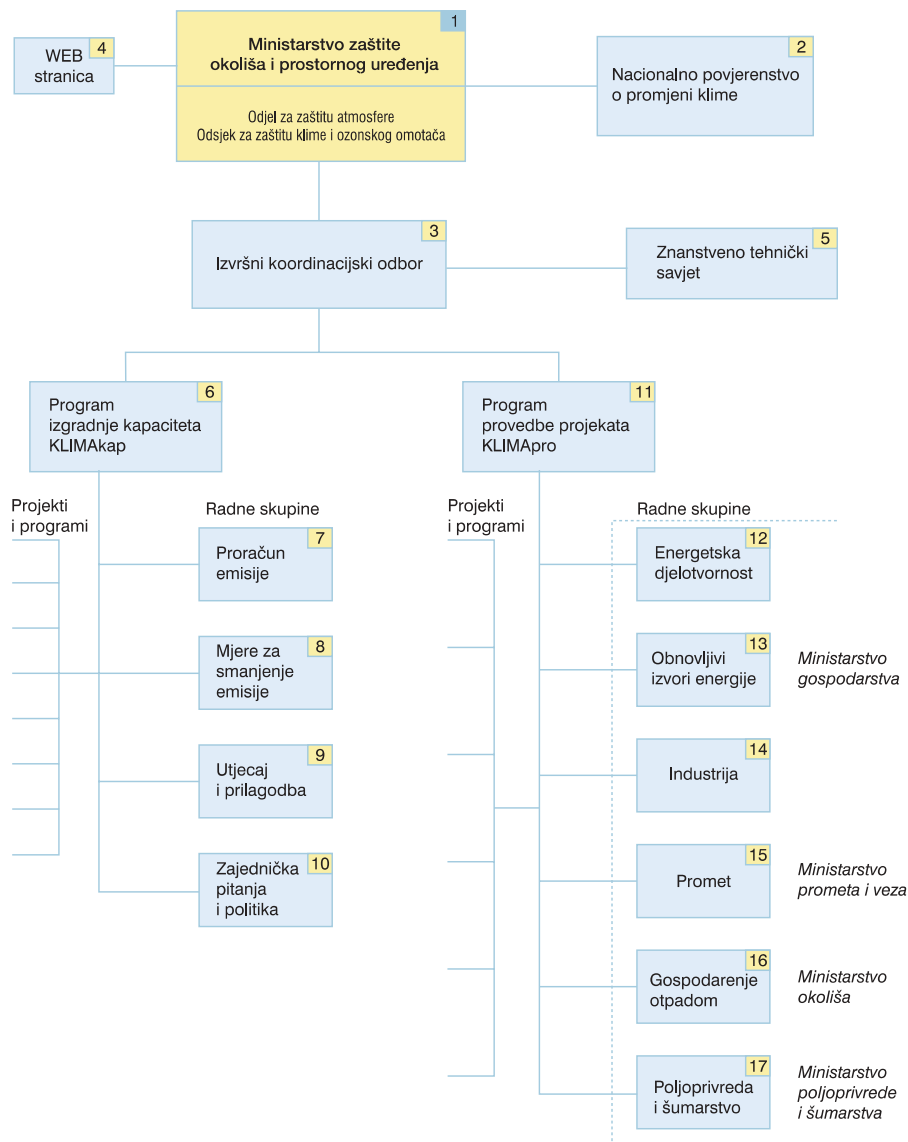
Ovakva struktura programa prilagođena je različitim vrstama izvora financiranja i izvršitelja. Programi izgradnje kapaciteta financiraju se najvećim dijelom iz državnih fondova, donacija i međunarodnih fondova te u vidu tehničke pomoći. Projekti KLIMAPro-a financiraju se samo manjim dijelom iz poticajnih državnih i međunarodnih fondova, a najvećim dijelom iz tzv. poticajnih i komercijalnih kredita. Glavni izvršitelj u KLIMAkup bit će organi uprave uz pomoć znanstveno-stručnih institucija dok su u KLIMAPro projektantske kuće, gospodarski subjekti i nevladine organizacije. U pojedinim projektima, kada se pojavljuju komponente izgradnje kapaciteta na razini projekta one trebaju biti usklađene s općim klimatskim programom, dijelovi koji spadaju u opću izgradnju trebaju biti povezani s KLIMAkup.

Treba istaknuti da je predloženi institucijsko organizacijski okvir suvremen i u određenom pogledu originalan. On je u skladu s novim strateškim ciljevima i kriterijima za izgradnju nacionalnih kapaciteta u okviru Konvencije i mehanizama za financiranje izgradnje kapaciteta GEF-a koji su u pripremi (UNDP/GEF Building Capacities Assessment Report). U ovom obliku, program zadovoljava niz poželjnih obilježja koja se ovdje još jednom sažeto ponavljaju: fleksibilan na promjene, umrežava institucije, koristi resurse izvan državnih institucija (out sourcing), prepušta inicijativu sektorima u njihovom području djelovanja, objedinjava aktivnosti u vertikalnom i horizontalnom smjeru, gradi se na postojećim resursima, usmjeren je prema različitim modalitetima financiranja, potiče sinergijski učinak svih aktera. Program ne postavlja formalne veze među akterima već ih upošljava u rješavanju pitanja klime što je osnovni preduvjet uspješnog provođenja programa. Taj je okvir usmjeren onima koji ga trebaju provoditi, po mogućnosti što više samostalno, uz strateško usmjeravanje i pomoć državnih službi.

U prikazanoj shemi na slici 5-1. veliki dio je danas već u funkciji i uspješno obavlja zadatke. Kućice 2, 4, 7, 8, 9 i 10 su u funkciji, a razvijene su u okviru izrade ovog nacionalnog izvješća. Kućice 12, 13 i 15 treba samo formirati grupiranjem iz već postojećih energetskih programa. Kućice 3, 5, 6, 11, 14, 16 i 17 treba ustanoviti jer danas ne postoje.

### 5.2.2.2. Područja rizika u ostvarenju programa

Rizici u realizaciji programa su mnogobrojni, a odnose se na niz prepreka koje je potrebno prevladati. One su najvećim dijelom vezane uz financijska sredstva, način razmišljanja i znanje, a tek manjim dijelom uz tehničke preduvjete. Bez međunarodne financijske potpore, posebice u uspostavi programa, Hrvatska će teško ostvariti postavljene ciljeve. U samom početku, posebnu pažnju treba posvetiti edukaciji i promidžbi javne svijesti.



Slika 5-1.: Prijedlog Nacionalnog programa za ublaženje klimatskih promjena - KLIMA

S obzirom na to da je predloženi program velikim dijelom zasnovan na korištenju resursa izvan tijela državne uprave potrebno je pažljivo regulirati prava i dužnosti pojedinih aktera i voditi brigu o trajnom očuvanju uspostavljenih kapaciteta, vrijednosti i znanja.

U svom financijskom dijelu program provedbe da bi bio trajno održiv treba biti temeljen što više na tržišnim načelima, uz minimum poticajnog financiranja. Opće okruženje, a to je brzina prelaska hrvatskog gospodarstva i energetskog sektora na tržišne principe i spremnost hrvatskih komercijalnih banaka da dijele rizik, određivat će uspješnost klimatskog programa.

Iskazuju se ovdje neke postojeće zapreke koje su identificirane i sustavno analizirane u okviru pripreme za Projekt Vlade Republike Hrvatske i UNDP/GEF-a “*Removing Barriers for Implementation of Energy Efficiency in Households and Services Sectors*”, te u okviru pripreme i izvođenja drugih projekata: nedostatak regulative za promicanje mjera, nedostatak samoinicijative, niske cijene energenata, nepoznavanje i nedostupnost tehnologija, nedostatne informacije o troškovima, nepoznavanje tržišnih i financijskih mehanizama implementacije mjera, odsutnost interesa bankarskog sektora, slaba informiranost i interes na lokalnoj razini, nepoznavanje potencijala (npr. vjetar i bioma-

sa), nejasni vlasnički odnosi u uslužnom sektoru (npr. hoteli), nedostatak tehničke standardizacije i verifikacije za nove tehnologije, nedovoljno povjerenje između javnog sektora i NGO-a.

U energetske sektoru modaliteti restrukturiranja, liberalizacije i privatizacije u velikoj će mjeri utjecati na primjenu obnovljivih izvora energije i energetske djelotvornost. U tom pogledu biti će potrebno razvijati neprestano nove poticajne mehanizme prilagodljive promjenama prema decentraliziranim sustavima i slobodnom tržištu energije

### 5.2.2.3. Pokazatelji za praćenje postignuća

Potrebno je odmah u početku definirati pokazatelje za praćenje uspješnosti realizacije programa. Osnovni pokazatelji za ocjenu uspješnosti realizacije programa su:

- količine smanjenja emisije i povećanje ponora
- visina investicija u projektima za ublaženje klimatskih promjena
- broj projekata za ublaženje klimatskih promjena, međunarodni i domaći (izvršeni, u realizaciji i u razvoju)
- broj novih radnih mjesta ostvarenih primjenom mjera
- proporcija domaće i uvozne komponente u projektima
- usvojene i razvijene nove tehnologije
- uštede energije i drugih resursa ostvarenih primjenom mjera
- ostali pozitivni učinci primjene mjera (smanjenje lokalnog onečišćenja, unapređenje međunarodne suradnje, itd.)
- medijski i stručni interes za pitanja klime
- stupanj javne svijesti o pitanjima klime
- ostali indikatori specifični za primjenu pojedinih mjera

Za praćenje i ocjenu postignuća potrebno je obrazovati baze podataka, a za neke pokazatelje kao što su recimo interes javnih medija i stupanj javne svijesti potrebno je utvrditi početno stanje. Prvi sustavan korak trebao bi biti definiranje nacionalnih indikatora održivosti, u skladu s globalnim i regionalnim pristupima ovom pitanju.

### 5.2.2.4. Financiranje

Troškovi uspostave planiranog klimatskog programa izgradnje kapaciteta (KLIMAKap) u naredne tri godine procjenjuju se na 1,5-3 mil. \$. U tom razdoblju potrebno je u potpunosti izgraditi sustav koji će omogućiti provođenje mjera. Troškovi se odnose na cijenu potrebnog angažmana stručnjaka, bilo u tijelima državne uprave ili izvan njih.

U planiranju mjera provedena je procjena dodatnih marginalnih troškova i određena tzv. nacionalna krivulja smanjenja emisije. Utvrđeni troškovi čine razliku troškova tehničkih rješenja s mjerama (referentna rješenja) i tehnička rješenja bez mjera. Tehnička rješenja bez mjera proizlaze iz scenarija nastavka dosadašnje prakse - „business as usual“ .



Procjene troškova mjera za smanjenje emisije pokazuju da je ekonomski najisplativija mjera povećanje energetske djelotvornosti u potrošnji električne energije u sektoru kućanstava i servisnih usluga, a zatim opcija izbora „plin-skog scenarija“ izgradnje elektroenergetskih kapaciteta. Procjene troškova pokazuju da bi za smanjenje emisije u iznosu od 20 posto u odnosu na referentni scenarij, što podrazumijeva primjenu gotovo svih analiziranih mjera, bilo potrebno u 2010. godini osigurati 120 milijuna \$ godišnje. U ovom trenutku nije izvršena procjena troškova korištenja biomase za energetske svrhe čiji je raspon vrlo velik, od ekonomski vrlo isplativih rješenja do relativno skupih opcija. Određivanje ovih troškova zahtijeva dodatne detaljnije razrade, uzimanjem u obzir ostalih ekoloških i socio-ekonomskih utjecaja.

U financiranju programa planiraju se četiri temeljna izvora: državni proračun, naknade za emisiju stakleničkih plinova, komercijalni krediti banaka i međunarodne bilateralne financijske i tehničke pomoći.

Program provedbe KLIMAp treba financirati iz državnog proračuna, naknade za emisiju iz međunarodnih donacija, posebice mehanizma financiranja Konvencije (GEF-a). Značajni dio ovog programa može se ostvariti kroz bilateralnu tehničku pomoć. U samom početku izgradnje planira se na moguću pomoć GEF-a u okviru novog programa - Inicijative za izgradnju kapaciteta.

Planira se da će se program KLIMAp financirati iz naknade na emisiju stakleničkih plinova. Poticajna sredstva trebala bi pokrivati razliku troškova „klimatske“ i referentne tehnologije. Projekti provedbe trebaju biti kombinacija financiranja putem poticajnih mjera i različitih oblika „mekih“ komercijalnih kredita, ili ako je moguće samo putem komercijalnih kredita. U početnoj fazi provođenja mjera, kod demonstracijskih projekata u cilju uspostavljanja pozitivnog okruženja, može se očekivati pomoć GEF-a i drugih međunarodnih fondova. Primjer posljednjeg su projekti: Uklanjanje barijera u efikasnom korištenju energije koji je prihvaćen za sufinanciranje (UNDP-GEF), Projekt energetske efikasnosti uspostavom ESCO koncepta u okviru Hrvatske elektroprivrede (WB-GEF) i Hrvatski projekt obnovljivih izvora energije (WB-GEF)

### 5.2.2.5. Prioritetni koraci

Prioritetni koraci politike koje je potrebno hitno provesti su:

- **uspostava mehanizma stabilnog financiranja putem naknade na emisiju (u okviru uspostave fonda zaštite okoliša)**
- **uspostava programa odgovarajućom političkom odlukom**

Za izgradnju kapaciteta za provedbu klimatskog programa potrebne su sljedeće aktivnosti u idućih 1-2 godine.

- studija ocjene potrebnih kapaciteta i izvodljivosti programa
- strategija provedbe s operativnim planom
- zakonodavna osnova, tehničke i druge upute
- izgradnja nacionalnog sustava za proračun emisije i registra emisija (prioritet je određivanje emisije do 2000. godine)
- formiranje registra potencijalnih projekata, projekata u pripremi i u realizaciji

- definiranje „baznih“ rješenja i pravila za JI projekte i trgovanje emisijom
- podrška u izradi sektorskih planova i programa u skladu s postavljenim ciljevima NAPK-a
- detaljna procjena potencijala i mapiranje za biomasu, vjetar i male hidroelektrane
- izrada osnovnih studijskih podloga za pripremu projekata i programa (studije izvodljivosti, socio-ekonomske analize, generičke studije utjecaja na okoliš, idejna rješenja)
- identifikacija projekata, prioritizacija i njihova priprema za različite oblike provedbe
- uspostava međunarodne suradnje
- provesti program javne promidžbe (2 godine)
- priprema programa Lokalne Agende 21 u Hrvatskoj
- upotpunjavanje znanja o planiranju politike i mjera (stručno osposobljavanje, tehnički posjeti, modeli planiranja, modeli utjecaja klime, klimatski scenariji, sustav promatranja)
- analiza utjecaja podizanja razine mora
- potpora pripremi projektne dokumentacije
- započeti s izradom Drugog nacionalnog izvješća o promjeni klime

Za uspostavu klimatskog programa planira se zatražiti sredstva od GEF-a i ostalih potencijalnih donora. Izgradnja kapaciteta ne smije usporiti provedbu, zbog toga je potrebno maksimalno podržati započete aktivnosti i istodobno raditi na iznalaženju i pripremi novih projekata. U studijskim istraživanjima, posebnu pažnju treba pridati projektima biomase za koje sada postoje nedovoljne informacije.

U poticanju provedbe potrebno je započeti s demonstracijskim primjerima i pilot projektima što zahtijeva izgradnju poticajnih mjera za podršku Nacionalnih energetske programa i drugih mjera u industriji, šumarstvu i poljoprivredi. Operativnim planom za provođenje Klimatskog programa definirat će se detalji načina provedbe. Daje se podrška za što hitniju realizaciju projekata koji su u pripremi ili pred realizacijom kao što su projekti predviđeni za sufinanciranje od GEF-a, Projekt uklanjanja barijera u efikasnom korištenju energije u sektoru kućanstva u usluga, Projekt obnovljivih izvora energije i Projekt energetske efikasnosti.

U provedbi mjera prioritet je na mjerama s najnižim troškom, uvažavanjem kriterija koji su navedeni u poglavlju 5.2.3.

#### 5.2.2.6. Mehanizmi međunarodne suradnje Kyoto protokola

U sklopu Kyoto protokola omogućava se da zemlje zadovolje svoje obveze „domaćim“ mjerama i dodatno putem mehanizma zajedničke provedbe (JI), mehanizma čistog razvoja (CDM) ili trgovanjem emisijom (ET). JI i ET su mehanizmi koji vrijede između država stranaka Priloga I., a CDM je mehanizam koji vrijedi između bilo koje države Priloga I. i onih koje nisu u Prilogu I. Konvencije. Napominje se da stranke mogu ostvarivati prava po ovim mehanizmima samo ako uspostave međunarodno verificiran nacionalni sustav proračuna emisije definiran Kyoto protokolom.

Strategija primjene mehanizama Kyota ovisit će o rješavanju pitanja referentne godine za Hrvatsku u sklopu UNFCCC-a.

U ovom trenutku kada još nije poznata referentna godina, Hrvatska treba vrlo oprezno pristupiti mogućim JI aranžmanima. Pritom treba uzeti u obzir utvrđene troškove smanjenja emisije koji pokazuju da je za većinu mjera trošak iznad 10 \$ eqCO<sub>2</sub>. Mogući JI projekti trebali bi biti vezani uz mjere kojima se ostvaruju i drugi pozitivni učinci favorizirani u ovom trenutku, kao što je recimo gospodarenje otpadom, mjere u šumarstvu, mjere u industriji koje doprinose povećanju proizvodnje i uvođenju novih tehnologija, mjere u poljoprivredi, projekti korištenja biomase.

Za sada, JI projekti trebali bi biti u funkciji poticanja provođenja mjera, usmjereni ka različitim vrstama mjera i demonstracijskih primjera na kojima bi se stekla vrijedna iskustva, bez dopuštanja značajnih količina izmjene ERU-a. U tom pogledu potrebno je što prije ovladati znanjima i pripremiti stručne podloge za donošenje odluka, pri čemu je posebice značajno pitanje određivanja tzv. „baznih rješenja“ (base lines) u odnosu na koje se određuje veličina ERU-u po pojedinom projektu. U postupak pripreme, verifikacije i provođenja projekata potrebno je maksimalno uključiti domaće stručne potencijale. Treba imati u vidu da pogrešno određeni kredit na ERU dolazi na „naplatu“ 2008. godine, jer se tada ustupljena (prodana) emisija pridružuje kvoti Hrvatske, pa danas „prenapuhani“ ERU može narušiti integritet planiranih „domaćih“ mjera.

S gledišta primjene CDM mehanizama Hrvatskoj bi moga biti zanimljiva ulaganja u državama koje nisu članice Priloga I.

Hrvatska ima stav da je u smanjenju emisije veći dio potrebno ostvariti domaćim mjerama, proporcija između domaćih mjera i mjera mehanizama Kyota još je predmet dogovaranja u okviru Kyoto procesa.

Jedna od prioritarnih aktivnosti je određivanje „referentnih rješenja“ i propisivanje pravila za prihvaćanje, ocjenu, verifikaciju i praćenje JI projekata.

Iz strateških razloga potrebno je pratiti razvoj tržišta emisijama te razmotriti stvaranje zajedničkog tržišta, posebice u kontekstu stvaranja zajedničkog tržišta električne energije. U tom pogledu korisno je što Hrvatska elektroprivreda već sudjeluje u međunarodnim pilot programima kao što su EWP program EURELECTRIC-a i Programa za klimu REC/WRI-a.

### 5.2.2.7. Sredstva provedbe

Ne postoji pristup koji bi se mogao smatrati najboljim za provedbu mjera, jer je provođenje u najvećoj mjeri ovisno o nacionalnim okolnostima. Zbog toga se i međunarodno više ne govori o „najboljoj politici“ već „dobroj praksi“ koja objedinjava niz različitih sredstava za provođenje politike. Kada govorimo o sredstvima ona mogu biti: ekonomska, fiskalna, zakonodavna, dobrovoljna, temeljena na informacijama, obrazovanju i istraživanju.

U Hrvatskoj je prioritetno provesti preustroj energetskog sektora kojim treba ukloniti tržišne nepravilnosti u cijenama pojedinih energenata, kako na strani primarne energije tako i na strani potrošnje.

U izboru mjera treba biti osobito oprezan da se ne naruše tržišni odnosi i konkurentnost zbog čega opće načelo treba biti „onečišćivač plaća“, po principu emisije i eksternih troškova.

Tablica 5-1.: Glavna sredstva za provedbu mjera za smanjenje emisije stakleničkih plinova

	Sredstvo	Sektor	Način provedbe
I1	Upostava realnog tržišta energenata	energetika	reforma energetskog sektora
I2	Naknade na emisiju CO <sub>2</sub>	energetika	naplatom sadržaja ugljika u fosilnom gorivu
I3	Naknade na emisiju stakleničkih plinova, proizvode i sirovine koje uzrokuju emisiju stakleničkih plinova	industrija	naknadom na emisije, količine roba i sirovina
I4	Poticajne mjere za obnovljive izvore energije	energetika	"meki krediti", nadoknade cijene za konkurentnost s klasičnim rješenjima, olakšice na uvoz i porez
I5	Poticajne mjere za mjere energetske učinkovitosti	industrija	"meki krediti", carinske i porezne olakšice
I6	Ekološko označavanje i prodaja "zelene" energije iz obnovljivih izvora	energetika	sertifikacija "zelene energije"
I7	Poticanje čiste proizvodnje i uvođenja Sustava upravljanja okolišem	energetika, industrija	"meki krediti", carinske i porezne olakšice, naknade u cijeni proizvoda
I8	Postavljanje ciljnih ograničenja po pojedinim sektorima i izvorima	energetika, industrija, gospodarenje otpadom, poljoprivreda, šumarstvo	raspodjela temeljem ekonomske učinkovitosti mjera i analize trošak-korist, uz uvažavanje početnog stanja, propisivanje udjela obnovljivih izvora u proizvodnji el. energije
I9	Uvođenje domaćeg tržišta stakleničkim plinovima	svi	definiranje baznih rješenja, propisi trgovanja i registri emisije
I10	Definiranje uvjeta za JI projekte i trgovanje na međunarodnom tržištu	energetika, industrija, gospodarenje otpadom poljoprivreda, šumarstvo	određivanje baznih rješenja, propisi i registri emisije
I11	Dobrovoljni sporazumi	elektroenergetika, industrija, poljoprivreda	izgradnja partnerstva u postavljanju ciljeva i načina provedbe
I12	Promidžba integralnog planiranja po načelima održivosti na svim razinama - primjena principa Agende 21	svi sektori, lokalne uprave	uvođenje obveze izrade Strategijske studije utjecaja na okoliš, program nacionalne i lokalne Agende 21
I13	Obrazovanje, informiranje i javna promidžba	svi sektori	program obrazovanja i javne promidžbe, informiranje o tehnologijama, mjerama, mogućnostima uključivanja bankarstva
I14	Poticanje demonstracijskih i pilot projekata i programa	svi sektori	uklanjanje zapreka, darovnice, sufinanciranje
I15	Poticanje istraživanja i razvoja novih tehnologija	svi sektori	darovnice, sufinanciranje, podrška transferu tehnologija
I16	Poticanje domaće proizvodnje "klimatski" prijateljskih tehnologija	svi sektori	darovnice, krediti, informacije, povezivanje aktera
I17	Propisivanje uvjeta za termičko iskorištenje otpada i uvjete odlaganja	gospodarenje otpadom	propis i upute o načinu vrednovanja otpada za energetske svrhe
I18	Definiranje strategije poljoprivrede po načelu održivog razvoja	poljoprivreda	izrada strategije i programa provedbe
I19	Nadzor primjene organskih i mineralnih gnojiva	poljoprivreda	propisi
I20	Poticanje pošumljivanja i održivih projekata energetike i šumarstva	šumarstvo	sufinanciranje projekata, demostracijski primjeri

U izgradnji politike za provođenje mjera u Hrvatskoj prioritetno treba koristiti sredstva koja se daju u tablici 5-1., pri čemu treba imati u vidu da se radi o otvorenoj listi u kojoj aktivnosti nisu poredane po njihovom vrednovanju:

Prva mjera je uspostava realnih cijena i konkurentnosti na energetske tržištu. Reforma energetskega sektora je u tijeku, i provodit će se temeljem nedavno prihvaćenih pet zakona (poglavlje 6.1.2). Usporedo u Hrvatskoj elektroprivredi provodi se restrukturiranje prema razdvajanju djelatnosti proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije (unbounding).

Mehanizam koji je hitno potrebno uvesti je naknada na emisiju CO<sub>2</sub>. Najpraktičnije je da se naknada za CO<sub>2</sub> ostvaruje taksacijom fosilnog goriva, u proporciji sadržaja ugljika u gorivu. S tim u vezi paralelno treba započeti s izgradnjom sustava za domaće trgovanje emisijom CO<sub>2</sub> i definiranje pravila JI između domaćih i međunarodnih partnera. Sakupljena sredstva iz naknade treba koristiti za izgradnju kapaciteta, provedbu poticajnih mjera, poticanje demonstracijskih primjera “dobre prakse” te za izdavanje “mekih” kredita i sufinanciranje projekata.

Preduvjet za uspjeh klimatskog programa je propisivanje ciljeva po pojedinim sektorima i ugrađivanje ciljeva i provedbenih mehanizama u sektorske strategije, planove i zakonodavstvo. Potrebno je razraditi način prijenosa obveza na pojedine industrijske grane i individualne izvore emisije.

Obrazovanje, informiranje i izgradnja javne svijesti treba biti kontinuiranog karaktera s maksimalnim udjelom nevladinih udruga pri čemu je prioritetno izvršenje programa koji se daje u poglavlju 10.

U uspostavi poticajnog okruženja za provođenje mjera, vrlo je bitno povećati zanimanje bankarskog sektora za investiranje u projekte ublaženja klimatskih promjena. To će biti moguće jedino ako su jasni dugoročni ciljevi i poticaji koje će država primijeniti u njihovoj provedbi te osigurana stabilnost energetskega tržišta.

Neke mjere koje čine neposredne zapreke za realizaciju projekata u pripremi treba što prije ukloniti i pod cijenu “ad hoc” rješenja ako se radi o demonstracijskim i pilot projektima, u cilju stjecanja iskustva za što bolju uspostavu cjelovitog pristupa.

#### 5.2.2.8. Uključivanje lokalnih zajednica u provođenju programa – Lokalna Agenda 21

Okvirna konvencija o promjeni klime nadovezuje se na opća načela održivosti utvrđene Agendom 21, dokumentom o razvoju i okolišu usvojenim 1992. godine u Rio De Janeiru. Budući da mnogi problemi i rješenja imaju svoje korijene u lokalnom djelovanju, sudjelovanje i suradnja lokalnih zajednica jedan je od odlučujućih čimbenika u postizanju ciljeva. Lokalni organi uprave grada, provode i održavaju ekonomsku i socijalnu infrastrukturu kao i infrastrukturu zaštite okoliša. Kao razina uprave koja je najbliža populaciji, lokalne zajednice imaju vitalnu ulogu u obrazovanju, mobiliziranju i iznalazenju rješenja za promicanje održivog razvoja.

Kako je temeljeni cilj Programa klimatskih promjena, postizanje specifičnih ciljeva smanjenja emisije u skladu s načelom održivog razvoja, logičan prioritetan korak je uspostava usmjerenog programa za primjenu načela Lokalne Agende 21, na način kako je to definirano u poglavlju 28 Agende 21. Program

lokalne Agende 21 trebao bi dati viziju razvoja lokalnih područja na održiv način i postići da se shvati i primijeni globalni kontekst u individualnim odlukama. Ciljevi se mogu postići samo ako postoji usklađeno i partnersko djelovanje na lokalnoj, regionalnoj, državnoj i međunarodnoj razini.

Neki gradovi i akteri u Hrvatskoj su već uključeni u inicijative Lokalne Agende 21 na europskoj ili globalnoj razini. Predlaže se uspostavljanje Hrvatskog programa Lokalne Agende 21 koji bi objedinio interese niza gradova i lokalnih zajednica. U svijetu postoje mnogobrojni uspješni primjeri s potvrđenim koristima, podrška se može tražiti od relevantnih programa Ujedinjenih naroda, Programa za razvoj Ujedinjenih naroda (UNDP) i Programa za okoliš (UNEP) te ostalih međunarodnih programa i asocijacija.

### 5.2.3. Mjere po sektorima

#### *Općenito o izboru mjera*

U nastavku se iskazuju ciljevi i mjere za smanjenje emisije po pojedinim područjima. Postavljeni ciljevi trebaju se uključiti u sektorske strategije i programe, zbog čega bi svaki sektor ili subjekt na koji se program odnosi trebao izraditi vlastite strategije i programe za operativno provođenje ovdje predloženih ciljeva te njihovo obnavljanje. Treba imati u vidu da su iskazana smanjenja emisije vrijednosti kojima treba težiti, u nekim slučajevima to su maksimalno postizive vrijednosti dok se u nekim slučajevima radi o realno izvedivim potencijalima. Ne opterećujući se u ovom trenutku brojčanom vrijednosti cilja, svaki sektor i subjekt koji pridonosi emisiji stakleničkih plinova treba pokazati napredak, što znači započeti s pripremom i realizacijom projekata.

Mjere koje se daju u nastavku izrađene su skupnim promatranjem pojedinih sektora, u daljnjim analizama treba polaziti od samih izvora emisija, izradom strategije „od dna prema gore“.

Pri izboru prioriternih akcija i mjera te pripadnih sredstava za njihovo provođenje osnovni kriterij je ekonomska djelotvornost mjere što znači da se u načelu prioritet daje onoj mjeri koja ima manji trošak po jedinici izbjegnute emisije. Osim kriterija djelotvornost-trošak potrebno je uzeti u obzir niz ostalih čimbenika koji u ovom trenutku u Hrvatskoj mogu biti jednako ili čak važniji od ekonomskog. U tablici 5-2., daje se prikaz vrednovanog značaja pojedinih kriterija, prema rezultatima stručne radionice za izradu Programa, a koji su potvrđeni javnom raspravom.

**Tablica 5-2. pokazuje da je kriteriju ad 1), a to je prateća gospodarska korist dan veći značaj od same cijene izbjegnutih emisija. Posebice je u ovom trenutku istican značaj zapošljavanja. U planiranju politike i provođenju mjera navedeno u punoj mjeri treba uvažavati.**

U narednim poglavljima opisuju se mjere po pojedinim sektorima, iskazom njihovog potencijala, troškova i mogućih sredstava za njihovo provođenje.

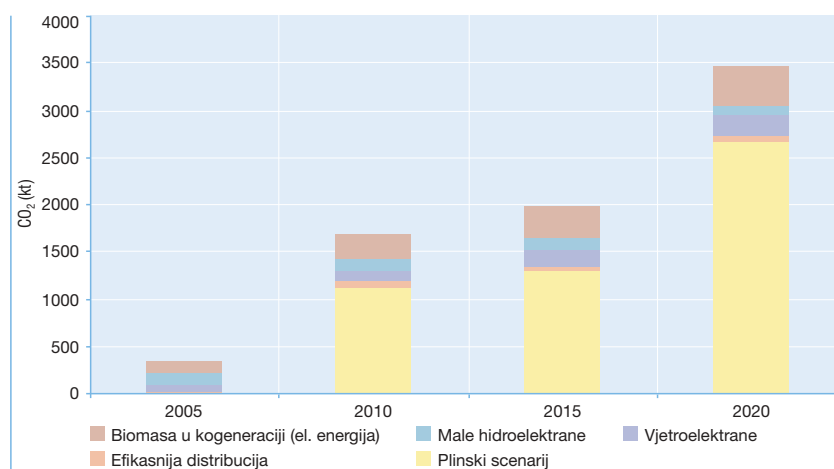
Tablica 5-2.: Vrednovanje kriterija za izbor mjera, Ocjena od 1 - 5 (1- malo važno, 5-jako važno)

	Kriterij	Srednja vrijednost
1	Odnos troškova i koristi po nacionalnu ekonomiju - povećanje GDP-a - povećanje zaposlenosti - bilanca izvoz/uvoz - podizanje tehnološke razine domaće proizvodnje	4,8
2	Djelotvornost smanjenja stakleničkih plinova s obzirom na uložena sredstava	4,2
3	Usklađenost s nacionalnim planovima razvoja	4,2
4	Raspoloživost informacija - o tehnologijama - o troškovima primjene programa	4,2
5	Potencijalne mogućnosti primjene hrvatskim uvjetima	4,0
6	Usklađenost s ostalim ciljevima zaštite okoliša - smanjuje emisije ostalih štetnih tvari - smanjuje ostale utjecaje na okoliš	3,5
7	Potiče opću spoznaju o vrednovanju kakvoće života i ekološke dobrobiti	3,3
8	Ima negativne socio-ekološke utjecaje	3,3
9	Trajna održivost opcije	3,3

### 5.2.3.1. Energetika - smanjenje emisije CO<sub>2</sub>

#### 5.2.3.1.1. Elektroenergetski sektor

Mjere u sektoru proizvodnje električne energije preuzete su iz studije “Analiza mogućnosti smanjenja emisije stakleničkih plinova Hrvatske elektroprivrede” (EKONERG, 2001.). S obzirom na to da je ova studija rađena usporedo s izradom Nacionalnog izvješća i nije u potpunosti dovršena, iskazane rezultate treba prihvatiti kao preliminarne. Ukupni analizirani potencijal u elektroenergetici prikazan je na slici 5-2.



Slika 5-2.: Potencijal smanjenja emisije stakleničkih plinova u elektroenergetici

**Plinski scenariji razvoja elektroenergetskog sustava** Za potrebe analize potencijala smanjenja emisije stakleničkih plinova iz elektroenergetskog sektora,



promatrana su dva scenarija. U prvom, referentnom scenariju, razvoj elektroenergetskog sustava se temelji na činjenici potrebe diverzifikacije promatranih oblika energije za proizvodnju električne energije, što znači većem udjelu ugljena uz već postojeći značajan udjel tekućih goriva i prirodnog plina. Pretpostavka za drugi scenarij je bila izgradnja termoelektrana na prirodni plin umjesto termoelektrana na ugljen. Dinamika gradnje hidroelektrana bi za promatrane scenarije ostala jednaka. Treba napomenuti kako se prikazana dinamika gradnje hidroelektrana treba promatrati kao optimistična.

**Referentni scenarij – S1** U ovom scenariju se analizira razvoj elektroenergetskog sustava po metodi najmanjeg troška, s tim da se u obzir uzima i sigurnost dobave energenta. Pod tim se pojmom podrazumijeva uključivanje različitih kriterija koje nije jednostavno kvantificirati, kao što su: svjetske pričuve plina i ugljena, stabilnost cijena, transportne mogućnosti dobave dovoljnih količina energenata, mogućnosti skladištenja pojedinog energenta, realnost provedbe programa plinifikacije i sl. Ti kriteriji bi mogli i u određenoj dinamici dati prednost ugljenu u odnosu na plin u razdoblju 2005.-2010. godine. To su samo neki od problema koji se, uz ostale, ili klasične probleme, kao što su ekonomski i tehnički, moraju uzimati u obzir pri planiranju razvitka elektroenergetskog sustava.

Prema tome, u ovom scenariju se planira pustiti u pogon dvije termoelektrane na ugljen snage 500 MW u 2010. godini i 2020. godini. Ostale elektrane kojima bi se zadovoljila potrošnja električne energije bi bile kombi plinske termoelektrane (1700 MW) i hidroelektrane (378 MW).

Ukupno instalirani kapaciteti u MW<sub>e</sub> za 2000., 2010. i 2020. godinu, za referentni scenarij razvoja - S1, prikazani su u tablici 5-3.

Tablica 5-3.: Ukupno instalirani kapaciteti (MW<sub>e</sub>) prema referentnom scenariju

	2001.	2005.	2010.	2015.	2020.
Hidroelektrane	2061	2101	2184	2376	2439
Termo - tekuće gorivo	952	952	927	355	0
Termo - prirodni plin	377	677	977	1442	1942
Termo - ugljen	315	315	815	815	1210
Nuklearne elektrane	332	332	332	332	332
<b>Ukupno</b>	<b>4052</b>	<b>4392</b>	<b>5250</b>	<b>5335</b>	<b>5938</b>

**“Plinski” scenarij – S2** U ovom scenariju je pretpostavljena gradnja termoelektrana na prirodni plin umjesto termoelektrana na ugljen. Tako se do 2020. godine očekuje ukupno 2300 MW u novim kombi plinskim termoelektranama. Jednako kao i u referentnom scenariju, i u ovom scenariju se pretpostavlja forsirana izgradnja hidroelektrana.

Mogući problem, pri ostvarivanju ovog scenarija, je osiguranje dovoljnih količina plina. Već u 2010. godini bit će potrebno oko 1345 mil. m<sup>3</sup>, a u 2020. oko 2660 mil. m<sup>3</sup> prirodnog plina.

Izbjegnuta emisija uporabom plinskog scenarija rezultat je promjene strukture fosilnih goriva (tablica 5-4.).

U proračunu smanjenja emisije promatrana je samo izravna emisija stakleničkih plinova, tj. emisija uslijed izgaranja goriva za proizvodnju električne energije, a ne cjelokupni lanac (emisije pri dobivanju, transportu i skladištenju goriva, emisija pri proizvodnji materijala za izgradnju elektrane i drugo).

Tablica 5-4.: Promjena strukture potrošnje fosilnih goriva za plinski scenarij, PJ

	2010.	2015.	2020.
Prirodni plin	18,9	21,1	42,7
Tekuće gorivo	1,7	0,5	0,0
Ugljen	-23,9	-25,8	-51,9

### Povećanje učinkovitosti proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije

Povećanje učinkovitosti pretvorbe energije goriva u korisnu električnu energiju može se postići nizom tehničkih mjera u termoelektranama, zahvatima na kotlu, turbini i pomoćnim uređajima termoelektrana. Ono je obično povezano s nadogradnjom postojećih postrojenja uz produženje životnog vijeka i osuvremenjivanje čitavog postrojenja. S obzirom na relativno zadovoljavajući stupanj korisnog učinka postojećih termoelektrana, s obzirom na njihovu starost i predviđeni izlazak iz pogona do 2015. godine, te relativno visoke troškove dodatnih zahvata, ova mjera nije ocijenjena kao atraktivna za smanjenje emisije CO<sub>2</sub>.

Gubici u prijenosnoj elektroenergetskoj mreži u zadnjih deset godina su na razini 3 do 3,7 posto od ukupno proizvedene električne energije. To se s obzirom na konfiguraciju, prostornu raspodjelu proizvodnih postrojenja, štete tijekom rata, te zastarjelost opreme, može smatrati zadovoljavajućim. Smanjenje gubitaka trajni je zadatak HEP-a i on će se ostvariti neovisno od potreba klimatskog programa, a ne bi niti ekonomski imao opravdanja u odnosu na druge mjere.

Procjena tehničkih gubitaka u distributivnoj mreži procjenjuje se na 5 do 5,5 posto, što znači da bi prema postojećoj dobroj praksi bilo moguće smanjiti gubitke za oko 1 posto. Ove mjere zahtijevaju velika financijska ulaganja pa se dodatne investicije za smanjenje gubitaka već izgrađene mreže obično ne isplate.

**Uštede energije upravljanjem potrošnjom (DSM)** Ove mjere opisane su u narednim poglavljima, u sektorima energetske potrošnje: usluge i kućanstva.

**Korištenje goriva s manjim sadržajem ugljika** Od ovih mjera najznačajnija je "plinski" scenarij koji je prethodno opisan. Ostale mjere odnose se na zamjenu tekućeg i krutog goriva prirodnim plinom u postojećim termoelektranama. Tehnički vrlo izvediva mjera je korištenje plina u termoelektranama koje koriste dvojno gorivo plin/lož ulje. Za prelazak ostalih postrojenja, a to su TE Rijeka i TE Plomin (s ugljena na plin) potrebna je izgradnja magistralnog plinovoda. Najveći problem za ostvarenje ovih mjera je osiguranje dovoljne količine plina, jer niti vrlo optimističke projekcije domaće proizvodnje i uvoza ne osiguravaju količine potrebne za primjenu ovih mjera. U slučaju raspoloživih količina, bilo bi ekonomski opravdano plin koristiti u suvremenim kombi postrojenjima koja imaju 50 posto veću efikasnost. Zbog navedenog ove mjere, koje ukupno nose oko 1250 kt CO<sub>2</sub> u 2010. godini, nisu iskazane u tablici mjera (tablica 5-4.).

**Korištenje energije vjetra** Dosadašnja istraživanja izdvojila su 29 makrolokacija za korištenje energije vjetra na Jadranu. Mogućnosti iskorištenja potencijala povezane su s veličinom vjetro-elektrana i njihovim ogrupnjavanjem (farme). Ovisno o tome radi li se o jediničnim kapacitetima 250, 500 ili 750 MW raspoloživa proizvodnja je 380 do 800 GWh/god, s ukupno instaliranim kapacitetom od 195 do 380 MW. Uz pretpostavku potpunog iskorištenja kapaciteta moglo bi se pokriti od 1,5 do 3,2 posto potreba za električnom energijom u 2020. godini.

Potencijali korištenja energije vjetrovne morske pučine procjenjuju se na dodatnih 170 do 250 GWh/god., što je 0,7 do 1,0 posto potreba za električnom energijom u 2020. godini.

U procjeni smanjenja emisije, optimistički je pretpostavljeno da će 50 posto potencijala obalnog područja biti iskorišteno 2010. godine. Napominje se kako su potencijali procijenjeni na temelju vrlo ograničenih podataka budući da nije napravljeno detaljno kartiranje Jadrana s gledišta mogućnosti iskorištenja vjetropotencijala, što je jedan od prioriteta istraživanja. Također, studije utjecaja na okoliš pokazuju kako se javlja problem ornitološkog utjecaja i vizualnog nagrađenja okoliša, koji dovodi u pitanje niz tehnički iskoristivih lokacija.

Procjene troškova pokazuju kako je smanjenje emisije ovom mjerom relativno skuplje od većine mjera tako da uvođenje ove mjere zahtijeva značajna poticajna sredstva.

**Forsirana izgradnja hidroelektrana** Ukupni potencijal vodnih snaga u Hrvatskoj procjenjuje se na približno 20 TWh godišnje. Od toga tehnički je iskoristivo približno 12 TWh, a već je iskorišteno 6,2 TWh. Omogućavanje korištenja većeg dijela neiskorištenog hidropotencijala pograničnih rijeka, ovisit će o usklađivanju interesa Hrvatske i susjednih država. Dio potencijala može ostati neiskorišten zbog ekoloških i drugih problema, pa se realno ocjenjuje da je dugoročno moguće iskoristiti još približno 3,0 TWh godišnje u novim hidroelektranama.

Referentnim scenarijem predviđena je izgradnja hidroelektrana ukupne snage 378 MW tj. ulazak jednog objekta svake treće godine. Treba imati u vidu da se ovim smanjuje emisija u odnosu na scenarij kombinacije termoelektrana “ugljen-plin” (1:1, za nova postrojenja) za 1100 kt CO<sub>2</sub> u 2010., a čak 2200 kt CO<sub>2</sub> u 2020. godini.

Dodatno je razmatrana i mogućnost gradnje malih hidroelektrana. U Hrvatskoj je evidentirano 699 mogućih poteza korištenja na 63 vodotoka za gradnju malih hidroelektrana. Približni potencijal ukupno instalirane snage je 177 MW, a tehnički iskoristiv energetski potencijal oko 570 GWh. Eliminacijom poteza manjih geodetskih padova realno je pretpostaviti da ima oko 350 tehnički iskoristivih poteza, a taj će se broj dodatno smanjiti zbog lokalnih urbanističkih uvjeta i ekoloških zahtjeva. Uz pretpostavku iskorištavanja oko 200 poteza, odnosno proizvodnje električne energije u iznosu od oko 160 GWh, za taj iznos bi se mogla smanjiti proizvodnja, što bi bilo 117 kt smanjene emisije CO<sub>2</sub> u 2010. godini.

**Korištenje biomase i otpada za proizvodnju električne energije** Biomasa je obnovljiv izvor energije, jer korištenjem biomase za gorivo ne dolazi do emisije stakleničkog plina ako se promatra ukupni ciklus: prirast drvene zalihe, spaljivanje biomase i upijanja CO<sub>2</sub> asimilacijom. Naime, drvo sadrži oko 50 posto ugljika koji se emitira pri izgaranju u obliku CO<sub>2</sub>, ali se ta količina opet veže u biomasu.

Biomasa može biti drvna, ne-drvna i životinjskog podrijetla. Da bi se biomasa mogla koristiti potrebno je prethodno izvršiti pripremu za energetska iskorištavanje, što uključuje prikupljanje biomase te pripremu za transport i korištenje.

Ovdje su dane procjene mogućeg korištenja biomase koja je nastala kao sporedni proizvod i otpad u šumarstvu i poljoprivredi. Iskazane brojke ne odnose se na energetske plantaže (plantaže brzorastućeg drveća, energetske trave, alge i plantaže uljne repice).

Treba istaknuti kako u procjeni mogućeg korištenja biomase postoje velike nesigurnosti, u određivanju teoretskog potencijala, tehnički iskoristivog i ekonomski opravdanog korištenja. Korištenje biomase ima značajne socio-ekonomske i ekološke posljedice, što u procjeni potencijala treba uzeti u obzir. Već u određivanju postojeće količine korištenja ogrjevnog drva za loženje postoje velike nesigurnosti, jer se službeni podaci ne poklapaju s podacima s "terena". Naime, informacije o energetskej opskrbi po pojedinim područjima Hrvatske ukazuju na mnogo veće korištenje drva za gorivo od iskaza koji je službeno registriran u šumarstvu. Današnje korištenje poljoprivrednog otpada potpuno je nepoznato. Navedeno treba imati u vidu kod razmatranja informacija koje se daju u nastavku, a to isto tako upućuje na potrebu hitnog istraživanja za rasvjetljavanje ovog pitanja.

Ovdje se daju samo sumarne vrijednosti iz Studije HEP-a (EKONERG, 2001.) koja je u procjeni biomase koristila rezultate istraživanja nacionalnog energetskog programa BIOEN i drugih studija.

U razdoblju od 1990. do 1995. koristilo se 12 do 16 PJ ogrjevnog drva što je bilo oko 6 do 7 posto ukupne primarne energije u Hrvatskoj (u 1999. godini 14 PJ). Do 2010. pretpostavlja se da bi bilo moguće dostići vrijednosti 17 PJ, a do 2020. godine 20 PJ. Radi se o ogrjevnoj biomasi u obliku prostornog drveta za energiju, sitne granjevine i otpada pri sječi i obradi drveta.

Iskoristivi potencijal u poljoprivredi, u obliku bioplina iz stočarstva mogao bi biti 2 do 4 PJ, a ostaci žitarica 12 do 22 PJ. Razlike su ovisne o scenariju razvoja poljoprivrede, pri čemu više brojke odgovaraju scenariju "ekonomski efikasne" poljoprivrede s postupnim povećanjem biljne i stočne proizvodnje.

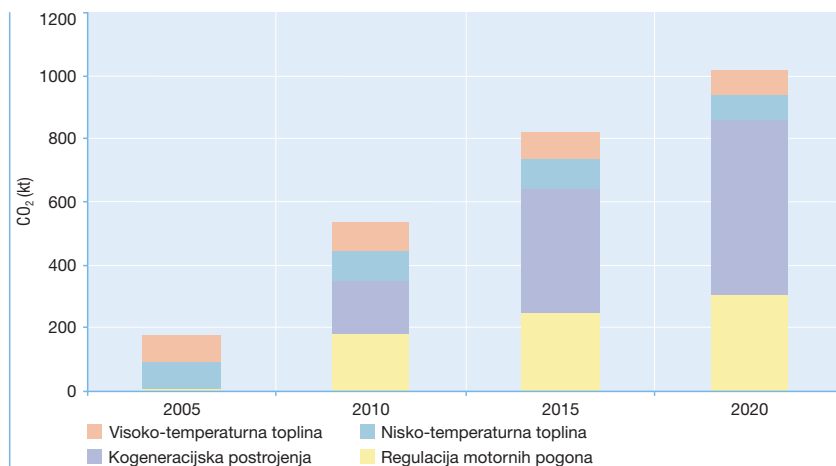
Ukupni iskoristivi potencijal biomase od šumarstva i poljoprivrede prema tome za referentni scenarij iznosi 35 PJ, a uz pretpostavku najvjerojatnijeg scenarija razvoja poljoprivrede 41 PJ, odnosno 46 PJ za scenarij efikasne poljoprivrede.

Ovaj potencijal može se koristiti u domaćinstvima, malim kotlovnica, industrijskim kotlovnica ili kogeneracijskim postrojenjima. Optimalan odnos korištenja i dinamiku mogućeg ostvarenja treba odrediti. Ovdje je pretpostavljeno da će se do 2010. godine koristiti 50 posto od mogućeg dodatnog potencijala u šumarstvu i 30 posto u poljoprivredi, a do 2020. godine 100 posto u šumarstvu i 70 posto u poljoprivredi. Od dodatnih potencijala pretpostavljeno je da će se za kogeneracijsku proizvodnju električne i toplinske energije koristiti 40 posto. Kogeneracijska postrojenja na biomasu imaju za posljedicu smanjenje emisije CO<sub>2</sub> u elektroenergetici za iznos proizvedene električne energije, te smanjenje emisije u sektorima energetske potrošnje (uglavnom kućanstva) za proizvedenu toplinsku energiju.

**Izgradnja nuklearnih elektrana** U sklopu analiza za potrebe Nacrta energetske strategije Republike Hrvatske iz 1998. godine, razmatrana je i nuklearna opcija, s izgradnjom dvije elektrane snage po 660 MW do 2020. godine. S obzirom na europsku politiku, kratkoću rokova za realizaciju ove opcije i negativan stav javnosti koji se potvrdio i u okviru rasprave ovog Izvješća, nuklearna opcija se za sada može smatrati neatraktivnom za prvo razdoblje obveze od 2008. do 2012. Također, s obzirom na to da je u današnje vrijeme optimalna izgradnja jedinica snage od 1000 MW, postavlja se pitanje uključenja ovako velike jedinice u tako mali sustav kao što je hrvatski. Hrvatska je u jednom razdoblju imala vrlo ozbiljne namjere u nastavku gradnje nuklearnih elektrana, kao nastavak gradnje NE Krško (730 MW) koja je u zajedničkom vlasništvu Republike Hrvatske i Slovenije.

### 5.2.3.1.2. Industrija

Ukupni potencijal analiziranih mjera, koje se odnose na izgaranje goriva u industriji, prikazan je na slici 5-3.



Slika 5-3.: Potencijal smanjenja stakleničkih plinova u industriji

**Povećanje učinkovitosti u proizvodnji visokotemperaturne topline** Najvećim dijelom se visokotemperaturna toplina koristi u industriji građevinskih materijala, industriji papira, nemetala i kemijskoj industriji. Ova mjera pretpostavlja uvođenje novih i efikasnijih tehnologija, koja se najbolje očituje kao poboljšanje učinkovitosti pretvorbe fosilnih oblika energije u korisnu toplinu. U referentnom scenariju je predviđena postupna zamjena zastarjelih tehnologija novim i/ili novijim tehnologijama, dok je u *scenariju ublaženja* dinamika uvođenja i zamjena tehnologija intenzivirana. Tako je ukupan stupanj pretvorbe fosilnih oblika energije u visokotemperaturnu toplinu u *scenariju ublaženja* oko petnaestak godina ispred stupnja pretvorbe u referentnom scenariju.

Razlika između pretpostavljenih stupnjeva djelovanja uzrokuje različitu potrošnju finalnih fosilnih oblika energije, sa i bez primjene mjera. Potencijal smanjenja potrošnje fosilnih oblika energije nije jako velik i kreće se od 1,4 posto ukupne potrošnje energije u industriji u 2010. godini do 0,4 posto u 2030. godini.

**Povećanje učinkovitosti u proizvodnji niskotemperaturne topline** Karakteristika hrvatske industrije je gotovo podjednak udio niskotemperaturne i visokotemperaturne topline. Niskotemperaturna toplina se najvećim dijelom koristi u industriji nemetala, kemijskoj i prehrambenoj industriji gdje prema tome postoji potencijal uvođenja i intenzivnijeg korištenja tehnološki efikasnijih postrojenja, slično kao i u slučaju visokotemperaturne topline. Za razliku od dinamike uvođenja novih tehnologija izravnog izgaranja fosilnih goriva, uvođenje novih tehnologija dobivanja niskotemperaturne topline će ići nešto sporijim intenzitetom. Tako se u *scenariju ublaženja* očekuje pet do deset godina ubrzanijeg uvođenja novih i efikasnijih tehnologija. Očekivane uštede mogu biti oko 2,1 posto u 2005. godini do 0,4 posto u 2030. godini jer se na koncu promatranog razdoblja i u *referentnom scenariju* učinkovitost pretvorbe približava onoj poželjnijoj s kojom je računato u *scenariju ublaženja*.

**Industrijska kogeneracijska postrojenja** S obzirom na to da su kogeneracijska postrojenja učinkovitija jer se osim električne energije dobiva i toplinska energija, u industriji, naročito u onim granama koje troše veće količine niskotemperaturne topline, postoje znatni potencijali za gradnju malih kogene-

rativnih postrojenja čime bi se zbog povećane efikasnosti mogle uštedjeti određene količine fosilnih goriva.

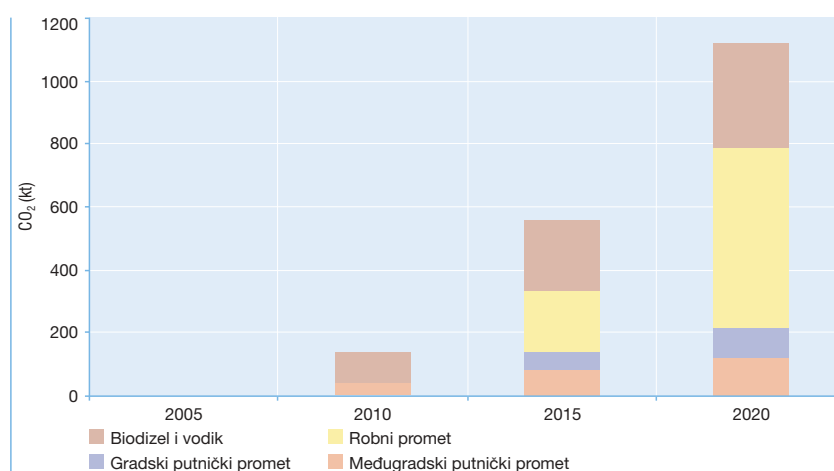
Da bi se ocijenio doprinos kogeneracijskog postrojenja potrebno ga je usporediti s drugim termoenergetskim postrojenjima uz uvjet da proizvodnja toplinske i električne energije bude ista. Uporabom industrijskih kogeneracija smanjit će se proizvodnja toplinske i električne energije iz odvojenih procesa, tj. toplinske energije u kotlovnica i električne energije u termoenergetskim objektima. U proračunu potencijala pretpostavljeno je da su kogeneracijska postrojenja i kotlovnice kao gorivo koristili prirodni plin, a termoelektrane mješavinu fosilnih goriva, čija struktura ovisi o godini. Na taj način su u ovu mjeru uključeni i učinci zamjene goriva, tj. izgarani prirodni plin u kogeneraciji zamijenio je loživo ulje i ugljen koji bi izgarali u kotlovnica i termoelektranama.

**Poboljšanje učinkovitosti elektromotora u industriji** Jedna od najpoznatijih mjera kojima je moguće djelovati na efikasnije korištenje električne energije je reguliranje motornih pogona u industriji jer se u hrvatskoj industriji, kao uostalom i u industrijama širom svijeta, oko 90 posto električne energije za netoplin-ske namjene koristi za motorne pogone. Procjena je da je na taj način moguće uštedjeti do 7,5 posto električne energije pa je ujedno ovaj iznos postavljen kao cilj u *scenariju ublaženja*. Na taj način se može smanjiti potrošnja električne energije te uštedjeti od 254 GWh u 2010. godini do 487 GWh u 2020. godini.

**Korištenje biomase u industrijskim postrojenjima** Znatni potencijali za smanjenje emisije postoje u primjeni biomase u industrijskim postrojenjima, i to u kogeneracijskim postrojenjima i onima samo za proizvodnju topline. U sklopu ovog izvješća razmatran je ukupni potencijal biomase i on je zatim pojednostavljeno raspodijeljen u sektor proizvodnje električne energije, ako se radi o kogeneracijskim postrojenjima. Ostatak koji bi bio samo za proizvodnju topline raspodijeljen je u sektor kućanstva. Na taj način potencijal smanjenja industrijskih postrojenja nije zasebno iskazan.

### 5.2.3.1.3. Promet

Ukupni potencijal analiziranih mjera u prometu, prikazan je na slici 5-4.



Slika 5-4.: Potencijal smanjenja emisije stakleničkih plinova u prometu

**Međugradski putnički promet** Potencijal smanjenja emisije stakleničkih plinova u međugradskom prometu je značajan, kako će se poslije i pokazati, a rezultat je promjene strukture putničkih kilometara. Prije svega treba napomenuti kako je u oba scenarija računato s jednakom mobilnošću stanovništva.



Tako se u ovom planskom razdoblju struktura putničkih kilometra mijenja tako što se udio osobnih automobila smanjuje, a udio autobusa i vlakova, odnosno masovnog javnog prometa, povećava. Do 2010. godine se ove promjene ne bi značajnije osjetile dok bi se do 2030. godine udio osobnih automobila u ostvarenju međugradskih putničkih kilometara smanjio sa 85 posto na 65,8 posto, a udio autobusa povećao sa 7,8 posto na 15,4 posto. Jednako tako bi se do 2030. godine povećao udio željezničkog prometa sa 4,6 posto na 13 posto.

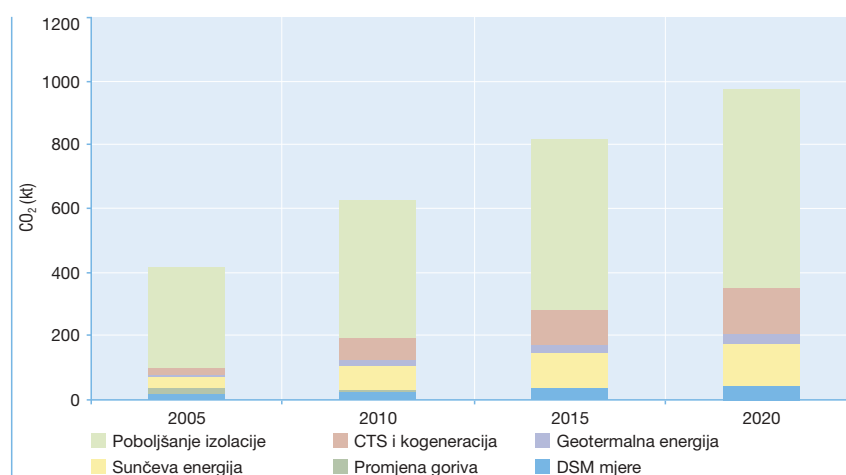
**Gradski putnički promet** Struktura gradskog putničkog prometa bi doživjela sličnu promjenu kao i struktura međugradskog putničkog prometa, što znači da bi se smanjio udio osobnih automobila, a povećao udio javnog gradskog prometa. Značajniji učinci ovih mjera mogu se očekivati tek nakon 2010. godine, a do 2030. godine se može očekivati smanjenje udjela osobnih automobila sa 46 posto na 30 posto. To istovremeno znači povećanje udjela javnog gradskog prometa u jednakom iznosu.

**Robni promet** Slično kao i u putničkom prometu, i u robnom prometu se značajnije promjene očekuju nakon 2010. godine. Udio kamionskog prometa relativno pada, a raste udio željezničkog prometa. U strukturi željezničkog prometa se također događaju strukturne promjene. Nakon 2010. godine, raste udio željezničkog prometa s električnom vučom, a smanjuje se udio željezničkog prometa s dizel lokomotivama. Prema tome, do 2030. godine treba očekivati smanjenje udjela kamiona sa 36,3 posto u referentnom scenariju na 26 posto u *scenariju ublaženja*, a u istom omjeru povećanje udjela željezničkog prometa. Isto tako do 2030. godine treba očekivati i porast udjela električne vuče sa 80 posto na 85 posto uz smanjenje vuče dizel lokomotiva.

**Biodizel i vodik** Uvođenjem biodizela i vodika bavi se nacionalni energetska program BIOEN i TRANSCRO. Postupno uključivanje biodizela i vodika umjesto motornih goriva za potrebe motornih vozila očekuje se nakon 2005. godine po *scenariju ublaženja*, ali i po referentnom scenariju. U *scenariju ublaženja* predviđena je brža dinamika uključivanja ovih goriva u tržište motornih goriva, tako da se u 2010. godini očekuje veća primjena u odnosu na referentni scenarij za oko 0,8 PJ biodizela i 0,6 PJ vodika, a u 2020. godini za 4,6 PJ ukupno. Većom uporabom ovih goriva smanjuje se potreba za motornim benzinom i dizel gorivom, a zbog toga dolazi i do smanjenja emisije CO<sub>2</sub> (oko 330 kt u 2020. godini).

#### 5.2.3.1.4. Usluge

Ukupni potencijal mjera u uslužnom sektoru, prikazan je na slici 5-5.



Slika 5-5.: Potencijal smanjenja emisije stakleničkih plinova u uslužnom sektoru



**Zamjena goriva** Emisija stakleničkih plinova može se u značajnoj mjeri smanjiti jednostavnom akcijom zamjene goriva i to, primjerice u ovom sektoru, od tekućeg goriva na prirodni plin. U referentnom scenariju se u uslugama troši 5,026 PJ tekućih goriva i ovaj iznos lagano opada prema kraju promatranog razdoblja. Udio potrošnje tekućih goriva u zadovoljenju potreba za energijom u uslugama je 20 posto. Stopa smanjenja potrošnje tekućih goriva prema kraju planskog razdoblja gotovo da je zanemariva i u prvom redu ovisi o dostupnim količinama nekih drugih oblika energije koji bi se mogli koristiti kao zamjena. U Hrvatskoj je trenutačno jaka kampanja plinifikacije do sada neplinificiranih područja, a u postojećim plinskim mrežama njen snažniji razvoj. S druge strane, troškovi zamjene goriva dodatni su trošak, a nema povrata uloženi sredstava u postojeće goriva na tekuća goriva (*sunk cost*). Ipak, ova se mjera predviđa jedino u onom dijelu uslužnog sektora gdje se neće trebati obavljati značajniji radovi i gdje neće biti potrebna značajnija sredstva za ulaganje u nove uređaje. Isto tako se ova mjera predviđa u onim dijelovima uslužnog sektora gdje neće biti moguće ugraditi neki od sustava kogeneracije, bilo centralizirane ili decentralizirane kao i neki od uređaja u kojima se koriste obnovljivi izvori energije (sunce, geotermalna i sl.). To znači da se ova mjera predviđa jedino u već postojećoj površini uslužnog sektora gdje je moguć priključak na prirodni plin.

**Veći udio centraliziranih toplinskih sustava i malih kogeneracija** Racionalna uporaba energije dolazi do izražaja u kogenerativnim postrojenjima u kojima se osim topline proizvodi i električna energija. U zadovoljenju potreba za korisnom toplinom u uslugama, centralizirani toplinski sustavi sudjeluju s oko 12,4 posto i u referentnom scenariju količina toplinske energije iz centraliziranih sustava ostaje stalna tijekom planskog razdoblja. Mali kogenerativni sustavi koji su predviđeni u referentnom scenariju rastu s prosječnom godišnjom stopom od 8,9 posto i dosežu 2 PJ u 2030. godini. U *scenariju ublaženja*, raste proizvodnja topline iz centraliziranih sustava, jednako kao i proizvodnja iz malih kogenerativnih postrojenja. Mogućnost primjene većeg korištenja kogenerativnih postrojenja se predviđa najvećim dijelom u bolnicama, državnim i drugim administrativnim zgradama, hotelima i trgovačkim centrima.

**Sunčeva energija** Potencijal primjene sunčeve energije je najznačajniji u primorskim županijama, a naročito povoljne su mogućnosti primjene u uslužnom sektoru u ovom dijelu Hrvatske.

U *referentnom* scenariju, se iz sunčeve energije planira dobiti oko 3 PJ toplinske energije u 2030. godini, dok je u istoj godini u *scenariju ublaženja* to količina od oko 5,5 PJ sunčeve energije.

**Geotermalna energija** U Hrvatskoj postoji višestoljetna tradicija korištenja geotermalne energije iz prirodnih izvora u medicinske svrhe. U nalazištima u Hrvatskoj je toplinski gradijent znatno viši od europskog prosjeka, a ukupni geotermalni energetske potencijal otkrivenih nalazišta u Hrvatskoj je 812 MW<sub>t</sub>. Osim brojnih toplica u kojima se zbog niskih temperatura geotermalna energija koristi uglavnom samo u balneološke svrhe, geotermalna voda iz dubljih bušotina koristi se u energetske svrhe na dvije lokacije. U budućnosti treba očekivati korištenje geotermalnog potencijala najvećim dijelom u bolnicama te u nekim hotelima koji su smješteni blizu nalazišta. Potencijal nalazišta daje ukupno 0,7 PJ toplinske energije u *scenariju ublaženja* u 2030. godini, što ukazuje na to kako ukupni toplinski potencijal nije značajan.

**Poboljšanje toplinske izolacije zgrada** U Hrvatskoj je ukupna površina u uslugama procijenjena na oko 25 milijuna m<sup>2</sup>. Do 2030. godine se procjenjuje

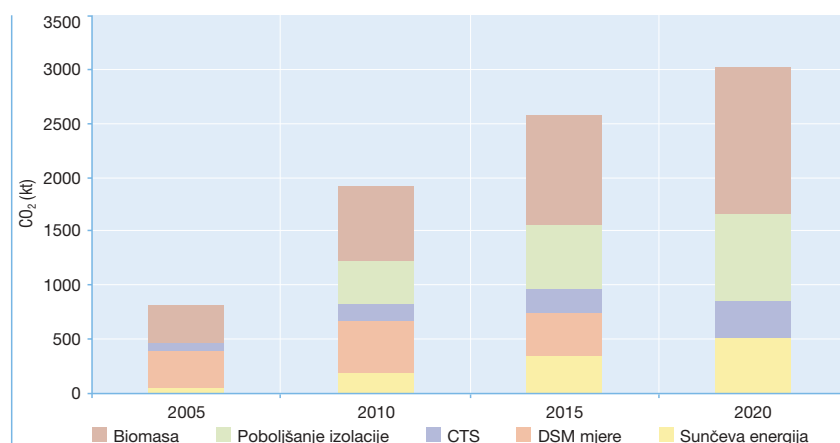
da će se površina u uslužnom sektoru udvostručiti. Pritom treba imati na umu kako je specifična potrošnja topline po 1 m<sup>2</sup> u novoizgrađenoj površini znatno manja nego je to u postojećoj površini uslužnog sektora. To znači da se poboljšanje toplinske izolacije u uslužnom sektoru odnosi na već postojeću površinu u uslugama. U *referentnom* scenariju je predviđeno poboljšanje toplinske izolacije u postojećoj površini za oko 15 posto u odnosu na početno stanje, a do konca planskog razdoblja. U *scenariju ublaženja* predviđa se dodatno poboljšanje od oko 10 posto do konca planskog razdoblja.

Ova mjera ima relativno velike marginalne troškove zbog velikih investicijskih troškova u odnosu na ostvarene energetske uštede.

**Mjere DSM u netoplinskoj potrošnji električne energije** Uslužni sektor je osim visoke toplinske intenzivnosti jednako tako i visokointenzivan potrošač netoplinske električne energije. S obzirom na intenzivan razvoj uslužnog sektora, može se računati na mogućnosti smanjenja potrošnje netoplinske električne energije i to u prvom redu mjerama uvođenja štednih žarulja, zatim zamjenom postojećih s efikasnijim hladnjacima i zamrzivačima, uvođenje učinkovitije regulacije motornih pogona, klime te na koncu uvođenje informatičkih sustava za upravljanje potrošnjom energije u kompleksijim zgradama (bolnicama, hotelima, bankama). Ukupni potencijal uštede se procjenjuje na oko 24 GWh na početku i na oko 50 GWh na koncu planskog razdoblja.

### 5.2.3.1.5. Kućanstva

Ukupni analizirani potencijal mjera u kućanstvima, prikazan je na slici 5-6.



Slika 5-6.: Potencijal smanjenja emisije stakleničkih plinova u kućanstvima

**Bolja toplinska izolacija kućanstava** Za ocjenu potencijala smanjenja emisije stakleničkih plinova poboljšanjem izolacije u kućanstvima u Hrvatskoj treba poći od činjenice kako je stambeni fond u Hrvatskoj prilično star. Od 1,6 milijuna stanova 26 posto ih je starije od pedeset godina, a gotovo trideset posto ih je u dobi između trideset i pedeset godina. S druge strane treba imati na umu kako se od ukupne površine tih stanova grije kvalitetno tek nešto manje od pola. U budućnosti se može očekivati povećanje kvadrature starih stanova koji se griju kvalitetno pa ako se zna da na grijanje stanova odlazi oko 60 posto korisne topline koja se troši u kućanstvima, može se ocijeniti koliko će se korisne toplinske energije trošiti u sljedećih tridesetak godina. Na temelju različitih studija koje su se provodile ocijenjen je potencijal poboljšanja izolacije u starijim stanovima, budući da je pretpostavljeno kako će se novi stanovi graditi prema najsuvremenijim tehnologijama uz korištenje modernih i učinkovitih izolacija pa se poboljšanje izolacije odnosi tek na populaciju starih stanova.

Analiza potreba za toplinskom energijom je pokazala kako će do 2030. godine toplinske potrebe za grijanje stanova porasti u odnosu na 2000. godinu gotovo dva puta. Uz ocjenu kako je moguće poboljšati izolaciju za oko 30 posto, ukupna korisna toplinska energija bi se do 2030. godine smanjila za oko 15 PJ u odnosu na scenarij bez ikakvog poboljšanja izolacije. Međutim, u *referentnom* scenariju je predviđeno poboljšanje izolacije od 10 posto pa se dodatno poboljšanje u *scenariju ublaženja* odnosi na dodatnih 20 posto poboljšanja izolacije, čime se ukupna korisna toplinska energija za grijanje stanova smanjuje za oko 10 PJ u odnosu na referentni scenarij.

Ukupno smanjenje potrošnje finalnih oblika energije za ovu mjeru iznosi oko 8,6 posto od ukupne potrošnje finalnih oblika energije u kućanstvima, a potencijal smanjenja emisije stakleničkih plinova je prilično velik i iznosi 400 do 800 kt, ovisno o promatranoj godini.

**Veći udio CTS-a u zadovoljavanju potreba za toplinom** Kao i u uslugama, i u kućanstvima postoje povoljne prilike za uvođenje centraliziranih toplinskih sustava za zadovoljavanje toplinskih potreba za grijanjem stanova i toplom vodom. Zbog bolje učinkovitosti u odnosu na klasične sustave izgaranja, intenzivnijim razvojem centraliziranih toplinskih sustava se poboljšava ukupan stupanj djelovanja energetske sustava čime se smanjuje potrošnja finalnih, posebice fosilnih oblika energije. Intenzivnijom primjenom centraliziranih toplinskih sustava, moguće je uštedjeti oko 6,3 posto ukupne finalne energije iz referentnog scenarija.

**Primjena sunčeve energije u toplinskim potrebama** U obalnom i priobalnom području (sedam primorskih županija) postoji veliki potencijal sunčeve energije. Najveći potencijal primjene sunčeve energije je u zagrijavanju vode te u zagrijavanju prostora. U *scenariju ublaženja* je na temelju do sada urađenih studija procijenjena ušteda fosilnih finalnih oblika energije, kao i električne energije, i to ponajprije korištenjem sunčeve energije za zagrijavanje vode i prostora.

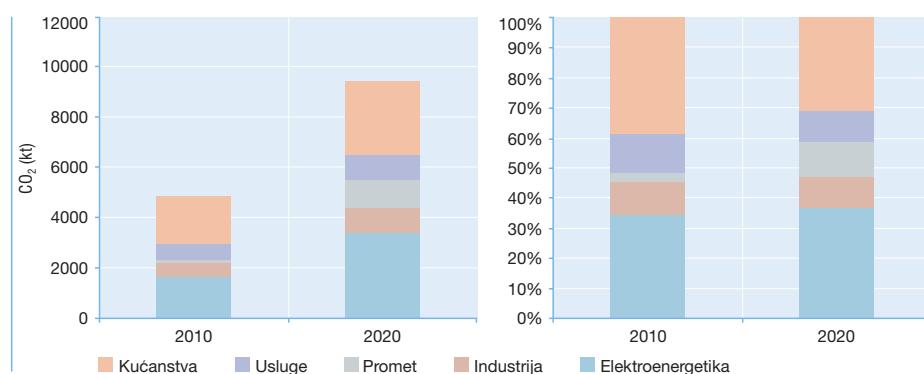
**Upravljanje potrošnjom (DSM) u kućanstvima (štedne žarulje i hladnjaci)** Slično kao i u uslugama, i u kućanstvima se značajan dio ukupne potrošnje električne energije troši za netoplinske namjene. Da bi se poticao i izračunao potencijal smanjenja potrošnje električne energije DSM akcijama, modelirano je uvođenje štednih žarulja i efikasnijih hladnjaka u kućanstva. Mogućnost smanjenja potrošnje električne energije se kreće od 93 GWh na početku promatranog razdoblja do gotovo 600 GWh na koncu tog razdoblja. U slučaju uvođenja štednih žarulja, marginalni troškovi su se pokazali izuzetno povoljnim, slično kao i u uslugama dok je marginalni trošak efikasnijih hladnjaka isto tako povoljan ali nije negativan.

**Energetski efikasne građevine** U Hrvatskoj postoji dugogodišnje iskustvo u projektiranju i gradnji zgrada s mjerama pasivne i aktivne energetske štednje. Ovakva gradnja objedinjava niz mjera i u pravilu je znatno jeftinija nego kad se promatraju pojedine mjere izdvojeno (izolacija zgrada, sunčeva energija, toplinske pumpe i sl.) Dodatne mogućnosti i troškove ovakve gradnje treba odrediti.

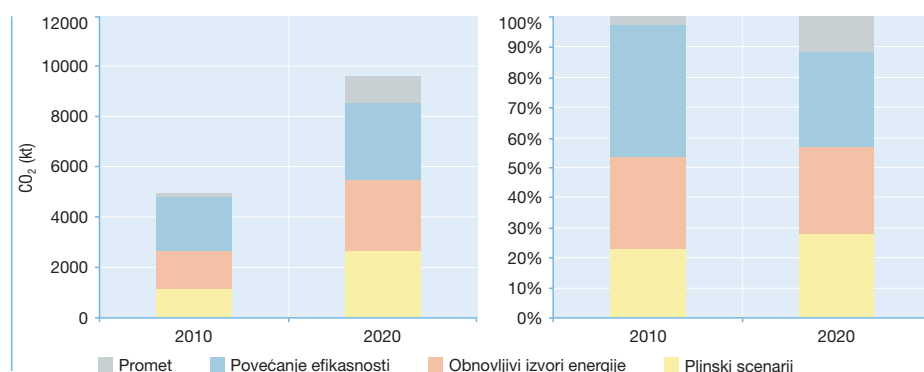
#### 5.2.3.1.6. Zbirni prikaz mjera u energetici

Zbirni prikaz mjera u energetici dan je u tablici 5-5., te na slikama 5-7. i 5-8. Od navedenih mogućnosti najveća je nesigurnost vezana uz korištenje biomase. S obzirom na to da se radi o znatnom potencijalu, prioritetno je utvrditi stvarne mogućnosti korištenja biomase, u sektoru proizvodnje električne energije i svim sektorima neposredne potrošnje energije. Projekte biomase treba

nastojati vezivati uz projekte šumarstva i poljoprivrede, realizacijom energetski održivih rješenja u područjima gdje je raspoloživo korištenje biomase iz šumarstva ili poljoprivrede.

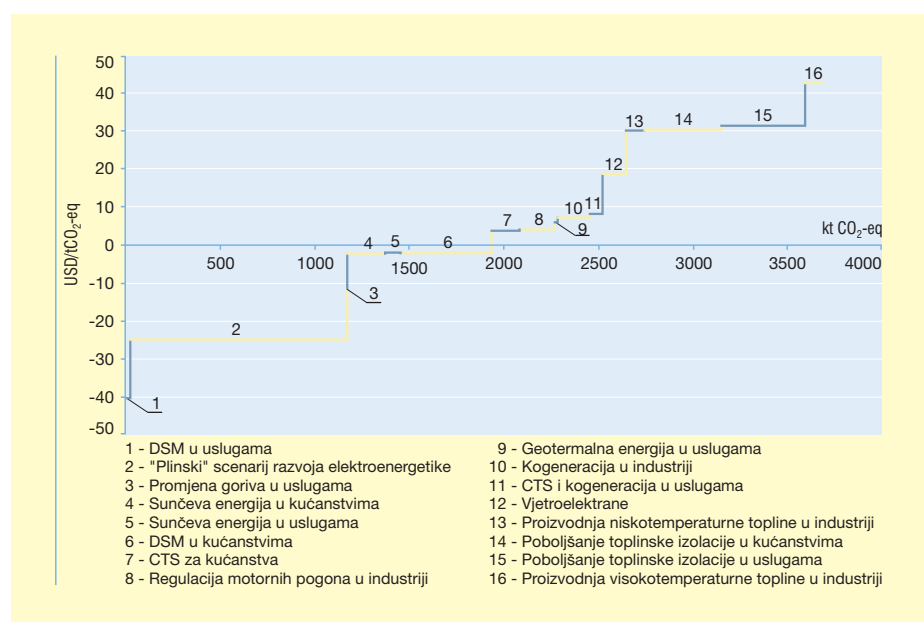


Slika 5-7.: Udio energetske sektora u potencijalu za smanjenje emisije CO<sub>2</sub> iz energetike



Slika 5-8.: Udio pojedinih grupa mjera u potencijalu za smanjenje emisije CO<sub>2</sub> iz energetike

Krivulja marginalnih troškova mjera za smanjenje emisije u energetici prikazana je na slici 5-9. Marginalni troškovi izračunavaju se kao razlika ekvivalentnih godišnjih troškova referentnog rješenja (ili scenarija) u odnosu na scenarij ublaženja. Tako da recimo cijena vjetro-elektrana promatra razliku proizvodnje električne energije u odnosu na prosječnu proizvodnu cijenu električne energije iz parka termoelektrana referentnog scenarija. U proračunima



Slika 5-9.: Krivulja graničnih troškova mjera za smanjenje emisiji u energetici

Tablica 5-5.: Pregled mjera za smanjenje emisije CO<sub>2</sub> (kt) u energetici, za godine 2010. i 2020.

Mjere u energetici	Mogući instrumenti politike	Smanjenje emisije CO <sub>2</sub> (kt)	
		2010	2020
<b>Elektroenergetika</b>			
Plinski scenarij	- naknada na emisiju CO <sub>2</sub>	1135,5	2666,9
Uštede u prijenosu i distribuciji električne energije	- propisivanje kvote emisije - tehničke upute i norme	47,4	56,3
Vjetroelektrane	- subvencija obnovljivih izvora energije	126,6	219,0
Male hidroelektrane	- ekološko označavanje - dobrovoljni sporazumi	117,4	101,6
Korištenje biomase u kogeneraciji (proizvodnja električne energije)	- pojednostavljenje upravnog postupka gradnje - javna promidžba	251,8	431,4
<b>Industrija</b>			
Regulacija motornih pogona	- naknada na emisiju CO <sub>2</sub>	186,3	309,1
Doprinos kogeneracijskih postrojenja	- realni paritet cijena energenata	163,4	549,7
Efikasnija proizvodnja nisko-temp. topline	- poticaji za uvođenje mjera - dobrovoljni sporazumi	97,7	81,4
Efikasnija proizvodnja visoko-temp. topline	- propisivanje kvota emisije po sektorima	87,3	75,9
<b>Promet</b>			
Mjere u međugradskom putničkom prometu	- naknada za emisiju CO <sub>2</sub>	39,4	117,4
Mjere u gradskom putničkom prometu	- planiranje i regulacija prometa	0,0	96,5
Mjere u robnom prometu	- poticaji za poboljšanje javnog transporta - subvencija proizvodnje biodizela	0,0	569,6
Povećanje korištenja biodizela i vodika	- lokalna agenda 21- javna promidžba	99,2	326,0
<b>Usluge</b>			
Ušteda električne energije za netoplinske namjene (DSM)	- poticaji uvođenja ESCO kompanija - realne cijene električne energije - javna promidžba	25,1	42,9
Promjena goriva (prirodni plin - tekuće gorivo)	- naknada na emisiju CO <sub>2</sub> - poticaji za plinifikaciju	2,3	0,0
Povećanje korištenja sunčeve energije	- poticaji za uvođenje tehnologija	79,1	137,7
Povećanje korištenja geotermalne energije	- pružanje informacija i javna promidžba - osposobljavanje domaće proizvodnje	17,1	28,2
Povećanje korištenja CTS-a i kogeneracija	- paritet cijena energenata - naknada na emisiju CO <sub>2</sub> - propisi o uključivanju u mrežu - poticanje investicije	70,3	147,5
Poboljšanje toplinske izolacije	- financijsko poticanje - zakonski propisi i norme	441,6	637,2
<b>Kućanstva</b>			
Povećanje korištenja sunčeve energije	- poticaji za uvođenje tehnologija - pružanje informacija i javna promidžba - osposobljavanje domaće proizvodnje	196,4	527,6
Ušteda električne energije za netoplinske namjene (DSM)	- poticaji uvođenja ESCO kompanija - realne cijene električne energije - javna promidžba	482,2	0,0
Povećanje korištenja CTS-a	- energetske planiranje - realni paritet cijena	146,6	332,8
Poboljšanje toplinske izolacije	- financijsko poticanje - zakonski propisi i norme	401,9	803,2
Korištenje biomase za dobivanje toplinske energije (kogen. + kotlovnice)	- naknada na emisiju CO <sub>2</sub> - subvencija obnovljivih izvora energije	698,6	1353,6
<b>Ukupni potencijal</b>		<b>4913,2</b>	<b>9611,5</b>

korištena je diskontna stopa od 8 posto, a proračun je temeljen na metodologiji iz "Economics of Greenhouse Gas Limitations - Methodological Guidelines", (UNEP, 1998.).

Napominje se da iskazane troškove treba prihvatiti kao usmjerenja s obzirom na to da proračuni nisu temeljeni na stvarnim podacima izvedenih projekata u Hrvatskoj.

### 5.2.3.2. Industrijski procesi

Industrijski procesi u razdoblju od 1990. do 1995. godine sudjelovali su prosječno sa 11 posto u ukupnoj emisiji stakleničkih plinova u Republici Hrvatskoj, s tim da prosječno 82 posto od ukupne emisije iz ovog sektora potječe iz proizvodnje dušične kiseline, amonijaka i cementa. Poslije 1991. godine, nakon prestanka rada željezare u Sisku i proizvodnje aluminija u Šibeniku, udio navedenih procesa u emisiji iznosio je više od 92 posto.

#### *Moguće mjere smanjenja emisije*

**Proizvodnja amonijaka** Pri izradi temeljnog scenarija za proizvodnju amonijaka pretpostavljeno je da će se proizvodnja do 2010. godine vratiti na puni kapacitet od 1350000 tona. Navedeno podrazumijeva da će se potrošnja mineralnih gnojiva u promatranom budućem razdoblju u Hrvatskoj vratiti na prosječnu razinu iz razdoblja 1986.-1988. godina, na iznos od 650000-700000 tona, a da će se ostatak plasirati u izvoz. U strukturi proizvodnje finalnog proizvoda pretpostavljano je da će 23 posto biti Urea, 25 posto KAN i 52 posto NPK gnojiva.

Prema sadašnjem stupnju razvoja tehnologije ne postoje mjere koje bi omogućile smanjivanje emisije CO<sub>2</sub> iz procesa proizvodnje amonijaka.

**Proizvodnja dušične kiseline (HNO<sub>3</sub>)** Proizvodnja dušične kiseline u izravnoj je ovisnosti o proizvodnji pojedinih vrsta mineralnih gnojiva. Do 2010. godine procjenjuje se da bi proizvodnja mogla biti 305.000 do 345.000 tona.

Mjera za smanjenje emisije N<sub>2</sub>O u proizvodnji dušične kiseline sastoji se u primjeni neselektivne katalitičke redukcije (NSCR) kojim se N<sub>2</sub>O reducira pomoću amonijaka u N<sub>2</sub>. Granični trošak primjene ove mjere može se procijeniti na oko 1 USD/t eq CO<sub>2</sub>, čime je ovo vrlo atraktivna mjera. U tom pogledu potrebno je prvo izvršiti detaljna mjerenja emisije na postrojenju jer su u proračunu korišteni standardni IPCC faktori.

**Proizvodnja cementa** Općenito, pri proizvodnji cementa razlikuju se dvije vrste mjera za smanjenje emisije ugljikovog dioksida:

1. energetske mjere koje obuhvaćaju:

- promjene u vrsti proizvodnog procesa (prijelaz sa "mokrog" i "polumokrog" na "suhi" i "polusuhi")
- povećanje energetske učinkovitosti procesa (smanjivanje potrošnje toplinske i električne energije po jedinici proizvoda)
- prijelaz na gorivo s manjim sadržajem ugljika (prijelaz s ugljena i petrol - koksa na prirodni plin ili lozivo ulje)
- uporaba otpada fosilnog podrijetla kao alternativnog goriva (automobilske gume, plastika, otpadna ulja i otapala i sl.)



2. procesne mjere (non-energy-related mitigation measures) koje obuhvaćaju:

- smanjivanje udjela klinkera u cementu (povećanje udjela ostalih sastojaka/aditiva u cementu)
- uklanjanje ugljikovog dioksida iz procesnih dimnih plinova

Analiza izvodljivosti pojedinih mjera za smanjenje emisije zahtijeva poznavanje aktualnog stanja u cementnoj industriji. U Hrvatskoj postoje četiri cementare, od kojih se u tri proizvodi klinker “suhim” postupkom, dok jedna cementara koristi kupljeni (uvezeni) klinker. Specifični utrošak toplinske energije u proizvodnji klinkera, koji je mjera za energetske učinkovitost procesa, u razdoblju od 1990. do 1999. godine kretao se u rasponu od 3,26 do 4,48 GJ/t. Za proizvodnju klinkera koriste se sve vrste goriva, s tim da se najvećim dijelom koriste loživo ulje i prirodni plin. Treba naglasiti kako svi proizvođači cementa žele prijeći na uporabu ugljena i petrol-koksa kao osnovnog energenta za proizvodnju klinkera ponajprije zbog manje cijene. Otpad se kao alternativno gorivo koristi u manjim količinama u jednoj cementari. Udio klinkera u cementu u razdoblju od 1990. do 1999. godine kretao se u rasponu od 68 do 88 posto.

Svi proizvođači cementa u Hrvatskoj koriste “suhi” postupak za proizvodnju klinkera, koji je najučinkovitiji s obzirom na utrošak energenata. Ipak specifični utrošak toplinske energije u proizvodnji klinkera nije na razini najbolje svjetske prakse, koja se kreće u rasponu od 2,9 do 3,2 GJ/t. Planirani prelazak na ugljen i petrol-koks, kao goriva s većim sadržajem ugljika, nepovoljan je s gledišta emisije stakleničkih plinova, iako treba naglasiti da ugljen i petrol-koks u ovom trenutku čine oko 81 posto ukupne potrošnje goriva u europskoj cementnoj industriji.

Iz ovog pregleda mogu se razaznati mjere koje bi se mogle primijeniti za smanjenje emisije stakleničkih plinova:

- a) Povećanje energetske učinkovitosti procesa proizvodnje klinkera
- b) Prijelaz na gorivo s manjim sadržajem ugljika
- c) Smanjivanje udjela klinkera u cementu
- d) Uporaba otpada fosilnog podrijetla kao alternativnog goriva

Mjera povećanja energetske učinkovitosti procesa proizvodnje klinkera smanjivanjem utroška energije po toni proizvoda ugrađena je u temeljni scenarij. Razlog tome je što povećanje učinkovitosti procesa ima za osnovni cilj povećanje konkurentnosti proizvoda na tržištu, a ne isključivo smanjenje emisije stakleničkih plinova. Uklanjanje ugljikovog dioksida iz dimnih plinova, kao mjera smanjenja emisije, još je u fazi istraživanja, i nije sigurno hoće li se moći primijeniti u cementnoj industriji.

U ovom trenutku u Republici Hrvatskoj ne postoje instrumenti koji bi posebno regulirali smanjenje emisije stakleničkih plinova iz proizvodnje cementa, ali i iz industrijskih procesa općenito. Prijelaz na gorivo s manjim sadržajem ugljika isključivo je vezan uz cijenu energenata na tržištu. Ovom mjerom predviđa se postupni prijelaz na gorivo s manjim sadržajem ugljika, tj. zamjena postojeće potrošnje ugljena, petrol-koksa i mazuta s prirodnim plinom u svim cementarama. Treba naglasiti kako se ovom zamjenom smanjuje samo emisija iz energetskog dijela proizvodnje klinkera dok procesna emisija ostaje ista. Ovom mjerom moglo bi se ostvariti smanjenje emisije do 265 kt CO<sub>2</sub>. Cijena prelaska najviše ovisi o cijeni razlike goriva, a manje o investiciji za novu opremu.



U ovom trenutku jedina procesna mjera koja se može primijeniti za smanjenje emisije CO<sub>2</sub> je proizvodnja cementa s manjim sadržajem klinkera, čime se smanjuje ukupna proizvodnja klinkera. Projekcije koje bi uzimale u obzir ovu mjeru vrlo su nesigurne budući da asortiman proizvodnje cementa ovisi u prvom redu o zahtjevima tržišta. Udio klinkera u cementu je različit u pojedinim cementarama i kreće se od 68 do 88 posto. Može se približno dati podatak da se smanjivanjem udjela klinkera u cementu za 1 posto emisija CO<sub>2</sub> koja nastaje uslijed procesa pečenja klinkera smanjuje za oko 5,2 kg CO<sub>2</sub>/t cementa.

Mjera pod d) vrlo je atraktivna s ekološkog gledišta no u ovom trenutku nije razmatrana jer nije bilo dovoljno podataka za ocjenu količine otpada koji bi bilo ekonomično energetske koristiti u cementnoj industriji.

### 5.2.3.3. Gospodarenje otpadom

**Moguće mjere i scenariji smanjenja emisije metana** – Moguće mjere za smanjenje emisije metana (CH<sub>4</sub>) u sektoru gospodarenja otpadom, pored mjera koje su sadržane u temeljnim scenarijima (**izbjegavanje nastajanja i recikliranje otpada**), svode se, prema sadašnjem stanju razvoja tehnologije u razvijenim zemljama, na različite postupke **termičke obrade otpada uz proizvodnju energije iz otpada** kojima se postiže dvostruka korist glede smanjenja emisije stakleničkih plinova:

- Kao produkti termičke obrade otpada nastaju staklenički plinovi ugljikov dioksid i vodena para koji imaju znatno manji potencijal globalnog zagrijavanja od metana.
- Proizvedena energija iz otpada smanjuje količinu fosilnog goriva potrebnog za proizvodnju te energije, a time i emisiju ugljikovog dioksida koji bi nastao kao produkt izgaranja.

Glavni postupci termičke obrade komunalnog i sličnog otpada su sljedeći (10):

- **Izgaranje** otpada u energanama na otpad uz proizvodnju električne i toplinske energije (kogeneracija). Prema broju izvedenih i planiranih postrojenja to je najproširenija tehnologija termičke obrade komunalnog otpada. Energane na otpad nerijetko se krivo nazivaju “spalionicama otpada” kod kojih se otpad termički obrađuje bez proizvodnje energije i koje se kao takve danas više uglavnom ne koriste za obradu komunalnog otpada.
- **Suizgaranje** goriva iz otpada (GIO) i fosilnih goriva u velikim industrijskim ložištima kao što su npr. rotacijske peći za proizvodnju klinkera ili u ložištima kotlova termoelektrana na ugljen. Zbog relativno niskih troškova to je privlačno rješenje, ali zbog sukoba interesa i tehnoloških problema dosad nije našlo širu primjenu. U Republici Hrvatskoj se ovim postupkom uglavnom termički obrađuje tehnološki otpad. Kao primjer se može navesti tvornica cementa Koromačno koja se usmjerila na suizgaranje starih automobilskih guma i otpadnih ulja.
- **Piroliza** komunalnog otpada je postupak u razvoju sa svega nekoliko demonstracijskih postrojenja u razvijenim državama, pa u dogledno vrijeme nije primjenjiv za države u razvoju.

Iz prethodnog razmatranja proizlazi kako su za Republiku Hrvatsku u bližoj budućnosti najprihvatljivije energane na otpad kao provjerene tehnologije termičke obrade komunalnog i sličnog otpada za veće gradove i regije.

Na temelju opisanih mjera za smanjenje emisije metana razrađena su **tri scenarija smanjenja** emisije metana u sektoru gospodarenja otpadom koji su prikazani u tablici 5-6.

Tablica 5-6.: Scenariji smanjenja emisije metana

Scenarij	Udio termičke obrade (%)	
	2010.	2020.
S4 - "minitermički"	20	40
S5 - "miditermički"	35	70
S6 - "maksitermički"	50	100

U sva tri scenarija za smanjenje emisije metana u sektoru gospodarenja otpadom, pored termičke obrade sadržane su i intenzivne mjere izbjegavanja i recikliranja odvojeno sakupljenih sastojaka, uključivo aerobno ili anaerobno kompostiranje odvojeno sakupljenog bio-otpada. Za opisane scenarije smanjenja emisije metana, i uz pretpostavljene udjele termičke obrade otpada iz tablice 5-6., izračunate su količine odloženog neobrađenog i termički obrađenog otpada, kao i smanjenje emisije metana izražene u ekvivalentnim količinama ugljikovog dioksida (eqCO<sub>2</sub>), što je prikazano u tablici 5-7.

Tablica 5-7.: Smanjenje emisije metana termičkom obradom otpada

Scenarij / godina	S4		S5		S6	
	2010.	2020.	2010.	2020.	2010.	2020.
Odloženi neobrađeni otpad (1000 t) i spaljivanje na baklji	1.200	1.000	1.000	500	750	0
Termički obrađeni otpad (1000 t)	310	670	510	1.170	760	1.670
<b>Ukupno (1000 t)</b>	<b>1.510</b>	<b>1.670</b>	<b>1.510</b>	<b>1.670</b>	<b>1.510</b>	<b>1.670</b>
Smanjenje emisije metana (1000 t eqCO <sub>2</sub> )	280,1	441,3	490,2	772,3	700,3	1.103,3

U tablici 5-7. prikazano je smanjenje emisije metana u odnosu na referentni scenarij 1. Svako od rješenja podrazumijeva da se metan iz otpada koji se odlaze spaljuje na baklji, dok se dio koji je namijenjen za energetske svrhe koristi u postrojenju za kogeneraciju, čime se smanjuje potrošnja fosilnog goriva (mješavina goriva sektora za proizvodnju električne energije u referentnom scenariju).

Najveće smanjenje emisije postiže se u "maksitermičkom" scenariju S6, prema kojem bi se 2020. godine termički obrađivao sav nastali otpad. To teoretski znači da bi emisija metana iz odlagališta otpada u 2020. godini bila u potpunosti eliminirana, što je stvarno manje vjerojatno da će se i ostvariti u usporedbi s ostalim scenarijima smanjenja emisije. Proračun troškova za ove mjere pokazuje kako su za scenarije smanjenja emisije S4, S5 i S6 troškovi od 11 do 18 USD/t CO<sub>2</sub>, ako uzme u obzir samo smanjenje emisije CH<sub>4</sub> s deponija. Kad se uzme i obzir i posljedično smanjenje emisije fosilnih goriva zbog korištenja otpada troškovi su od 7 do 11 USD/t CO<sub>2</sub> što ovo rješenje svrstava u vrlo atraktivne mjere, jer se njima ujedno rješavaju i drugi ekološki problemi.

## 5.2.3.4. Poljoprivreda

U programu mjera za Hrvatsku razmatrane su sljedeće mjere:

- a) korištenje biomase poljoprivrede za energetske svrhe
- b) poboljšanja u primjeni organskih i mineralnih gnojiva u svrhu smanjenja emisije didušikovog oksida ( $N_2O$ )
- c) smanjenje emisije metana ( $CH_4$ ) uslijed smanjenja unutrašnje fermentacije
- d) anaerobna fermentacija povezana s razgradnjom organskih gnojiva i proizvodnja bioplina
- e) uskladištenje ugljika u poljoprivrednim tlima

U nastavku opisuju se ukratko mjere, učinci mjera iskazani sumarno daju se u poglavlju 6. Mjera ad e) uskladištenja ugljika u tlima vrlo je efikasna ali se još ne uzima u obzir u međunarodnim proračunima pa se ovdje neće prikazati, premda su preliminarne procjene u tom pogledu napravljene.

### a) Korištenje biomase za energetske svrhe

Korištenje biomase iz poljoprivrede u energetske svrhe opisano je u sektoru energetike.

### b) Poboljšanja u primjeni organskih i mineralnih gnojiva u svrhu smanjenja emisije didušikovog oksida

**Biološka poljoprivreda** Za održavanje plodnosti tla neophodno je voditi računa o prometu organske tvari u tlu. Organska gnojidba je nezamjenjiva u održavanju plodnosti tla, i to ne samo zbog sadržaja hranjiva. Plodnost tla u intenzivnoj biljnoj proizvodnji uvjetovana je, između ostalog, i s pravilnom primjenom organskih i mineralnih gnojiva. Istovremeno, usmjerenost na biološku poljoprivredu, koja traži samo organsku gnojidbu podrazumijeva i odgovarajuću stočarsku proizvodnju.

Primjenom organskih gnojiva mogu se, uz nešto niže prinose, ostvariti pozitivni ekonomski učinci u smanjenju proizvodnih troškova, ali je činjenica da i primjena organskih gnojiva mora osigurati dovoljne količine biogenih elemenata za formiranje prinosa uzgajanih kultura.

Biološka poljoprivreda obično podrazumijeva manju potrošnju energije, te manje emisije ugljikovog dioksida i didušikovog oksida, pri usporedbi s uobičajenom. Razlog za to je smanjena ili u potpunosti isključena primjena agrokemikalija, nakupljanje organske tvari u tlu, širi plodored, te ponekad i smanjena dubina obrade tla. Biološka poljoprivreda prema IPCC troši 10-15 posto manje energije pri usporedbi s uobičajenom.

U Hrvatskoj treba promovirati biološku poljoprivredu, ali na temelju znanstvenih načela. Danas je u nas razmjerno čest slučaj da se biološka poljoprivreda svodi na isključivanje primjene agrokemikalija, uz problematičnu primjenu organskih gnojiva, neodgovarajuću obradu tla i plodored, te upitne biljno-uzgojne zahvate.

**Emisija uvjetovana primjenom mineralnih gnojiva** Mineralna gnojidba u Hrvatskoj u prosjeku je daleko od one u razvijenim europskim zemljama. U posljednjem desetljeću još je i dodatno smanjena zbog poznatih razloga. Pri-

stup koji prati zahtjeve održive poljoprivrede svakako je dobar, međutim, u Hrvatskoj još nisu određeni pokazatelji održivog gospodarenja tlom. Smanjenje emisije didušikovog oksida zbog primjene mineralnih gnojiva u Hrvatskoj ne treba tražiti kroz smanjenje gnojidbe dušikom. Neophodno je izraditi Kodeks dobre poljoprivredne prakse, te provoditi programe edukacije poljoprivrednika o pravilnoj primjeni gnojiva.

Kodeks dobre poljoprivredne prakse podrazumijeva visoku učinkovitost i racionalizaciju u primjeni mineralnih gnojiva. Kodeks određuje metode za pripremu planova gnojidbe dušikom. Znanje o specifičnim potrebama usjeva, procjena količine dušika u tlu, te način primjene mogu utjecati na značajno smanjenje gubitaka, što podrazumijeva i smanjenu emisiju didušikovog oksida.

### **c) Smanjenje emisija metana iz stočarstva**

Najjednostavniji način smanjivanja emisije metana iz animalne proizvodnje (fermentacija tijekom probave i fermentacija gnoja) je smanjivanje ukupnog broja domaćih životinja, posebno preživača. Međutim, ovo rješenje neprihvatljivo je za Hrvatsku jer je samodostanost za sve animalne proizvode, osim za meso peradi značajno ispod 100 posto (npr. govedina 72 posto, svinjetina 85 posto, ovčetina 37 posto, mlijeko i mliječni proizvodi 70 posto). Kako Hrvatska po konzumaciji animalnih proizvoda (po stanovniku) daleko zaostaje za razvijenim zemljama, s porastom životnog standarda značajno će rasti i potrošnja. Uza sve ovo treba dodati i povećanu potražnju u turističkoj sezoni (oko 150.000 privremenih stanovnika) što povećava potrebe za proizvodnjom hrane za 10 posto iznad samodostatnosti. Stoga će pored povećanja proizvodnje po jedinici kapaciteta (genetsko unapređenje i poboljšani menadžment) u budućnosti rasti broj domaćih životinja (poglavlje 6).

#### **Poboljšana hranidba mehaničkim i kemijskim tretmanima stočne hrane**

Ovakvi tretmani odnose se ponajprije na krmiva s visokim sadržajem lignina (slama, kukuruzovina) koji se uglavnom u Hrvatskoj ne koriste kao hrana za domaće životinje. Slama i kukuruzovina koriste se kao hrana za niskoproduktivne životinje (preživače i konje) ili samo u pojedinim fazama proizvodnog procesa (podmladak, suhostaj). Slama se može kemijski tretirati ili mehanički usitniti čime se povećava njena probavljivost odnosno smanjuje ispuštanje metana tijekom probave. Ovakvi zahvati su za Hrvatsku beznačajni jer se slama uglavnom koristi za stelju, a ne za hranidbu domaćih životinja. Hrvatska ima puno prirodnih zaliha (oko 1500000 ha pašnjaka) koje ne koristi, a koji su pogodni za napasivanje krava, ovaca i koza. Stoga strategija razvoja poljoprivrede predviđa korištenje tih zaliha za proizvodnju mlijeka i mesa.

#### **Poboljšana hranidba dodatkom organskih i anorganskih primjesa krmivima**

Dodaci krmivima koji povećavaju rast i aktivnost bakterija buraga povećat će i probavljivost bakterija, odnosno smanjiti emisiju metana po jedinici proizvoda. Mikrobnost u buragu limitiran je prije svega koncentracijom amonijaka, dostupnom energijom, fosforom, sumporom i drugim mineralima. Da bi se povećao mikrobnost u buragu, povećala probavljivost hrane, osigurala bolja opskrba preživača proteinima, u hranu se može dodati urea i melasa. Time se povećava proizvodnja, a smanjuje emisija metana. Upotreba krmiva s visokim udjelom "bypass" proteina (pamuka, lana, soje, suncokreta). U Hrvatskoj se sačme suncokreta i soje koriste dodavanjem u smjese u količinama 20-40 posto.

- a) Upotreba hormona** Hormon rasta (bST), anabolički steroidi i drugi preparati, kao što je clenbuterol, cimaterol koriste se u svijetu da bi se povećala proizvodna učinkovitost domaćih životinja. U Hrvatskoj je zabranjena upotreba ovih preparata.

- b) **Efikasnija reprodukcija** Poboljšanje reproduktivne učinkovitosti domaćih životinja može smanjiti emisiju metana jer se značajno smanjuje broj životinja potreban za proizvodnju podmlatka. Tehnike koje se u Hrvatskoj koriste u tu svrhu uključuju umjetno osjemenjivanje, sinkronizaciju estrusa i embrio transfer.
- c) **Modifikacije flore buraga** Istraživanja o modifikaciji flore buraga u smislu učinkovitije razgradnje celuloze i manjeg stvaranja metana vrlo su aktualna u svijetu (McAllister et. al, 1996.). Takva istraživanja do sada u Hrvatskoj nisu provedena.
- d) **Menadžment i postupci s gnojem** Više od 80 posto svih domaćih životinja u Hrvatskoj se drži na malim obiteljskim farmama. Životinje se uglavnom hrane krmivima proizvedenim na vlastitom gospodarstvu, a gnoj se koristi za održavanje plodnosti vlastitog zemljišta. Stoga većina hranjiva ostaje unutar ciklusa osim dijela koji se gubi tijekom skladištenja, transporta i deponira u obliku animalnih proizvoda. Ove male farme ne skreću na sebe pažnju javnog mnijenja kada se govori o zaštiti okoline. Iako ova mala gospodarstva stvaraju više od 80 posto gnoja ona ne znače značajnije zagađivanje jer se gnoj redovito koristi na vlastitom zemljištu. S druge strane karakteristika tih gospodarstva je niska proizvodnja, pa ako se indeks zagađenja izrazi kao količina otpada po jedinici proizvoda, tada se i o tim farmama može govoriti kao o zagađivačima okoline.

Velike farme uglavnom imaju izgrađene lagune, čiji je kapacitet dovoljan za 6-7 mjeseci skladištenja. Samo na dvije farme odvaja se kruta faza od tekuće. Ovakve lagune uglavnom se nalaze na većim mliječnim farmama, te farmama za tov junadi i svinja. Mliječne farme raspolažu s dovoljno zemlje tako da proizvedeni gnoj koriste za gnojidbu. Hrvatska ima samo 20 takvih velikih mliječnih farmi, od kojih sve imaju relativno dobar menadžment otpada (zatvoren ciklus), pa one nisu nikakav problem u smislu zaštite okoline. Slično je i s velikim farmama za tov junadi. Kako Hrvatska raspolaže s oko 1.500.000 ha pašnjaka koji se ne koriste, strategija razvoja poljoprivrede predlaže njihovo korištenje primarno za proizvodnju mesa (goveđeg i ovčjeg). Tako u budućnosti možemo očekivati jaču introdukciju mesnih pasmina u Hrvatsku (sada imamo svega nekoliko stotina krava mesnih pasmina). Menadžment tih budućih farmi mesnih goveda predviđa održivo korištenje pašnjaka i na nekim lokacijama (Lika, Gorski kotar) organsku proizvodnju. Iako gnoj čini relativno mali udio u emisiji metana dobrim menadžmentom može se znatno smanjiti ispuštanje štetnih plinova. To pogotovo vrijedi za gnoj s velikih svinjogojskih i peradarskih farmi, koje imaju dobru manipulaciju i skladištenje gnoja, ali nemaju dovoljno zemlje za optimalno korištenje gnoja. Na tim farmama može uz manja ulaganja postaviti postrojenje za anaerobnu fermentaciju za proizvodnju bioplina.

### 5.2.3.5. Šumarstvo

#### *Mjere za povećanje vezivanja ugljika u šumskoj biomasi*

U uvjetima koji vladaju u hrvatskom šumarstvu s obzirom na stanišne i strukturne uvjete šuma, način gospodarenja i šumarsku politiku, povećanje zaliha ugljika u postojećim šumama može se postići na ove načine:

- a) **Pošumljavanje produktivnog neobraslog šumskog tla**
- b) **Povećavanje površine šuma koja će se njegovati proredom**
- c) **Uključivanje kompletnog drugog dobnog razreda (sve šume u dobi od 20-40 godina) u proredne zahvate**

**d) Sadnja pionirskih vrsta drveća (alepski bor, crni bor) na površini degradiranih šuma (garig i šibljak)**

**e) Povećanje učinkovitosti uporabe drva i povećanje iskorištavanja drva.**

Zaštita i očuvanje šuma je u hrvatskom šumarstvu na vrlo visokom stupnju. Samo zakonom zaštićenih šuma u različitim stupnjevima zaštite u Hrvatskoj se nalazi 544197 ha ili 26 posto od ukupne površine šuma (Matić, 1999.). Privatne šume u Hrvatskoj, koje zauzimaju površinu od 19 posto ukupne površine šuma, nalaze se u vrlo lošem stanju, prije svega zbog usitnjenosti posjeda (0.7 ha po vlasniku) i male drvene zalihe po ha ( $82 \text{ m}^3/\text{ha}$ ). Unapređenje i podizanje kvalitete tih šuma u današnjim gospodarskim i vlasničkim uvjetima nije moguća, što znači da danas nije moguće postići povećanje zalihe ugljika u njima.

**Pošumljavanje produktivnog neobraslog šumskog tla** Da bi se povećale površine pod šumom nužno je obavljati pošumljavanje kao mjeru proširene biološke reprodukcije šuma. U Hrvatskoj postoji 331.000 ha produktivnog neobraslog šumskog tla. Na 30 posto površine navedenog zemljišta mogu se osnovati energetske šume s ophodnjom od 5 godina uz očekivani prirast od  $12\text{-}15 \text{ m}^3/\text{ha}$  što na 100.000 ha površine iznosi 1,3 mil.  $\text{m}^3$  godišnjeg prirasta. Na preostalim 231.000 ha slobodne površine sadile bi se pionirske vrste drveća crnogorice i bjelogorice (borovi, breze, crna joha, topole, vrbe, poljski jasen i dr.). Očekivani prirast ovako podignutih kultura iznosi u prosjeku  $8\text{-}10 \text{ m}^3/\text{ha}$  odnosno na cijeloj površini 2,1 mil.  $\text{m}^3$  godišnjeg prirasta. Navedena pošumljavanja bi se izvela do 2020 godine.

**Povećavanje površine šuma koja će se njegovati proredom** Povećavanjem površine šuma koje će se njegovati proredom tako da se od današnjih 1,69 mil.  $\text{m}^3$  drvene mase koja se dobiva putem prethodnog prihoda ili proredom u narednom razdoblju dobije 2,2 mil.  $\text{m}^3$ , koliko danas iznosi i glavni prihod. Na taj bi se način povećala kakvoća, biološka raznolikost, stabilnost i produktivnost prorjeđivanih šuma, što bi imalo značajan utjecaj na povećanje zaliha ugljika u postojećim šumama.

**Uključivanje kompletnog drugog dobnog razreda u proredne zahvate** Uključivanjem kompletnog drugog dobnog razreda u proredne zahvate obavila bi se njega proredom na površini od 225.000 ha u sastojinama s drvnom zalihom od 19,97 mil.  $\text{m}^3$  i prirastom od 1,77 mil.  $\text{m}^3$  te bi se proredom posjeklo oko 400.000  $\text{m}^3$  godišnje. Na taj bi se način povećala zaliha ugljika u šumama kako u drveću, prizemnom rašću tako i u šumskom tlu.

**Sadnja pionirskih vrsta drveća na površini degradiranih šuma** Sadnjom pionirskih vrsta drveća (alepski bor, crni bor) na površini degradiranih šuma (garig i šibljak), što bi rezultiralo povećanjem površine visokih šuma za 20.000 ha. U razdoblju do 2020. godine to bi rezultiralo povećanjem drvene zalihe za 1,5 mil.  $\text{m}^3$  a time i odgovarajuće povećanje zaliha ugljika u tim šumama.

**Povećanje učinkovitosti uporabe drva i povećanje iskorištavanja** Kad je riječ o povećanju učinkovitosti uporabe drva i povećanju iskorištavanja drva važno je napomenuti da se danas u sastojinama zrelih za sječu iskoristi 60 do 70 posto a u mladim oko 50 posto biomase. Uz to se proizvodi prostorno ogrjevno drvo u današnjim uvjetima oko 850.000  $\text{m}^3$ . Predviđa se da će se do 2020. godine proizvodnja prostornog drva povećati na 1,2 mil.  $\text{m}^3$ . Sve je veća potreba za drvom za energiju kojeg možemo dobiti podizanjem šuma s kratkim ophodnjama. Uz to je nužno povećati uporabu sitne granjevine (drvo ispod 7 cm promje-



ra na tanjem kraju) iz redovitih sječa. Od ukupne biomase stabala 20 do 25 posto ostaje u šumi u vidu sitne granjevine s lišćem odnosno iglicama te vrhovima (Sever et al., 1996.). Količina se mijenja ovisno o vrsti drveća, dobi i visini. U bukovim zrelijima sastojinama računa se sa 14 posto sitne granjevine u odnosu na krupno drvo, hrastovim 7 posto i jelovim 18 posto. Kod mlađih sastojina i manjih dimenzija stabala, udio sitne granjevine je znatno veći. Kod prosječnih vrijednosti sitne granjevine od 20 posto u odnosu na krupno drvo u razdoblju do 2020. godine može se očekivati oko 880.000 m<sup>3</sup> granjevine koja ostaje na sječini, a može se uključiti u proizvodnju (Sever et al., 1996.).

Druga mogućnost rasta udjela drva za energiju je iskorištavanje otpada pri sječi i izradi stabala te kod primarne obrade drva. Prosječno se za svaku sastojinu i vrstu drveća pri sječi i izradi te privlačenju može računati s nešto više od 20 posto otpada. Kod primarne obrade drva (pilane) može se računati prosječno sa 30 posto otpada drva izrađenog i prenesenog iz šume na obradna mjesta. Otpad pri iskorištavanju šuma donosi 1,1 mil. m<sup>3</sup>, a pri mehaničkoj obradi drva daljnih 600.000 m<sup>3</sup> drva za energiju.

Povećanom efikasnošću uporabe drva i intenzivnijim eksploatacijskim zahvatima može se godišnje do 2020. godine proizvesti drva za energiju i to: prostornog drva za energiju 1,2 mil. m<sup>3</sup>, sitne granjevine u šumi 880.000 m<sup>3</sup>, otpada pri sječi i izradi 1,1 mil. m<sup>3</sup> i otpada pri primarnoj obradi (u pilanama) 600.000 m<sup>3</sup>. Ukupna proračunska količina biomase raspoložive kao energenta iznosi 3,78 mil. m<sup>3</sup>.

Zamjena fosilnih goriva drvom ovisi o proizvodnji drva za energiju u šumama. Prema postojećim podacima 25 posto etata u državnim šumama Hrvatske se odnosi na prostorno drvo za energiju, a 12 posto se odnosi na prostorno drvo za industriju. Prosječno po stanovniku Hrvatske potrošeno je 0.18 m<sup>3</sup> ogrjevnog drva.

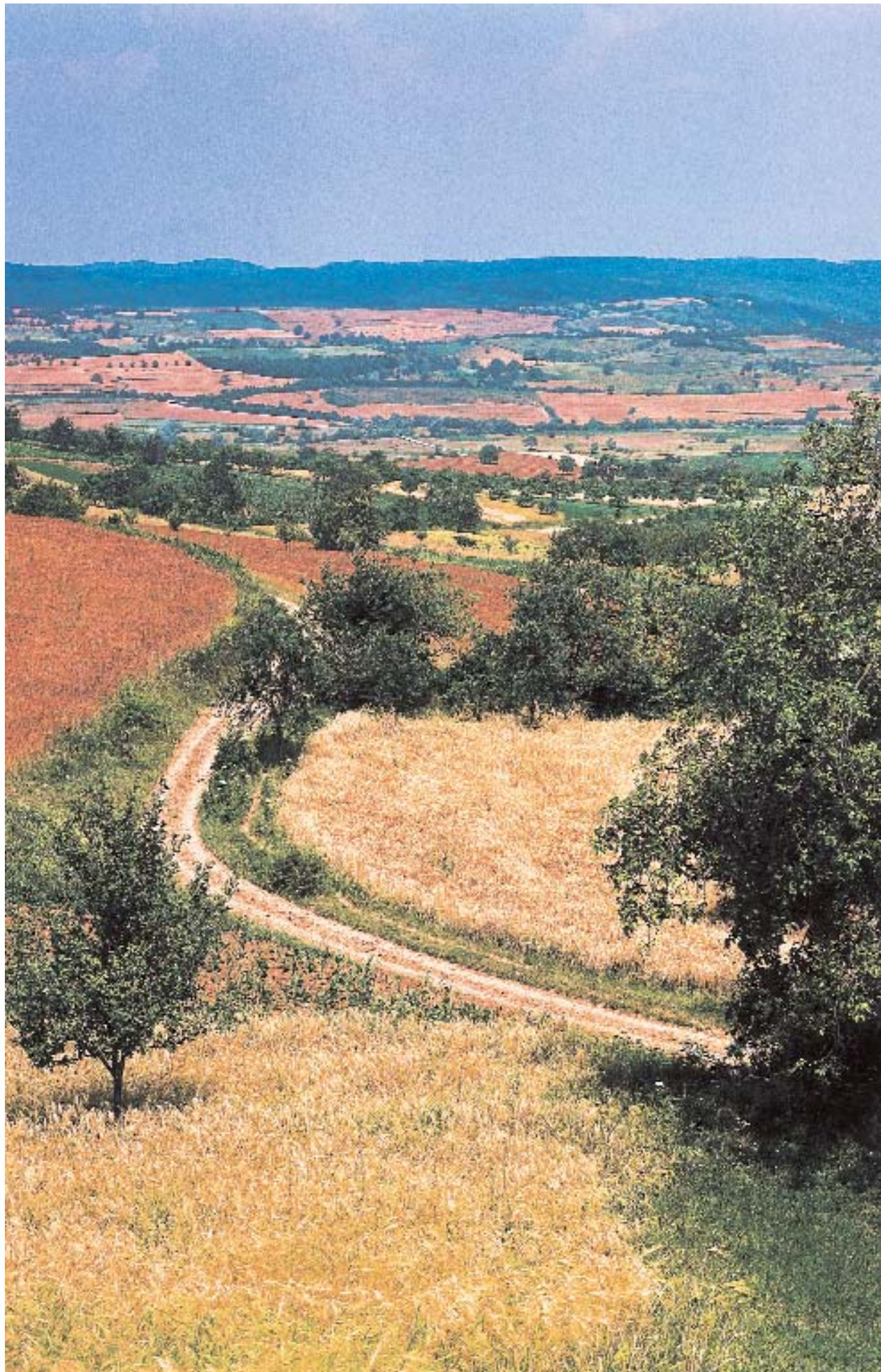
Prema procjeni FAO-a, u nerazvijenim zemljama po stanovniku godišnje se troši 0,45 m<sup>3</sup> a u razvijenim svega 0,13 m<sup>3</sup> (Sever et al., 1996.). Procjena je da se u Hrvatskoj troši 0,30 do 0,35 m<sup>3</sup> ogrjevnog drva po stanovniku, te bi stvarna proizvodnja ogrjevnog drva iznosila od 1,43 do 1,67 mil. m<sup>3</sup>. Razlike se namiruju iz privatnih šuma, koje su lošije kakvoće, te imaju veći postotak ogrjevnog nego tehničkog drva.

Za razdoblje do 2020. godine pretpostavlja se da će ostvareni sječivi etat iznositi 4,4 mil. m<sup>3</sup> krupnog drva godišnje. Od te će količine 60 posto otpadati na tehničko oblo drvo, a oko 40 posto na prostorno drvo. Očekuje se oko 1,2 mil. m<sup>3</sup> ogrjevnog i oko 0,5 mil. m<sup>3</sup> industrijskog drva.

Proizvedeno ogrjevno drvo uz biomasu dobivenu za energiju iz različitih faza sječa i obrade drva, bit će značajna zamjena fosilnih goriva drvetom.

Prikaz smanjenja emisije koje se ostvaruje korištenjem drvne biomase u energetske svrhe prikazan je u tablici 5-5., u poglavlju Energetika.





Slavonija

# 6.

## Učinci mjera i projekcija emisije stakleničkih plinova

- 6.1. Uvod — 147
- 6.2. Energetika — 148
  - 6.2.1. Elektroenergetski sektor — 151
  - 6.2.2. Industrija — 152
  - 6.2.3. Promet — 153
  - 6.2.4. Uslužni sektor — 153
  - 6.2.5. Kućanstva — 154
  - 6.2.6. Projekcije emisije stakleničkih plinova u energetici - rekapitulacija — 154
- 6.3. Industrijski procesi — 156
- 6.4. Gospodarenje otpadom — 157
- 6.5. Projekcije emisije stakleničkih plinova u poljoprivredi — 158
- 6.6. Projekcije stakleničkih plinova u šumarstvu - vezivanje ugljika — 160
- 6.7. Sumarni prikaz scenarija — 161





# Učinci mjera i projekcija emisije stakleničkih plinova

## 6.1. Uvod

Prikaz učinaka pojedinih mjera u odnosu na referentna rješenja dan je u poglavlju 5., gdje su prikazane i varijante referentnih scenarija. Ovdje se daje rekapitulacija i prikaz ukupnih emisija za referentni i scenarij ublaženja koji čine kombinacije različitih mjera i sektorskih scenarija. Prikazani rezultati predstavljaju sažetke tematskih studija koje napravljene za sektor energetike, poljoprivrede, gospodarenja otpadom i industrijske izvore.

Osnovne značajke promatrana dva temeljna scenarija su:

- **Scenarij 01** - *referentni scenarij* - se temelji na pretpostavci usporenog uključivanja novih tehnologija u gospodarstvo te nedostatnoj aktivnosti države u reformi i restrukturiranju energetskog i ostalih sektora. To znači manju skrb države za institucijsku i organizacijsku reformu, izostanak potpore energetskej efikasnosti i obnovljivim izvorima energije, promjenama u industriji, poljoprivredi, šumarstvu i zaštiti okoliša općenito. Scenarij 01 nije potpuno “zamrznuto” stanje i nastavak po današnjoj praksi, on uključuje određena tehnološka poboljšanja koja bi se dogodila neovisno o potrebama klimatskog programa. Tako se recimo u prometu predviđa smanjenje potrošnje goriva, kao posljedica tehnološkog napretka. Isto tako predviđa se i određeni udio geotermalne energije i svih vrsta obnovljivih izvora energije. Scenarij 01 preuzet je scenarij S-421 iz Nacrta energetske strategije Hrvatske (Granić i drugi, 1998.).
- **Scenarij M1** - *scenarij ublaženja* - polazi od pretpostavke da će pitanje klimatskih promjena i koncept održivog razvitka osjetno djelovati na preusmjeravanje sveukupne industrije i cijelog gospodarstva u Hrvatskoj. Pritom se očekuje da bi se osjetni efekti promjena mogli ostvariti u razdoblju nakon 2010. godine. Ovaj scenarij je kombinacija mjera opisanih u poglavlju 5., s tim što su u slučajevima sa dvije ili više mjera za smanjenje emisije odabrane one s najvećim potencijalom smanjenja emisije. Opis uključenih mjera u scenariju M1 daje se u nastavku. Treba naglasiti kako se scenarij M1 osim mjera za smanjenje stakleničkih plinova razlikuje u energetskim potrebama u odnosu na referentni scenarij.

Analiza dugoročnog društvenog i gospodarskog razvitka Republike Hrvatske polazi od sljedećih pretpostavki:

- da će se pronaći stabilno političko rješenje u regiji i
- da je strateški cilj Hrvatske uključivanje u Europsku uniju.

Rezultat analize je ocjena da će u razdoblju od 1994. do 2025. godine domaći proizvod rasti s prosječnom stopom od oko 5 posto. Predviđeni porast za Hrvatsku bi 2020. godine značio 3,2 puta veći BDP nego 1995. godine. Izraženo u USD/stanovniku, to bi značilo rast od 3873 na 12464 USD/stanovniku. Što znači da bi Hrvatska u 2020. godini imala BDP na razini današnjeg stanja u Grčkoj i Portugalu, ali bitno manje od prosjeka Europske unije. U strukturi domaćeg proizvoda, usluge bi još povećale svoju zastupljenost sa 61 na 66 posto, sekundarni sektor bi ostao na 25 posto, a poljoprivreda bi smanjila svoju zastupljenost sa 14 na 9 posto.

Četiri godine za redom, od 1991. do 1994. godine, u Republici Hrvatskoj se bilježi negativan trend prirasta stanovništva. Pad broja stanovnika dijelom je posljedica agresije na Hrvatsku, ali je ponajprije plod dugotrajnih nepovoljnih demografskih kretanja. Nakon smirivanja političke situacije i demokratizacije društva, očekuje se ponovni lagani porast broja stanovnika. U 2020. godini se očekuje 4,86 milijuna stanovnika, što je za oko 200.000 stanovnika više u odnosu na 1995. godinu, odnosno oko 2 posto više od broja stanovnika po posljednjem popisu 1991. godine (tablica 6-1.).

Tablica 6-1.: Trend promjene BDP-a i broja stanovnika u RH

	1990.	1995.	2005.	2010.	2015.	2020.
BDP (USD/stanovnik)	5106	3873	6250	7971	10056	12664
Stanovnici (milijuna)	4778	4669	4820	4833	4846	4860

## 6.2. Energetika

Dinamika, kao i sve strukturne karakteristike razvitka energetskog sektora ovise o velikom broju utjecajnih faktora, od kojih su najvažniji:

- gospodarski razvitak,
- reforma energetskog sektora i mjere države,
- razvitak međunarodnog tržišta energije i međunarodni utjecaji,
- razvitak tehnologije i
- globalna ograničenja u zaštiti okoliša.

Svaki od ovih čimbenika ima svoju dimenziju utjecaja, a posljedice će biti različite razine potrošnje energije i različite strukture proizvodnje energije. Kako bi se obuhvatile i prezentirale posljedice utjecaja pojedinih faktora obrađeno je više scenarija razvitka energetskog sektora, a za potrebe ove analize detaljnije je prikazan referentni scenarij razvoja energetskog sektora - *referentni*, na koji su nadograđivane mjere za smanjenje emisije stakleničkih plinova (*scenarij ublaženja*).

Povijesni podaci i projekcija razvoja energetskog sektora za referentni scenarij razvoja energetike - *business-as-usual*, prikazani su pomoću nekoliko energetskih pokazatelja:

- neposredna potrošnja energije kod konačnih potrošača po energentima,

- neposredna potrošnja energije po karakterističnim skupinama potrošnje,
- struktura energenata za proizvodnju električne energije,
- udio domaće proizvodnje i uvoza energije,
- pri čemu se energetske pokazatelji odnose na teritorij Republike Hrvatske.

Analiza je provedena uz očekivani porast neposredne potrošnje energije po prosječnoj stopi od 3 posto. Potrošnja će rasti po svim energentima, ali ne podjednako, što će izazvati određene promjene u strukturi energenata (tablica 6-2.).

Tablica 6-2.: Struktura energenata u neposrednoj potrošnji za referentni scenarij nateritoriju RH, PJ

	Povijesni		Projekcije				
	1990.	1995.	2000.	2005.	2010.	2015.	2020.
Para i vrela voda	31,9	23,5	27,5	34,3	41,1	47,4	53,6
Električna energija	47,8	35,7	47,3	60,3	73,3	85,3	97,2
Plinovita goriva	30,8	28,8	41,8	56,4	70,9	79,9	88,9
Tekuća goriva	111,5	83,8	102,6	118,0	133,2	150,1	166,9
Obnovljivi izvori	19,1	11,1	18,6	21,8	25,0	28,7	32,4
Ugljen	16,7	3,0	4	4,1	4,2	4,2	4,2
<b>Ukupno</b>	<b>257,8</b>	<b>185,9</b>	<b>241,7</b>	<b>294,8</b>	<b>347,7</b>	<b>395,5</b>	<b>443,2</b>

Para i vrela voda zadržat će se na gotovo istoj razini, oko 12 posto ukupne neposredne potrošnje energije. Udio električne energije će postupno rasti zbog porasta potrošnje električne energije za netoplinske potrebe. Potrošnja plinovitih goriva će rasti i zatim se stabilizirati na oko 20 posto. Udjeli tekućeg goriva i slabo zastupljenog ugljena se smanjuju. Obnovljivi izvori će nešto porasti, te se zadržati na razini od oko 7 posto.

U strukturi potrošnje energije u pojedinim sektorima neće doći do značajnijih promjena, jer su se najznačajnije strukturne promjene već dogodile. Industrija s intenzivnom potrošnjom energije je značajno reducirala svoju gospodarsku aktivnost, pa se u budućnosti mogu očekivati tehnološka unapređenja, ali bez povećanja potrošnje kod energetske intenzivnih potrošača. Udio potrošnje energije u prometu će porasti do razine od 28 posto u 2020. godini, dok će udio potrošnje u kućanstvima opasti, nakon 2010. godine na razinu ispod 30 posto. U graditeljstvu, poljoprivredi i uslugama se očekuje lagani porast udjela u energetske potrošnji (tablica 6-3.).

Tablica 6-3.: Struktura neposredne potrošnje po sektorima za referentni scenarij, PJ

	Povijesni		Projekcije				
	1990.	1995.	2000.	2005.	2010.	2015.	2020.
Graditeljstvo	5,9	3,0	4,7	6,6	8,4	11,0	13,5
Poljoprivreda	14,5	8,3	9,7	11,6	13,4	14,7	16
Usluge	18,1	18,1	24,8	31,4	38	43,6	49,1
Kućanstva	66,8	58,6	78,4	92,4	106,4	116,2	125,9
Ostali potrošači	2,3						
Promet	61,2	50,6	65,7	79,5	93,3	109,4	125,5
Industrija	88,9	47,2	58,4	73,3	88,2	100,7	113,2
<b>Ukupno</b>	<b>257,8</b>	<b>185,9</b>	<b>241,7</b>	<b>294,8</b>	<b>347,7</b>	<b>395,5</b>	<b>443,2</b>

Proizvodnja električne energije će se u većem dijelu ostvarivati na razini javne mreže, koja je danas u okviru HEP-a, a manjim dijelom u decentraliziranim proizvodnim objektima, tj. kogeneraciji, u obnovljivim izvorima i kod malih potrošača.

U strukturi proizvodnje električne energije na razini javne mreže doći će do značajnih promjena. Unatoč predviđenoj izgradnji 6 novih hidroelektrana, smanjit će se udio hidroelektrana u proizvodnji sa 65 posto u 1995. na 31 posto u 2020. godini. Izlaskom iz pogona termoelektrana na lož ulje nakon 2015. godine, lož ulje se ne bi više koristilo u proizvodnji električne energije. Nove potrebe te zamjena mazuta po referentnom scenariju bi se zadovoljile iz termoelektrana na plin i ugljen (tablica 6-4.).

Tablica 6-4.: Struktura potrošnje fosilnih goriva za potrebe elektroenergetike na području Republike Hrvatske, prema referentnom scenariju, PJ

	Povijesni		Projekcije				
	1990.	1995.	2000.	2005.	2010.	2015.	2020.
Loživo ulje	27,7	27,7	32,9	31,1	19,8	5,8	0,0
Prirodni plin	17,6	7,4	10,3	23,6	26,9	47,6	47,8
Ugljen	6,4	2,4	21,0	20,7	41,0	41,1	60,9
<b>Ukupno</b>	<b>51,7</b>	<b>37,5</b>	<b>64,2</b>	<b>75,4</b>	<b>87,7</b>	<b>94,5</b>	<b>108,7</b>

Ovakav scenarij razvoja elektroenergetskog sektora prije svega vodi računa o diverzifikaciji i sigurnosti elektroenergetskog sustava. U razdoblju do 2010. godine za proizvodnju električne energije prednost je dana plinu, jer je ekonomski povoljniji od ugljena, a bez sumnje je povoljniji u ekološkom te u smislu prihvatljivosti lokacije. Opcija termoelektrane na ugljen bi došla u obzir tek oko 2010. godine, kada se zbog izlaska iz pogona nekih od postojećih TE na mazut, pokazuje potreba za TE na ugljen snage oko 500 MW.

U dosadašnjem razvitku energetskega sektora većim dijelom su se koristili domaći izvori energije. U 1995. godini udio domaćih izvora je bio više od 60 posto. U referentnom scenariju je pretpostavljeno povećanje udjela uvozne energije i na kraju promatranog razdoblja oko 75 posto potreba za energijom bi se uvozilo (tablica 6-5.).

Tablica 6-5.: Odnos energije iz uvoza i domaćih izvora za referentni scenarij, %

	Povijesni		Projekcije		
	1990.	1995.	2000.	2010.	2020.
Uvozna energija	40,1	36,1	49,5	66,0	74,2
Domaća energija	59,9	63,9	50,5	34,0	25,8

Prema referentnom scenariju se očekuje da će se oko 7 posto potreba za energijom osigurati iz obnovljivih izvora. To se odnosi u prvom redu na dva tradicionalna izvora koja su se i do sada znatno koristila: hidroenergija i biomasa (drvo za grijanje). U 2020. godini očekuje se još i korištenje geotermalne energije, energije vjetra, solarne energije i biogoriva.



## 6.2.1. Elektroenergetski sektor

Za dugoročno predviđanje potrošnje električne energije korišten je normativni end-use model MEDEE koji se u Hrvatskoj primjenjuje već više od petnaest godina, a temelji se na scenarijima razvitka društveno-ekonomskih odrednica potrošnje i daje odraz potrošnje ukupne energije i posebno električne energije.

Na temelju analize potreba po svim sektorima potrošnje električne energije, došlo se do **referentnog scenarija potrošnje**. Očekivana potrošnja električne energije do 2020. godine prikazana je u tablici 6-6.

Tablica 6-6.: Razvoj potrošnje električne energije do 2020. godine

Godina	Električna energija TWh	Max. opterećenje MW	Godina	Električna energija TWh	Max. opterećenje MW
1999.	14,3	2623	2010	20,4	3553
2000.	15,0	2743	2011	20,9	3622
2001.	15,6	2841	2012	21,4	3691
2002.	16,1	2923	2013	21,9	3759
2003.	16,7	3006	2014	22,5	3828
2004.	17,2	3088	2015	23,0	3897
2005.	17,7	3171	2016	23,4	3942
2006.	18,3	3247	2017	23,9	3987
2007.	18,8	3324	2018	24,3	4032
2008.	19,3	3400	2019	24,8	4077
2009.	19,8	3477	2020	25,2	4122

Prema ovom referentnom scenariju, potrošnja električne energije će rasti prosječno godišnje 2,7 posto. To znači da bi potrošnja električne energije po stanovniku sa 3000 kWh u 1999. godini narasla na oko 5200 kWh u 2020. godini, što je niže od razine koju razvijene zemlje zapadne Europe imaju danas.

U 2020. godini očekuje se manjak od oko 11 TWh u odnosu na današnje stanje elektroenergetskog potencijala Hrvatske. Uz očekivanu dinamiku izlazaka iz pogona postojećih termoeenergetskih postrojenja stvarni manjak u proizvodnji bi bio viši od 15 TWh.

Hrvatska Elektroprivreda ima 4583 MW<sub>e</sub> instaliranih kapaciteta za proizvodnju električne energije u objektima u i izvan Hrvatske, ali od toga 33 posto, tj. 1525 MW<sub>e</sub> su termoeenergetski objekti u Hrvatskoj. Hrvatska trenutno raspolaze sa 30 hidroelektrana ukupne snage oko 2076 MW<sub>e</sub> (46 posto) i prosječno moguće proizvodnje od oko 6200 GWh. Procjena je kako će sve hidroelektrane biti u pogonu barem do kraja promatranog razdoblja. Preostali kapaciteti (21 posto) su instalirani izvan Hrvatske, 650 MW u termoelektranama na ugljen u BiH i Srbiji i 332 MW u NE Krško u Sloveniji.

Od postojećih termoelektrana dobar dio njih je stariji od 20 godina. Za sada ne postoji neki određeni plan revitalizacije pa se na temelju trenutnih spoznaja može pretpostaviti da će gotovo sve postojeće termoelektrane u planskom razdoblju do 2020. godine izaći iz pogona.

**Elektrane kandidati** Hrvatska ne posjeduje primarne oblike energije u dovoljnim količinama te je veći dio primorana uvoziti. Stoga je jasno da je bilo koja opcija razvoja proizvodnog dijela elektroenergetskog sustava koja analizira termoelektrane ili nuklearne elektrane nužno vezana uz uvoz tih energenata. Iako se u Hrvatskoj trenutačno od električne energije proizvedene u termoelektranama najviše proizvede u onima loženim na tekuće gorivo, politika razvoja elektroenergetskog sustava je takva da se u budućnosti ne namjeravaju više graditi termoelektrane na tekuće gorivo. Elektrane kandidati za izgradnju su termoelektrane ložene prirodnim plinom i to jediničnih snaga 200 i 300 MW, termoelektrana na ugljen snage 500 MW te nuklearna elektrana snage 660 MW.

Hidroelektrane kandidati za izgradnju prikazane su u tablici 6-7.

Tablica 6-7.: Hidroelektrane kandidati

HE	Snaga MW	Proizvodnja GWh
Novo Virje	140	650
Podsused	44	215
Drenje	39	185
Lešće	40	94
Ombla	63	172
Kosinj	52	265
Ukupno	378	1581

## 6.2.2. Industrija

**Referentni scenarij** U referentnom scenariju razvoja industrije su predviđene određene strukturne promjene bruto domaćeg proizvoda industrije, koje bi se kretale u smjeru smanjivanja energetske intenzivnosti grana sa sadašnjih 30 na 25 posto u 2030. godini. Paralelno sa strukturnim promjenama bi se odvijala i supstitucija starih tehnologija novima, ali dosta usporenim tempom i ne s tehnologijama koje su na marginalno visokoj energetskej efikasnosti.

Unatoč očekivanoj intenzivnoj plinifikaciji u Republici Hrvatskoj u ovom je scenariju pretpostavljena relativno visoka penetracija električne energije u toplinske potrebe, dugoročno više od 10 posto. Ukupna potrošnja električne energije rasla bi brže od ostalih energenata, dok bi se udio energije za proizvodnju visoko-temperaturne topline smanjio s dosadašnjih 40 na oko 30 posto, a udio energenata za nisko-temperaturnu toplinu ostao na razini od oko 35 posto. Udio koksa bi se nastavio smanjivati i u budućnosti.

Proizvodnja visoko-temperaturne topline će se osigurati izgaranjem prirodnog plina, derivata nafte i ugljena. Pritom je kao posljedica plinifikacije pretpostavljen brži porast udjela plina dok će udio tekućih goriva blago padati prema koncu promatranog razdoblja. Očekuje se i blagi pad potrošnje ugljena za proizvodnju visoko-temperaturne topline.

**Scenarij ublaženja** U scenariju ublaženja se očekuje brža zamjena proizvodnog parka hrvatske industrije učinkovitijim tehnologijama, tako da bi dugoročno intenzivnost toplinske potrošnje bila dva puta manja nego danas, a inten-

zivnost potrošnje električne energije 20 posto manja. Također se očekuje izrazita penetracija obnovljivih izvora i kogeneracije čime bi se ostvarilo da dugoročno udio električne energije u toplinskim potrebama bude ispod 8 posto.

Razlika između finalnih oblika energije za zadovoljenje potreba za energijom u industriji u *referentnom* i *scenariju ublaženja* nastaje kao posljedica primjene mjera.

### 6.2.3. Promet

**Referentni scenarij** Za budućnost se u prometu očekuje određeni tehnički napredak ali i različita, odnosno promijenjena, struktura energenata u zadovoljenju ukupnog prometnog učina. Potrebe potrošača u prometu prema ovom scenariju najvećim dijelom će se zadovoljiti motornim gorivima koja bi u 2030. godini trebala sudjelovati s malo manje od 94 posto. Osnovni energenti su benzin s udjelom od skoro 48 posto, dizelsko gorivo sa 37 posto i mlazno gorivo s malo manje od 8 posto. Udio električne energije trebao bi iznositi 2,2 posto. U razdoblju nakon 2020. godine predviđa se postupno uključivanje biogoriva i vodika u opskrbu energijom prometnih potrošača. Uvođenje ovih goriva je u ovom scenariju umjereno tako da se u 2030. godini očekuje udio vodika od 1 posto i udio biogoriva od 3 posto.

**Scenarij ublaženja** U *scenariju ublaženja* promet doživljava značajne promjene. Pretpostavljeno je da bi se odgovarajućom prometnom politikom bitno promijenila struktura robnog prometa. Naime, tzv. kombiniranim bi se teretnim transportom povećao udio željezničkog prometa u odnosu na cestovni. U putničkom prometu bi u urbanim sredinama javni prijevoz bio više zastupljen, a također i u međugradskom. Struktura utrošenih energenata bi se također značajnije promijenila. Tako bi udio električne energije u ovom scenariju bio najviši, te bi iznosio 4,7 posto. Značajnije bi se smanjili udjeli motornih benzina i dizelskog goriva koji bi u 2030. godini iznosili 41,6 odnosno 31,7 posto. Potrošnja mlaznog goriva pretpostavljena je na istoj razini kao i u prethodnom scenariju.

Mjere za smanjenje emisije stakleničkih plinova, koje su analizirane u prometu, razlikuju se od onih analiziranih u ostalim sektorima potrošnje energije. Razlike se ponajprije odnose na načine kojima se te mjere ostvaruju. Tako se promjene strukture međugradskog i gradskog prometa mogu ostvariti nekim od administrativnih mjera s obzirom na to da u ovom slučaju isti učinak nije moguće postići tehničko-tehnološkim poboljšanjima. Mjere opisane za teretni promet, a jednim dijelom i putnički međugradski promet rezultat su velikih infrastrukturnih zahvata koje svojom veličinom znače kapitalne investicije u zemlji. Imajući sve to u vidu, nije bilo moguće odrediti marginalne troškove emisije stakleničkih plinova kako je to ocijenjeno za ostale mjere u ostalim sektorima potrošnje energije. Međutim, ono što je najvažnije je da je ocijenjen potencijal smanjenja potrošnje energije u prometu uz jednaku učinkovitost i jednaku razinu ostvarenja i putničkog i teretnog prometa.

### 6.2.4. Uslužni sektor

**Referentni scenarij** *Referentni scenarij* podrazumijeva vrlo polagano uključivanje novih tehnologija za korištenje obnovljivih izvora energije, tako da se na koncu promatranog razdoblja očekuje udio sunčeve energije od 5,4 posto i udio geotermalne energije od samo 0,7 posto. Također se očekuje da će i

toplina proizvedena u malim kogeneracijskim postrojenjima postupno rasti i doseći razinu od 3,6 posto u 2030. godini.

**Scenarij ublaženja** Za razliku od referentnog scenarija, u *scenariju ublaženja* se očekuje poboljšanje toplinske izolacije objekata uslužne djelatnosti te dugoročno smanjenje potražnje za toplinskom energijom. Zastupljenost obnovljivih izvora energije i kogeneracija bi bila također veća. Tako će sunčeva energija sudjelovati sa 13, a geotermalna energija sa 1,6 posto u 2030. godini, što je znatno više u odnosu na referentni scenarij. Također se očekuje još brža penetracija topline proizvedene u malim kogeneracijama (udio od 8 posto u 2030. godini) te daljinske topline (3,8 posto u 2030. godini). Zbog niže apsolutne razine potrošnje energije u odnosu na referentni scenarij, udio električne energije u finalnoj potrošnji energije u uslužnom sektoru bit će veći i iznositi će 62,5 posto u 2030. godini. Udio prirodnog plina će se smanjivati, a nakon 2010. godine se očekuje i apsolutan pad potrošnje plina. Predviđa se i brže smanjenje potrošnje tekućih goriva i ugljena u odnosu na referentni scenarij, tako da bi udio tekućih goriva na koncu planskog razdoblja bio oko 3 posto a udio ugljena gotovo zanemariv.

## 6.2.5. Kućanstva

**Referentni scenarij** Zbog povećanja standarda stanovništva očekuje se i povećanje potrošnje topline za grijanje stambenih prostora, za pripremu tople vode i određeno smanjenje potrošnje topline za pripremu hrane. Jednako tako se očekuje i povećanje potrošnje električne energije za netoplinke svrhe (zamrzivači, hladnjaci, perilice rublja i posuđa, audio-video oprema i ostalo).

Za zadovoljenje toplinskih potreba u ovom scenariju se predviđa umjereni pad korištenja ugljena, stagnacija u potrošnji tekućih goriva, vrlo polagan porast daljinske topline, tj. toplinske energije iz centraliziranog toplinskog sustava, ogrjevnog drveta te znatan porast potrošnje prirodnog plina. Također je predviđeno usporeno uključivanje novih tehnologija za iskorištavanje obnovljivih izvora energije. Tako bi na kraju razdoblja udio sunčeve energije iznosio 3,6 posto, jednako kao i udio topline proizvedene u malim kogeneracijama, dok bi udio toplinske energije iz područnih kotlovnica na biomasu iznosio 0,6 posto.

**Scenarij ublaženja** Usmjerenje i ustrojnost na državnoj razini omogućava poboljšanje toplinske izolacije do danas izgrađenih stanova u prosjeku za 30 posto u odnosu na današnje stanje. Izrazita je i zastupljenost sunčeve energije i biomase, što dovodi i do smanjenja potrošnje fosilnih goriva, odnosno do stagnacije potrošnje prirodnog plina na kraju razdoblja.

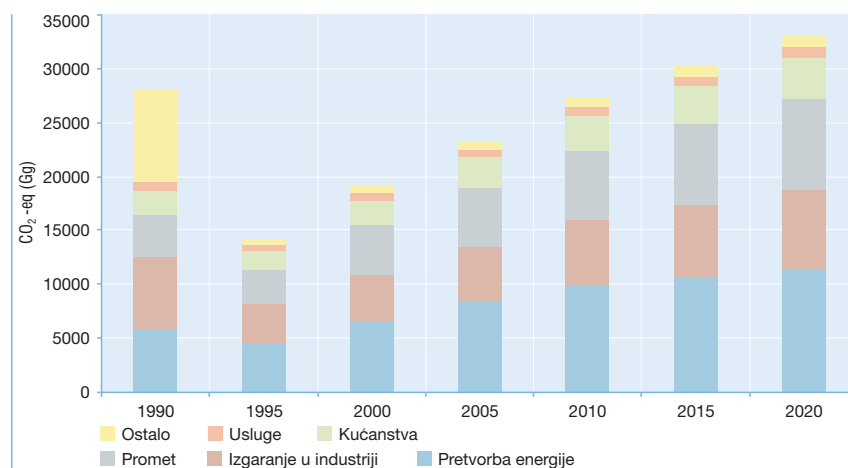
U odnosu na referentni scenarij se očekuje brže opadanje potrošnje ugljena i derivata nafte, sporiji porast potrošnje prirodnog plina te intenzivniji razvitak korištenja novih tehnologija (sunčevih kolektora, kotlovnica na biomasu, kotlovnica na sunce i topline proizvedene u malim kogeneracijama). Također se očekuje niža razina korištenja biomase u pojedinačnim pećima u odnosu na referentni scenarij.

## 6.2.6. Projekcija emisije stakleničkih plinova u energetici - rekapitulacija

**Scenarij 01 - referentni** Prema referentnom scenariju razvoja energetskog sektora procijenjena je neposredna energetska potrošnja te potrošnja energe-

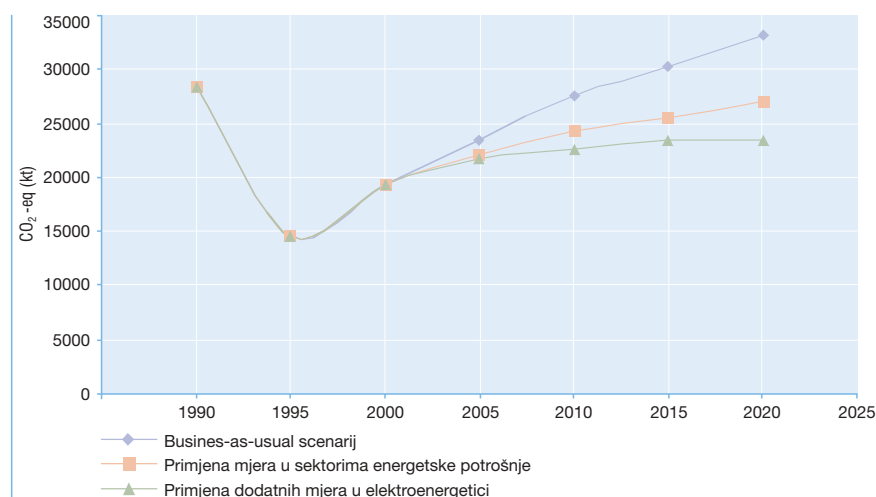
nata u elektroenergetskom sektoru, što je prikazano u prethodnim tablicama 6-2. do 6-5. Projekcije potrošnje fosilnih oblika energije, uz primjenu odgovarajućih faktora emisije preporučenih IPCC metodologijom, omogućile su određivanje emisije stakleničkih plinova. Očekuje se značajan porast emisije CO<sub>2</sub>. Najznačajniji porast se očekuje u elektroenergetskom sektoru, kao posljedica ulaska dvije termoelektrane na ugljen, te u prometu zbog trenda povećanja broja i mobilnosti motornih vozila.

Emisija stakleničkih plinova, svedena na ekvivalentnu emisiju CO<sub>2</sub>, za referentni scenarij razvoja energetike je prikazana na slici 6-1. Prema referentnom scenariju dolazi do dramatičnog porasta emisije CO<sub>2</sub>, odnosno emisija bi bila u 2010. godini čak 89 posto veća od emisije iz 1995. godine.



Slika 6-1.: Projekcija emisije stakleničkih plinova za referentni scenarij u energetici

**Scenarij M1 - ublaženje** Projekcije emisije stakleničkih plinova za referentni scenarij razvoja energetike i scenarij ublaženja M1 prikazane su na slici 6-2.



Slika 6-2.: Projekcija emisije stakleničkih plinova iz energetike

Scenarij ublaženja sa slike uključuje sve mjere u energetici koje su prikazane u tablici 5-5., poglavlja 5. Treba ponoviti da je procijenjeno moguće smanjenje više na optimističnoj strani te da će to biti moguće ostvariti uz idealno okruženje poticajnih faktora i očekivani socio-gospodarski razvoj Hrvatske uz značajnu međunarodnu potporu.

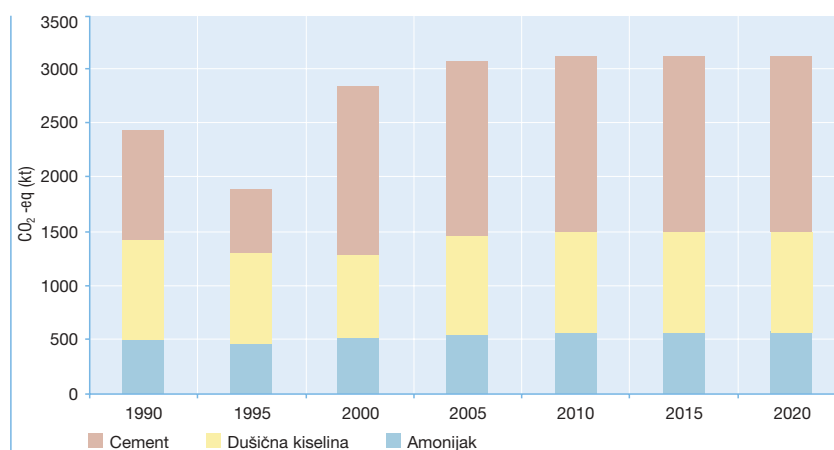
## 6.3. Industrijski procesi

U projekcijama emisije iz industrijskih procesa pretpostavljeno je da Hrvatska neće razvijati dodatne kapacitete energetske intenzivne industrije i da je razvoj zasnovan na usmjerenju ka sekundarnim i tercijalnim djelatnostima. S tim u svezi pretpostavljeno je da se neće obnavljati primarna proizvodnja aluminijske u Šibeniku i proizvodnja željeza u Sisku. Ovdje je promatran utjecaj industrijskih procesa koji imaju najveći udjel u emisije (oko 92 posto), a to su proizvodnja dušične kiseline (CO<sub>2</sub>), amonijaka (N<sub>2</sub>O) i cementa (CO<sub>2</sub>). Analizom nisu obuhvaćeni oni procesi koji su prestali s proizvodnjom i za koje ne postoje aktualni planovi o ponovnom pokretanju proizvodnje, te oni čiji je doprinos emisiji stakleničkih plinova zanemariv.

U proizvodnji dušične kiseline, amonijaka i cementa razmatrano je po nekoliko varijanti s obzirom na kapacitete proizvodnje, ovdje su za skupni prikaz korišteni referentni scenariji s najvećim proizvodnjama, koji pretpostavljaju vraćanje na razinu proizvodnje iz prijeratnih godina. S obzirom na raspoložive kapacitete ove industrije navedeno podrazumijeva značajan izvoz, što je vezano uz ostvarenu političku stabilnost u regiji.

U cementnoj industriji pretpostavljeno je u temeljnom scenariju, koji se ovdje koristi, da će sve tvornice cementa u Hrvatskoj u narednih nekoliko godina koristiti za gorivo ugljen i petrol-koks zbog ekonomski uvjetovanih razloga i očuvanja konkurentnosti, čime će se dovesti u ravnopravan položaj s najvećim dijelom ostalih proizvođača u svijetu. Referentni scenarij za cementnu industriju pretpostavlja također da će se zbog konkurentnosti povećati energetska učinkovitost i da će ona do 2010. biti na razini najboljih raspoloživih tehnologija (BAT) s potrošnjom 3,2 GJ/t. Prosječni maseni udio klinkera u cementu je pretpostavljen 0,75 u referentnim scenarijima.

Prikaz strukture emisije stakleničkih plinova po referentnom scenariju dan je na slici 6-3.

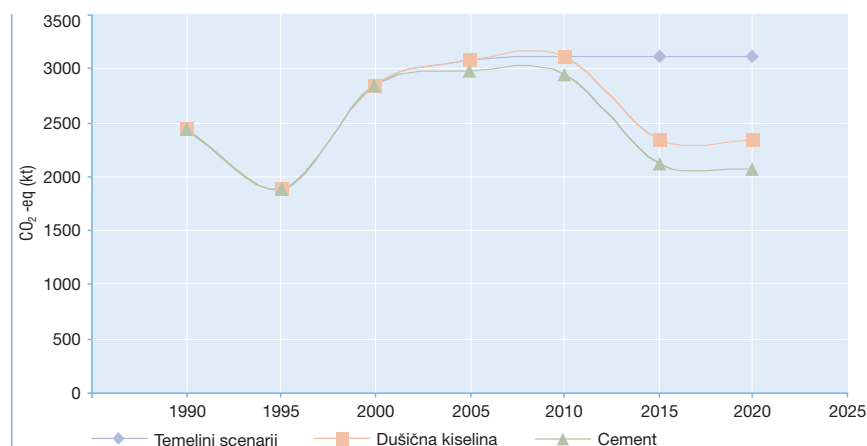


Slika 6-3.: Projekcija i struktura emisije referentnog scenarija proizvodnje dušične kiseline, amonijaka i cementa

Prikaz projekcije emisije po *scenariju ublaženja* koji uključuje ukupnu emisiju iz proizvodnje dušične kiseline, amonijaka i proizvodnje cementa, prikazan je na slici 6-4. U proizvodnji amonijaka ne postoje ekonomski prihvatljive tehnologije za smanjenje emisije CO<sub>2</sub>, u proizvodnji dušične kiseline efikasna mjera je ugradnja NSCR uređaja (Neselektivna katalitička redukcija) za smanjenje emisije N<sub>2</sub>O. U proizvodnji cementa prikazani doprinos smanjenju



emisije odnosi se na prelazak s ugljena i petrol-koksa na prirodni plin, spaljivanje otpada kao alternativnog goriva, i smanjenje emisije zbog promjena u tehnološkom procesu u ovom trenutku nije uzeto u obzir.



Slika 6-4.: Projekcije emisije iz industrijskih procesa (proizvodnja dušične kiseline, amonijaka i cementa)

## 6.4. Gospodarenje otpadom

### Referentni scenarij

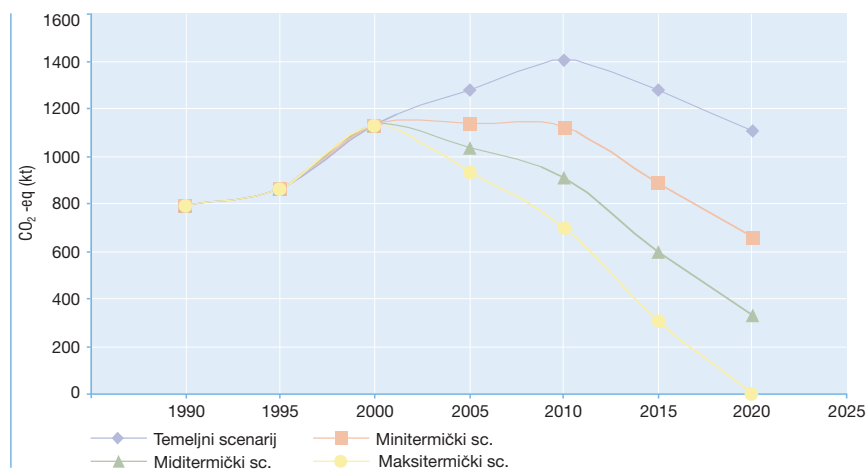
Temeljni scenariji razvoja gospodarenja otpadom prikazuju projekciju stanja prema današnjim važećim dokumentima i planovima, koji su u pravilu zasnovani na strategiji Vlade Republike Hrvatske iz 1992. godine. Osnovu takvog gospodarenja otpadom čini odlaganje otpada, koji preostane nakon provođenja ekonomski opravdanih i po okoliš prihvatljivih mjera izbjegavanja nastanka, odvojenog sakupljanja i recikliranja otpada, na uređena odlagališta.

U referentnim scenarijima pretpostavljen je stalni porast količina komunalnog i sličnog otpada zbog povećanja životnog standarda i porasta broja stanovnika, koji će se vremenom postupno smanjivati zbog djelovanja mjera izbjegavanja i recikliranja otpada. U proteklih deset godina, od 1990. do 2000. godine procjenjuje se da je prosječni godišnji rast otpada bio 2,7 posto/godišnje. Za razdoblje od 2001.-2010. procjenjuje se porast od 1,5 do 2,5 posto, a u razdoblju od 2011.-2020. od 1,0 do 2,0 posto. Po ovakvim stopama rasta godišnja proizvodnja otpada porast će sa 1 mil. tona u 1990. na oko 1,6 u 2010. i 2,0 ml. u 2020. godini. Navedeno je za slučaj “pesimističkog” scenarija koji predviđa minimalno izbjegavanje i recikliranje otpada, za “optimističan” scenarij količine će biti za oko 20 posto manje.

U 1990. godini nije bilo sakupljanja i spaljivanja deponijskog plina na odlagalištima u Republici Hrvatskoj. Do 2020. godine pretpostavlja se potpuna eliminacija neuređenih odlagališta, a sva uređena odlagališta trebala bi biti u skladu s Direktivom europske komisije 1999/31/EC o odlaganju otpada, koja, između ostalog, zahtijeva kontrolu, tj. smanjenje emisije metana iz odlagališta otpada. U skladu s tim procijenjen je udio metana koji nastaje u odlagalištima otpada, koji bi se mogao obrađivati spaljivanjem na baklji ili koristiti za proizvodnju energije. Pretpostavljeno je da će se do 2020. godine 80 posto otpada odlagati na odlagališta sa sustavima sakupljanja i spaljivanja deponijskog plina. Pretpostavlja se da sustavi otplinjavanja odlagališta mogu prosječno sakupiti 60 posto proizvedenog deponijskog plina, odnosno metana.

### Scenarij ublaženja

U *mitigation* scenarijima promatrane su tri varijante smanjenja emisije metana (minitermički, miditermički i maksitermički) koje se razlikuju po udjelu otpada koji će se termički obraditi u energanama na kruti otpad (Poglavlje 5., tablica 5-7.). Pretpostavlja se da će se metan koji nastaje pri odlaganju ostatnog otpada spaljivati na baklji. U sva tri *scenarija ublaženja* uključene su intenzivne mjere za izbjegavanja i recikliranja otpada. Prikaz projekcije emisije, po “optimističkom” referentnom scenariju i tri *scenarija ublaženja* dan je na slici 6-5.



Slika 6-5.: Scenariji smanjenja emisije stakleničkih plinova u sektoru gospodarenja otpadom

## 6.5. Projekcije emisije stakleničkih plinova u poljoprivredi

Projekcija je sačinjena na temelju sadašnjeg stanja poljoprivredne proizvodnje, te prijeratnih i poslijeratnih kretanja. Pretpostavljeno je zadržavanje sadašnjeg trenda porasta pučanstva (1 posto godišnje) i niža stopa porasta društvenog bruto proizvoda (2 posto nakon 2001. godine), te porast potrošnje poljoprivrednih proizvoda sukladno istraživanjima Instituta za ekonomiku poljoprivrede od 1986. do 1990. godine.

U prognozi potrošnje je korišten ekonometrijski model temeljen na projekciji dohotka potrošača (12.000 DEM po stanovniku), porasta sadašnjeg broja stanovnika/potrošača (4.400.000) po prosječnoj godišnjoj stopi od 2 posto, te poznatim koeficijentima dohodovne elastičnosti potrošnje pojedinih proizvoda na temelju dosadašnjih istraživanja Instituta za ekonomiku poljoprivrede pri Agronomskom fakultetu u Zagrebu. Prognoza ne uzima u obzir nenadane događaje koji mogu uzrokovati jače poremećaje ponude i potrošnje poljoprivrednih proizvoda. Pretpostavljeno je da će turistička potrošnja 2005. godine dostići razinu od 150 tisuća uvjetnih stanovnika, odnosno oko 55 milijuna noćenja stranih turista, te taj trend zadržati do kraja promatranog razdoblja.

U proizvodnji krmnog bilja, te dijela kukuruza i žitarica namijenjenih stočnoj hrani je potreba za stočnom hranom proračunata prema hranidbenim jedinicama. Uračunat je porast prinosa u biljnoj proizvodnji do 2020. godine prema 30 postotnom povećanju sadašnjih normativa u suvremenoj proizvodnji. Tehničko-tehnološki napredak u stočnoj proizvodnji je proračunat prema 10 postotnom povećanju sadašnjih normativa u prirastu goveda, svinja i peradi.

Proračun je sačinjen prema procjeni kako će od 56 do 85 posto obradivih površina u 2020. godini biti uključeno u intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju.

Pretpostavljeno je kako će domaća poljoprivredna proizvodnja u najboljem slučaju zadržati sadašnju razinu samodostatnosti, koja se mjeri odnosom domaće proizvodnje i količine raspoložive za ukupnu potrošnju. Prema sadašnjim kretanjima i očekivanim uvjetima u budućim međudržavnim gospodarskim integracijama Hrvatske, ne očekuje se značajniji porast izvoza. Izvjesno je da će uvozno-izvozne bilance poljoprivrednih proizvoda u razdoblju nakon 2010. godine biti relativno ujednačene, bez većih odstupanja. Strateški cilj domaće proizvodnje u razdoblju do 2010. godine je upravo povećanje samodostatnosti do navedenih vrijednosti, a zatim stabilno zadržavanje ili manje povećavanje ove razine.

### *Referentni scenarij*

Proizvodnja je usmjerena na zadovoljavanje niže razine potražnje koja će se postići u uvjetima sporijeg rasta kupovne moći i izrazito sporog razvitka poljoprivrede. Planiran je 25-38 posto manji tehnički napredak mjeren visinom prinosa u biljnoj proizvodnji. Za oko 30 posto je manja proizvodnost stočne proizvodnje mjerena prirastom žive vage. Proizvodnja mlijeka po grlu je relativno visoka, jer se pretpostavlja značajnije povećanje udjela većih farmi i bez dodatnog gospodarskog poticaja (prosjeak 2.672 kg/god. u 2020. godini). Očekivani trend broja stoke prikazan je u tablici 6-8.

Tablica 6-8.: Očekivani broj stoke po referentnom scenariju

	1997.	2005.	2010.	2020.
Krave i junice	299.904	373.520	455.159	446.502
Ukupno goveda	442.911	593.074	674.378	644.750
Krmače i nazimice	174.828	212.435	237.132	244.176
Ukupno svinje	1.165.521	1.417.736	1.583.381	1.629.838
Ukupno perad	9.958.673	12.370.651	12.852.142	13.339.548

### *Ekonomski učinkovit način*

U najboljem slučaju je planirano značajno okrupnjavanje posjeda poljoprivrednih proizvođača, primjena suvremene tehnologije na 70-85 posto obradivih površina i više od 50 posto sudjelovanja velikih farmi u stočnoj proizvodnji. Kako je navedeno predviđen je porast prinosa u biljnoj proizvodnji. U stočnoj proizvodnji se očekuje prosječni porast mliječnosti na oko 3.360 kg mlijeka godišnje s oko 55 posto muznih grla na većim farmama. Prosječno povećanje proizvodnosti u stočarskoj proizvodnji mjereno prirastom žive vage je oko 30 posto (proizvodnja svinjskog i goveđeg mesa, te jaja). Dobro organizirana proizvodnja bi pri takvoj strukturi mogla zadovoljiti maksimalnu domaću potražnju (uvećanu za turističku potrošnju).

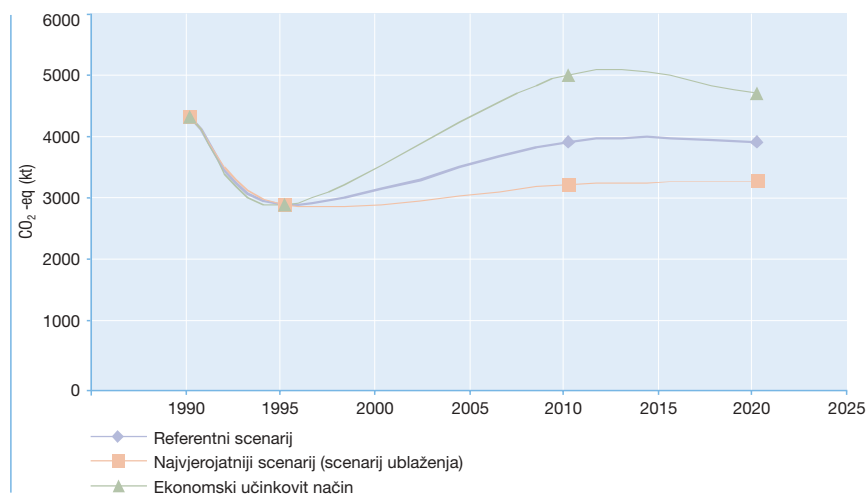
Svi veći poljoprivredni projekti (nasadi, farme, postrojenja) bit će izrazito ekološki usmjereni s velikim udjelom neškodljivog uklanjanja potencijalno štetnih tvari.

### *Najvjerojatniji scenarij (scenarij ublaženja)*

Najvjerojatniji razvitak poljoprivredne proizvodnje temelji se na 60-70 postotnom ispunjenju pretpostavki iz ekonomski učinkovitog slučaja. Proizvodnja je usmjerena na zadovoljavanje umjerene potražnje koja će se postići u uvjetima sporijeg rasta kupovne moći i srednje efikasnog razvitka poljoprivrede. Plani-

ran je 12-23 posto manji tehnički napredak mjeren visinom prinosa u biljnoj proizvodnji, proizvodnošću stočne proizvodnje mjerenom prirastom žive vage i proizvodnjom mlijeka po grlu (prosjek 2.704 kg/god. u 2020. godini).

Projekcija emisije stakleničkih plinova za referentni scenarij te najvjerojatniji i ekonomski scenarij prikazan je na slici 6-6.



Slika 6-6.: Projekcija emisije stakleničkih plinova iz poljoprivrede

## 6.6. Projekcije stakleničkih plinova u šumarstvu - vezivanje ugljika

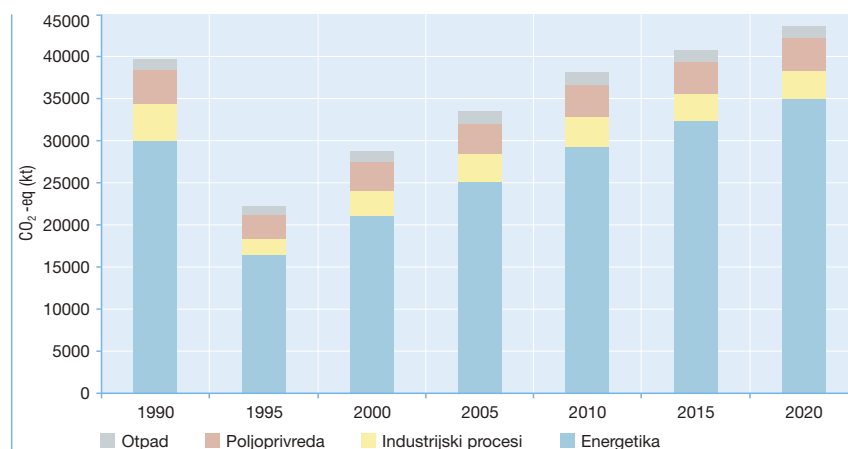
U šumarstvu referentnim scenarijem ne predviđaju se promjene u pogledu površina i strukture šume tako da je vezivanje ugljika na razini današnje 6,5 ml. tona CO<sub>2</sub> godišnje. Nizom mjera opisanim u poglavlju 5. moguće je ostvariti znatno povećanje zalihe ugljika u šumskoj biomasi pri čemu je najveći doprinos od pošumljavanja i boljeg iskorištenja biomase za energetske svrhe, odnosno korištenje otpadnog drva.

Sadnja šuma ima izrazite ekološke, gospodarske i sociološke vrijednosti pa je pitanje stakleničkih plinova samo još jedan od razloga za ovu mjeru. Činjenica je da se ovom mjerom ne postižu kratkoročni efekti i da je postupak utvrđivanja emisije i ponora stakleničkih plinova vrlo složen, ako se želi promatrati cjelokupni ciklus. To je i razlog što je i u okviru Konvencije ovo pitanje još predmet metodoloških analiza i rasprava. Hrvatska je u cilju što boljeg razumijevanja ovog problema, već niz godina uključena u međunarodni program IEA Bionergy - Task 38 "GHG Emission Balances of Bioenergy Systems".

U razdoblju do 2010. godine, iz područja Promjena zemljišta i šumarstvo (Land Use Change and Forestry), može se očekivati samo djelomični učinak obzirom na ograničenja propisana Kyoto protokolom (za Hrvatsku još nije određeno ograničenje). Ovdje se samo navodi da bi se mjerom pošumljavanja slobodnog šumskog zemljišta na površini od 331.000 ha, mogao povećati godišnji prirast za 3,4 mil. m<sup>3</sup>, što je povećanje ponora emisije za 39 posto ili za 2,2 mil. tona.

## 6.7. Sumarni prikaz scenarija

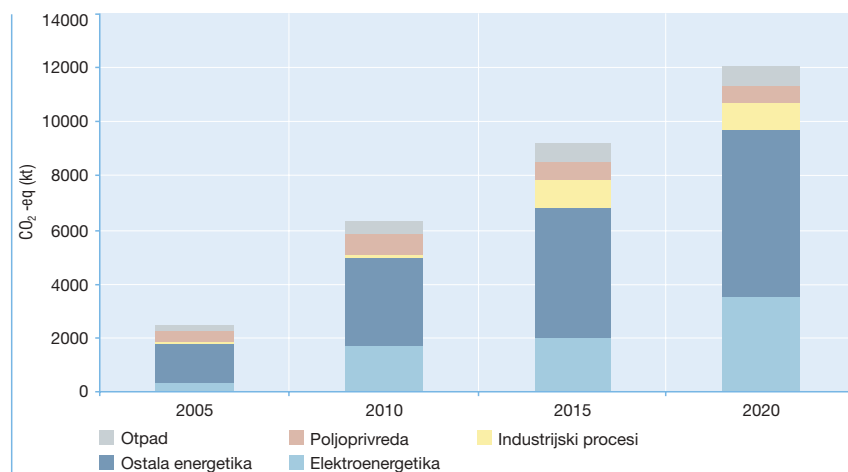
Prikaz ukupne emisije stakleničkih plinova prema *business-as-usual* scenariju, s doprinosom pojedinih sektora prikazan je na slici 6-7.



Slika 6-7.: Ukupna emisija stakleničkih plinova po referentnom scenariju

Neophodno je napomenuti da projekcija nije izrađena za pojedine podsektore, kao što su: fugitivna emisija iz goriva, neke manje značajne industrijske grane te emisija iz ljudskog sekreta. Njihov doprinos ukupnoj emisiji u 1995. godini iznosi oko 9 posto, a u projekciji referentnog scenarija pretpostavljena emisija iz tih podsektora na razini je emisije iz 1995. godine.

Ukupni potencijal smanjenja emisije stakleničkih plinova, po pojedinim sektorima, prikazan je na slici 6-8.

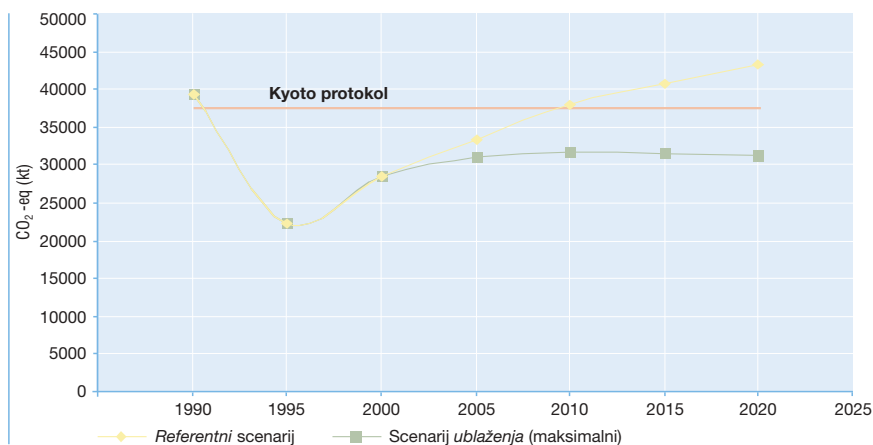


Slika 6-8.: Ukupni potencijal mjera za smanjenje emisije

Ukupne emisije *referentnog* i skupnog scenarija *ublaženja* prikazane su na slici 6-9. Skupni scenarij ublaženja sadrži mjere za smanjenje emisije pojedinih sektora, opisane u prethodnim poglavljima. S tim u vezi ovdje se navode neke napomene:

- u energetici promatra se skupno djelovanje svih mjera iz poglavlja 5. (nuklearna opcija nije uključena),
- potencijale mjera u energetici treba još dodatno istražiti, to se posebice odnosi na vjetar i biomasu,
- u poljoprivredi kao *scenarij ublaženja* uzet je najvjerojatniji scenarij,

- mjere šumarstva koje su značajne nisu uzete u obzir, jer se do prvog razdoblja obveze 2008.-2012. od ovih mjera ne mogu očekivati veliki efekti,
- scenariji se temelje na makroekonomskim projekcijama gospodarskog razvoja iz 1995. godine, koje su se pokazale ponešto preoptimističnim, međutim u ukupnosti razlika nije tolika da bi mijenjala zaključke u ovom trenutku,
- na slici 6-8. su prikazani potencijali mjera koje su do sada prepoznate i ocijenjene kao najznačajnije, postoje određeni potencijali u još neanaliziranim mjerama.



Slika 6-9.: Projekcije emisije stakleničkih plinova u Hrvatskoj

Slike 6-7. do 6-9. ukazuju da se primjenom dodatnih mjera u odnosu na referentni scenarij u Hrvatskoj može postići stabilizacija emisije stakleničkih plinova, na razini referentne godine i Kyoto cilja.

Treba istaknuti da se prikazani scenarij ublaženja sa slike 6-9. realno teško može postići, ili je to gotovo nemoguće u kratkoročnom razdoblju do 2012. godine, zbog čega je ovaj scenarij označen kao maksimalni. On podrazumijeva potpuno iskorištenje potencijala, u ovom trenutku određenih na temelju agregiranih podataka i analiza, pristupom koji obično daje vrlo optimistične vrijednosti u odnosu na rezultat dobiven kolektiranjem potencijala projekata (“pristup od dna prema gore”).

U prethodnim tvrdnjama postoje rezerve s obzirom na niz neizvjesnosti veza uz tehnološki napredak, gospodarski razvoj, političku situaciju u regiji, položaj Hrvatske prema EU, međunarodnu pomoć i niz drugih pitanja. Tu su i nesigurnosti vezane uz prepoznavanje i procjene mogućnosti mjera i njihovih troškova, na čemu treba trajno raditi.







*Slavonija*

# 7.

## Utjecaj i prilagodba klimatskim promjenama

- 7.1. Globalne klimatske promjene — 167
- 7.2. Scenariji klimatskih promjena — 168
  - 7.2.1. Scenariji klimatskih promjena za Hrvatsku — 169
  - 7.2.2. Opažene klimatske promjene u Hrvatskoj — 174
- 7.3. Hidrologija i vodni resursi — 175
  - 7.3.1. Uvod — 175
  - 7.3.2. Vodni resursi u Hrvatskoj — 177
  - 7.3.3. Sustav upravljanja vodama u Hrvatskoj — 179
  - 7.3.4. Utjecaj na hidrologiju i vodne resurse — 180
  - 7.3.5. Utjecaj na sustav upravljanja vodama — 185
  - 7.3.6. Prilagodba — 187
- 7.4. Posljedice klimatskih promjena i prilagodbe u šumarstvu — 189
  - 7.4.1. Uvodno — 189
  - 7.4.2. Utjecaj klimatskih promjena na strukturu i razvoj šumskih ekosustava u Hrvatskoj — 189
  - 7.4.3. Utjecaj klimatskih promjena na pojavu šumskih požara — 192
  - 7.4.4. Mjere za ublažavanje posljedica klimatskih promjena na šume — 193
- 7.5. Utjecaj i prilagodbe klimatskih promjena u poljoprivredi — 194
  - 7.5.1. Uvodno — 194
  - 7.5.2. Utjecaj na tlo — 195
  - 7.5.3. Utjecaj i osjetljivost u uzgoju bilja — 195
  - 7.5.4. Utjecaj i osjetljivost u stočarstvu — 199
  - 7.5.5. Socio-ekonomski utjecaj — 200
  - 7.5.6. Prilagodba u gospodarenju tlom — 201
  - 7.5.7. Prilagodba u uzgoju bilja — 201
  - 7.5.8. Prilagodba u stočarstvu — 202
  - 7.5.9. Prilagodba i socio-ekonomski utjecaj — 203
- 7.6. Utjecaj na biološku raznolikost i prirodne kopnene ekosustave — 204
  - 7.6.1. Uvod — 204
  - 7.6.2. Ograničenje u procjenama — 204
  - 7.6.3. Metodološko ograničenje — 205
  - 7.6.4. Opći utjecaj na kopnene ekosustave i biološku raznolikost — 205
  - 7.6.5. Utjecaj na biljne svojte — 206
  - 7.6.6. Utjecaj na biljne zajednice — 207
  - 7.6.7. Utjecaj na biocenoze tla — 208
  - 7.6.8. Utjecaj na biocenoze slatkih voda — 208
  - 7.6.9. Fiziološki i ekološki utjecaj na faunu — 208
  - 7.6.10. Utjecaj na obalne ekosustave — 209
  - 7.6.11. Utjecaj na zaštićena područja — 209
  - 7.6.12. Najosjetljiviji ekosustavi i područja — 209
- 7.7. Obala i obalno područje — 210
  - 7.7.1. Ugrožena područja zbog podizanja razine mora — 210
  - 7.7.2. Utjecaji i socio-ekonomski učinci — 210
  - 7.7.3. Elementi plana aktivnosti za sprječavanje, smanjenje i ublažavanje negativnih socio-ekonomskih utjecaja — 213
- 7.8. Morski ekosustavi i riblje bogatstvo — 213
- 7.9. Utjecaj na zdravlje — 218
  - 7.9.1. Dosadašnja istraživanja i rezultati o utjecaju vremena na zdravlje u Hrvatskoj — 218
  - 7.9.2. Utjecaj klimatskih promjena na zdravlje — 220

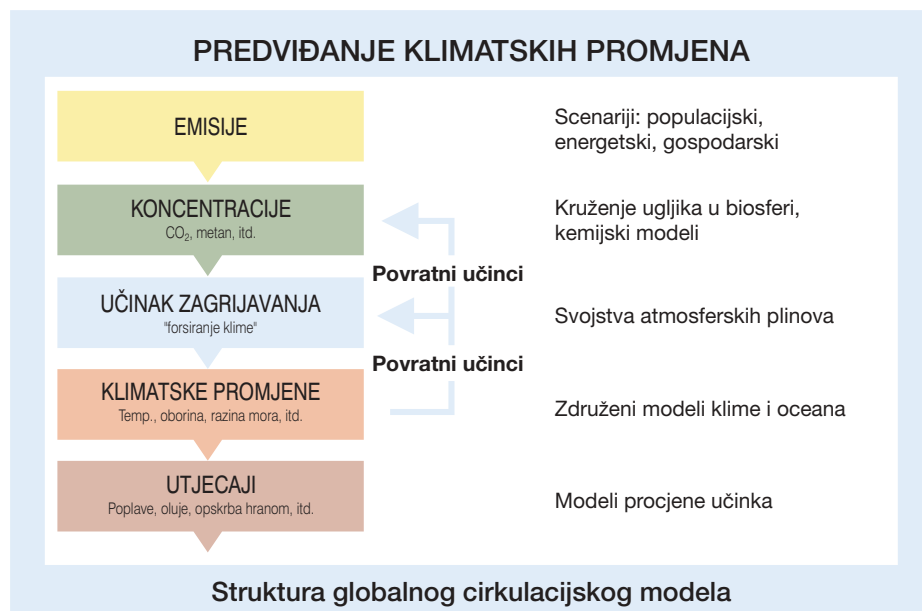


# Utjecaj i prilagodba klimatskim promjenama

## 7.1. Globalne klimatske promjene

U okviru međunarodnog znanstvenog foruma “Intergovernmental Panel on Climate Change” (IPCC), više od 5000 znanstvenika širom svijeta uključeno je u istraživanja čovjekovog utjecaja na globalno zatopljenje. Intenzitet pojave i struktura zabilježenih promjena upućuju na čovjekove aktivnosti kao najznačajnijeg uzročnika. Klimatski sustav određuju brojne interakcije između sunca, oceana, atmosfere, kopna i živih organizama. Sastav atmosfere je u tom sustavu značajan budući da pojedini plinovi i čestice apsorbiraju toplinu koju Zemlja oslobađa u atmosferu zračenjem, doprinoseći dodatnom zagrijavanju atmosfere. Narušavanjem odnosa u kemijskom sastavu zraka, narušava se i ravnoteža klimatskog sustava s klimatski mjerljivim posljedicama. Opažanja potvrđuju da se klima mijenja izvan okvira koji se mogu pripisati prirodnoj varijabilnosti. Klimatske statistike, izvedene iz podataka o klimi iz nedavne prošlosti, nisu više dovoljno pouzdane i ne mogu jamčiti vjerodostojnost opisa klime kakvu možemo očekivati u budućnosti. Dakle danas se više ne postavlja pitanje da li plinovi staklenika uzrokuju globalno zagrijavanje atmosfere, nego kakve se posljedice promjena u toplinskoj ravnoteži sustava atmosfera-hidrosfera-litosfera mogu očekivati.

Jedan od najučinkovitijih načina za pronalaženje odgovora na brojna pitanja je primjena globalnih klimatskih modela (“Global Circulation Models”, GCM). Klimatski modeli simuliraju ponašanje klimatskog sustava uključivanjem fizikalnih, kemijskih i bioloških procesa i njihovih brojnih interakcija. Klimatskim modelom istražuje se odnos kvantitativnih pokazatelja među klimatskim varijablama, a njihova pouzdanost testira se na podacima dugih nizova mjerenja. Danas se u svijetu koristi oko dvadesetak klimatskih modela različitih značajki. Neke aspekte budućih klimatskih promjena većina modela simulira primjerno uspješno. Na primjer, svi klimatski modeli simuliraju pojavu zatopljenja, a oborinski ciklus u režim ekstremnih pojava. U nekim se vidovima klime značajno razlikuju, što zahtijeva ne samo kontinuirani razvoj i usavršavanje modela nego i izradu prikladnih scenarija mogućih promjena. Metodologija procjene klimatskih promjena upravo zato obuhvaća ne samo fizikalno-kemijski opis klimatskog sustava i odgovarajućih međuinterakcija unutar toga sustava, nego i scenarije našega ponašanja u tom sustavu s obzirom na dinamiku iskorištavanja fosilnih goriva, emisiju plinova staklenika, planirani gospodarski rast i razvoj, porast populacija itd.



Slika 7-1.: Elementi sustava predviđanja klimatskih promjena i posljedica u slučaju njihovoga nastanka

## 7.2. Scenariji klimatskih promjena

Scenariji predočavaju koherentan, sustavan i konzistentan opis mogućih klimatskih promjena. Klimatske scenarije treba shvaćati kao vjerojatne alternativne realizacije klime u budućnosti, pri čemu svaki scenarij znači jedan primjer onoga što se može očekivati uz zadane pretpostavke. Zbog toga scenariji nisu predviđanja ili prognoze budućih događaja. Oni su početno polazište i sredstvo za istraživanje razvoja mogućih budućnosti te analizu osjetljivosti i adaptabilnosti svih djelatnosti i sustava ovisnih o klimi i klimatskim varijablama.

Klimatski scenariji i pouzdanost klimatskih procjena zasnivaju se na:

1. Kvaliteti globalnih klimatskih modela s obzirom na njihovu sposobnost simuliranja klimatskih pojava na regionalnoj skali s dovoljnom pouzdanošću. Povezivanje globalnih procjena s realizacijom klime na regionalnoj skali još uvijek je razmjerno veliki problem. Globalni modeli imaju prostornu rezoluciju od nekoliko stotina kilometara (300-400 km), što je nedovoljno za analizu klime i razlika koje se mogu očekivati na manjoj prostornoj skali. Ovo osobito dolazi do izražaja u područjima s razvijenom orografijom i/ili obalnim područjima s vrlo dinamičnim atmosferskim procesima i klimatskim razlikama na malim prostornim udaljenostima.
2. Našoj sposobnosti da predvidimo najvjerojatniji scenarij globalnog socio-ekonomskog, tehnološkog, energetskog razvoja, o čemu ovisi brzina stabilizacije koncentracija plinova staklenika u atmosferi u narednih sto godina. Za sada je još uvijek teško procijeniti koji će model nadzora emisije stakleničkih plinova biti prihvaćen. Zbog toga su klimatski modeli primijenjeni uz nekoliko različitih scenarija s obzirom na očekivani porast koncentracija CO<sub>2</sub>.

Godine 1990., Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) izradio je prvo izvješće "Climate Change - The IPCC Scientific Assessment", dajući četiri hipotetička scenarija za emisiju plinova staklenika na osnovi različitih pretpostavki ekonomskog, tehnološkog i populacijskog razvitka. Godine 1996.

izrađeno je drugo izvješće, djelomično izmijenjeno i poboljšano s obzirom na scenarije emisije. Budući da rezultati modela ovise o scenariju emisije, uobičajen je postupak odabira i analize najmanje dvaju različitih scenarija. Osnovni je scenarij tzv. “business as usual” u kojem se pretpostavlja da će se emisija plinova staklenika odvijati u skladu sa sadašnjim trendovima i uz klimatsku politiku koja već postoji. Drugi scenariji zasnivaju se na različitim pretpostavkama industrijskog rasta, ali i odgovarajuće restriktivne politike s obzirom na emisiju plinova staklenika.

Rezultati modeliranja klimatskih promjena koje daje IPCC koristi dvije radne hipoteze:

- 1) Trenutačno podvostručenje udjela CO<sub>2</sub> u atmosferi i
- 2) Postupno podvostručenje udjela CO<sub>2</sub> u atmosferi s godišnjim porastom od 1 posto.

Procjena raspona porasta srednje globalne temperature je od 1,5 do 4,5° C uz najbolju procjenu od 2,5° C. Prema scenariju “business as usual” do podvostručenja CO<sub>2</sub> će doći oko 2020. godine, pa je stoga realna pretpostavka da će procijenjeni porast nastupiti u desetljeću nakon toga.

## 7.2.1. Scenariji klimatskih promjena za Hrvatsku

Scenariji klimatskih promjena za Hrvatsku izrađeni su na osnovi alternativnih scenarija IPCC-a (1992a-1992f), uz pretpostavku zadržavanja sadašnje politike povećanja koncentracija CO<sub>2</sub> (business as usual). Odabrane su dvije projekcije socio-ekonomskog globalnog razvoja: 1992a i 1992e. Scenarij 1992a je scenarij na donjoj granici očekivanih promjena, dok je scenarij 1992e na gornjoj granici. Parametri tih projekcija izvedeni su u oba slučaja uz primjenu pretpostavke ohlađujućeg djelovanja aerosola i dani su u tablici 7-1.

Tablica 7-1.: Sažetak scenarija i projekcije raspona klimatskih procjena do 2100. godine

Karakteristike scenarija	Sadašnje stanje	Scenariji za 2100.	
	1990.	1992a	1992e
Populacija (u milijunima)	5,252	11,3	11,3
Ekonomski rast (godišnji GNP; %)	-	2,3	3,0
Koncentracije CO <sub>2</sub> (ppmv) <sup>1</sup>	354	708	954
Globalna srednja godišnja promjena temperature (C) <sup>2</sup>	-	2,18	2,64
Raspon (C) <sup>3</sup>	-	1,5 - 3,14	1,83 - 3,73
Globalno srednje podizanje razine mora (cm) <sup>2</sup>	-	51	57
Raspon (cm) <sup>3</sup>	-	20-90	24-98

<sup>1</sup> najbolja procjena s obzirom na kruženje ugljika u prirodi;

<sup>2</sup> uz pretpostavljenu osjetljivosti klime od 2,5° C;

<sup>3</sup> uz pretpostavljeni raspon osjetljivosti klime od 1,5° C do 4,5° C.

Na osnovi rezultata globalnih cirkulacijskih modela klime (GCM) razvijaju se regionalni klimatski scenariji. Jedan je od problema primjene GCMs u proučavanju klimatskih utjecaja gruba rezolucija mreže modela. Skala mreže globalnih modela varira od 4° geografske širine x 5° geografske dužine do 7.83° geografske širine x 10° geografske dužine. GCMs imaju prostornu rezoluciju



od nekoliko stotina kilometara, što je neprikladno za mnoge regionalne studije klimatskih promjena, posebno u područjima s izraženim reljefom. Scenariji razvijeni za područje Sredozemlja razrađeni su na osnovi analize dugih nizova podataka i statističkih relacija između podataka u točkama mreže GCMs i podataka s prizemnih meteoroloških postaja. Za potrebe ove studije korišteni su osnovni globalni klimatski scenariji 1992a i 1992e i regionalni klimatski scenarij za područje Mediterana, razrađen na Sveučilištu "East Anglia" u jednom od najjačih centara Velike Britanije za analizu promjena klime u narednih 100-200 godina.

### *Osnovni zaključci izvedeni na osnovi rezultata globalnih klimatskih modela i regionalnog klimatskog scenarija za Hrvatsku*

Osnovni zaključci koji proizlaze iz primjene globalnih modela mogu se sažeti u nekoliko kategorija primjenjivih za područje Europe u širem smislu i za područje Hrvatske:

- očekuje se jače zagrijavanje kopnenih površina u odnosu na mora i oceane u hladnom dijelu godine
- očekuje se maksimalno zagrijavanje u sjevernim geografskim širinama kasno u jesen i zimi, u sprezi sa smanjenjem površine ledenjaka i snježnog pokrivača,
- očekuje se lagano zagrijavanje Arktika tijekom ljeta,
- očekuju se male varijacije u sezonskom zagrijavanju u umjerenim i malim geografskim širinama i iznad južnih mora,
- očekuje se smanjenje dnevnog temperaturnog raspona iznad kopna u gotovo svim godišnjim dobima i u većini regija,
- očekuje se porast anomalno visokih temperatura i pad anomalno niskih temperatura
- očekuje se pojačani hidrološki ciklus,
- očekuju se pojačane oborine u sjevernim geografskim širinama tijekom zime,
- očekuje se povećanje broja slučajeva s oborinama jakog intenziteta u mnogim regijama.

Navedene zaključke, kao rezultat modeliranih simulacija ponašanja globalnog klimatskog sustava, potvrdili su i brojni rezultati analize podataka u regijama u kojima su postojali dugi (100-godišnji nizovi podataka). Na području Hrvatske analizirana su tri osnovna 100-godišnja niza podataka (Osijek, Zagreb-Grič i Crikvenica) koji čine reprezentante tri klimatske regije Hrvatske. Za razradu klimatskog scenarija Sredozemlja korišteni su svi raspoloživi nizovi podataka mjerenja meteoroloških postaja u Hrvatskoj za razdoblje 1961.-1990.

Procjena klimatskih promjena izrađena je za temperaturu, količinu oborina i razinu mora (tablica 7.-2.). U tablici 7-3. prikazan je ukupni raspon očekivanih promjena za scenarije 1992a i 1992e za sva tri vremenska horizonta.

Regionalne značajke scenarija po sezonama i za godinu prikazane su na slikama 7-2. i 7-3.

Tablica 7-2.: Parametri klimatskih scenarija za Hrvatsku

Analizirani parametri	Srednje sezonske i godišnje vrijednosti temperature količina oborina		razina mora
Analizirana područja	nizinska Hrvatska gorska Hrvatska obalno područje	nizinska Hrvatska gorska Hrvatska obalno područje	obalno područje
Vremenski horizonti	2030., 2050. i 2100.		

Tablica 7-3.: Raspon očekivanih promjena za IPCC scenarije 1992a i 1992e uz uvažavanje regionalnih značajki

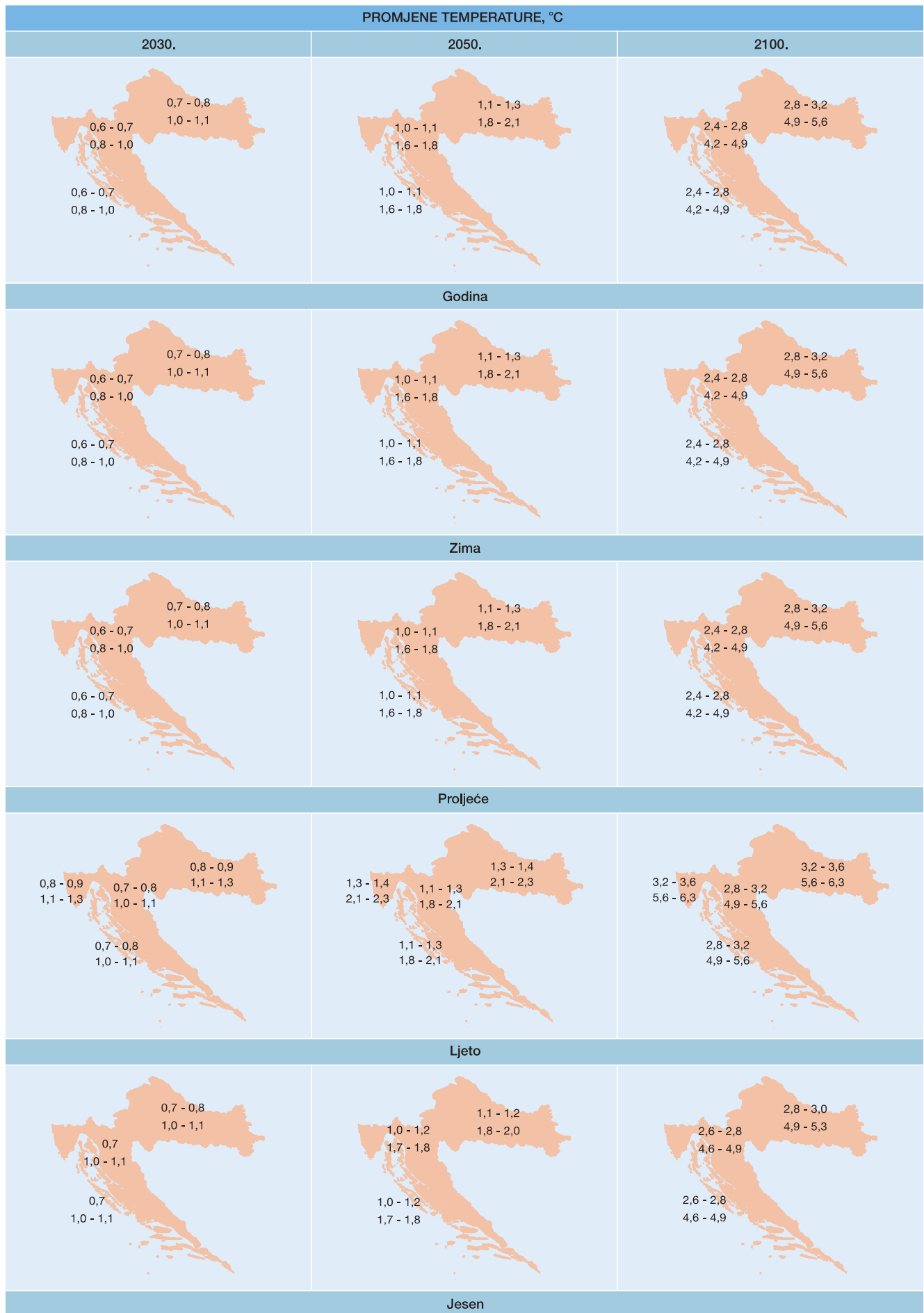
	Scenarij 1992a		
	2030.	2050.	2100.
Temperatura, u °C	0,6-0,9	1,1-1,4	2,4-3,6
Oborine, u %	- 0,5-5,0	- 0,8-8,0	- 0,2-20
Razina mora, u cm	20	50	80
	Scenarij 1992e		
	2030.	2050.	2100.
Temperatura, u °C	0,8-1,3	1,6-2,3	4,2-6,3
Oborine, u %	- 0,7-7,0	- 1,3-13	- 3,5-35
Razina mora, u cm	20	50	80

Za razliku od temperature i oborina, koji su i pod utjecajem lokalnih uvjeta, atmosferski tlak je određen širim formacijama atmosferske cirkulacije. Dostupni podaci za promjene atmosferskog tlaka nad većim područjem Mediterana daju opadanje tlaka od 0,3 hPa po stupnju globalnog zagrijavanja, što nije signifikantno. Stoga je teško izvući zaključke o budućim oblicima atmosferske cirkulacije na području ovih podataka.

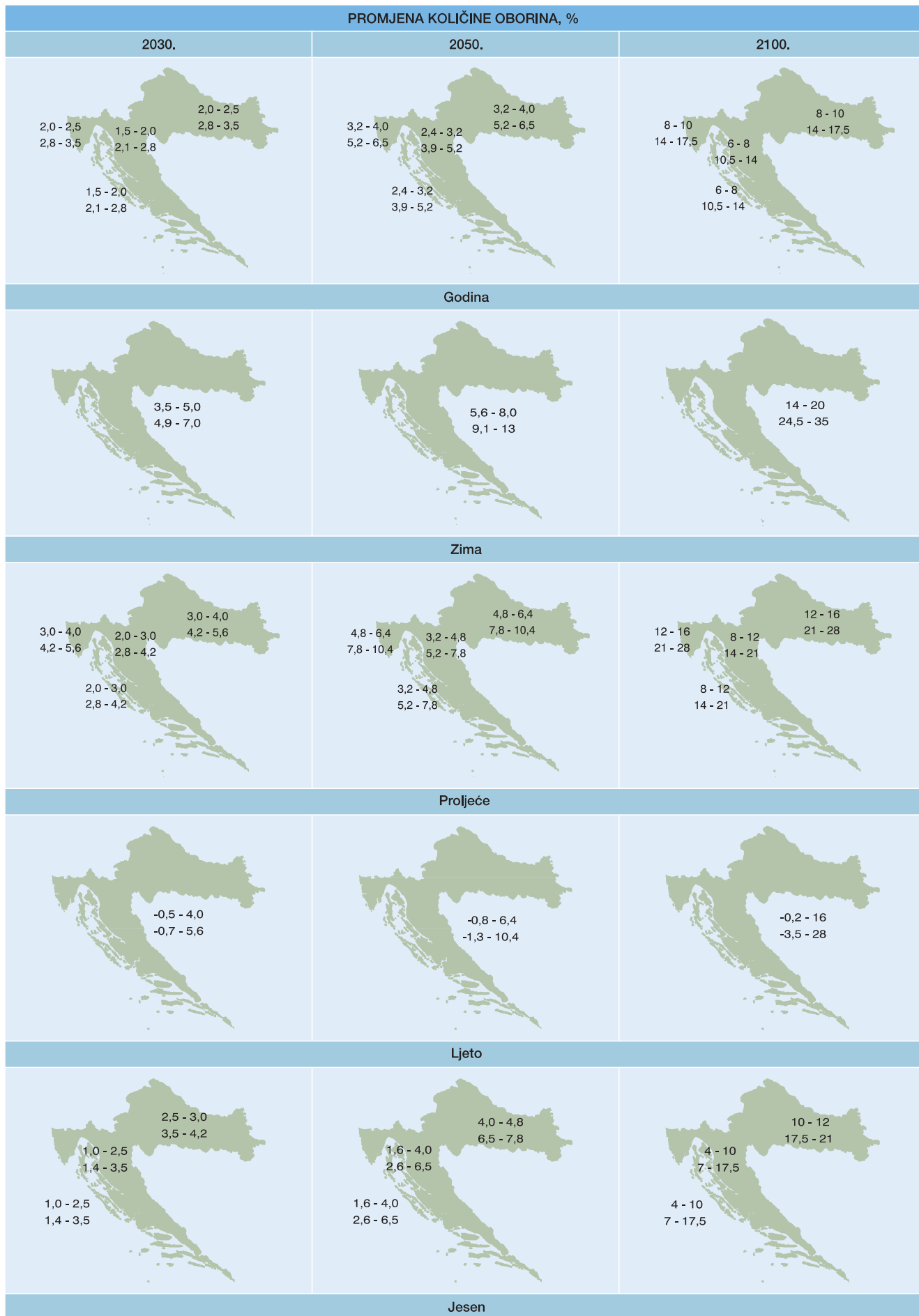
Regionalni model srednje godišnje promjene temperature zraka daje porast temperature nad područjem cijele Hrvatske u rasponu od 2,2 do 2,4° C do kraja sljedećeg stoljeća. Temperaturna promjena krajem stoljeća je četiri puta veća u odnosu na predviđeni porast 2030. godine. Scenarij za promjenu godišnje količine oborina daje mali porast oborina duž obale (srednji i južni Jadran), 2 do 4 posto, i nešto veći u gorskom i nizinskom dijelu Hrvatske, 6 do 8 posto.

Očekivani temperaturni porast za zimu je nešto većeg raspona od godišnjeg, između 2,0 i 2,4° C za obalni i gorski pojas, te 2,4 do 2,8° C za nizinski dio. Tijekom proljeća i ljeta temperatura će najviše porasti u nizinskom dijelu (između 2,2 i 2,4° C), dok su temperaturne promjene za jesen jednake godišnjim promjenama. Scenarij promjene oborina po sezonama pokazuje najveću varijabilnost za ljeto, kada bi oborine porasle između 0 i 6 posto duž cijele Hrvatske. Porast u rasponu 2 do 4 posto predviđa se za jesen, 4 do 8 posto za proljeće, dok je za zimu predviđen porast 4 do 6 posto za južni Jadran i 6 do 10 posto za ostale dijelove Hrvatske.

Očekivani temperaturni porast za zimu je nešto većeg raspona od godišnjeg, između 2,0 i 2,4° C za obalni i gorski pojas, te 2,4 do 2,8° C za nizinski dio. Tijekom proljeća i ljeta temperatura će najviše porasti u nizinskom dijelu (između 2,2 i 2,4° C), dok su temperaturne promjene za jesen jednake godišnjim promjenama. Scenarij promjene oborina po sezonama pokazuje najveću varijabilnost za ljeto, kada bi oborine porasle između 0 i 6 posto duž



Slika 7-2.: Scenarij promjena temperature u Hrvatskoj uz globalnu promjenu temperature zraka po scenariju IPCC 1992a (gore) i po scenariju IPCC 1992e (dolje)



Slika 7-3.: Scenarij promjene količine oborina u Hrvatskoj uz globalnu promjenu količine oborina po scenariju IPCC 1992a (gore) i po scenariju IPCC 1992e (dolje)

cijele Hrvatske. Porast u rasponu 2 do 4 posto predviđa se za jesen, 4 do 8 posto za proljeće, dok je za zimu predviđen porast 4 do 6 posto za južni Jadran i 6 do 10 posto za ostale dijelove Hrvatske.

Scenarij klimatskih promjena za Hrvatsku, rađen na osnovi regionalnog modela promjene temperature, uz razinu signifikantnosti veći od 95 posto daje promjene većih iznosa u odnosu na srednji regionalni model. Predviđaju se promjene srednje godišnje temperature između 2,4 i 2,8° C duž obale i u gorskom dijelu, te 2,8 i 3,2° C u nizinskom dijelu Hrvatske. Jednake promjene se očekuju za zimu i proljeće. Porast temperature za jesen je manje izražen u obalnom i gorskom pojasu (2,6 do 2,8° C) s obzirom na zatopljenje u nizinskom dijelu (2,8 do 3,0° C). Najveće promjene dobivene su za ljeto, s predviđenim porastom od 2,8 do 3,2° C (obala i gorski dio), odnosno 3,2 do 3,6° C (nizinski dio i Istra). Godišnje promjene količine oborine prema scenariju bi porasle između 6 i 8 posto na obali i u gorskom području, te 8 do 10 posto u nizinskim krajevima i Istri. Porast od 4 do 10 posto za cijelu Hrvatsku, osim za istočni nizinski dio (10 do 12 posto) predviđa se za jesen. Za proljeće se predviđa također veći porast u nizinskim predjelima (12 do 16 posto), dok je zimski porast oborine jednolik duž cijele Hrvatske s rasponom od 14 do 20 posto. Najviše varijacija scenarij daje za ljeto, kada bi se oborina mogla mijenjati između -0,2 i 16 posto.

Promjene temperature i oborine za područje Hrvatske mogu se izraziti i uz uvažavanje globalnih promjena po scenariju IS92e (daje najveće temperaturne promjene s klimatskom osjetljivošću od 4,5° C). Promjene se, kao i u prethodnom slučaju, računaju uz uvažavanje promjene koncentracije aerosola nakon 1990. što je najnovija tendencija prema IPCC iz 1995. godine. Rezultati dobiveni na ovaj način su većih apsolutnih iznosa, ali se jednako kao i u prvom slučaju (prema scenariju IS92a) odražavaju na pojedina područja Hrvatske (tablice 7-2. i 7-3.).

## 7.2.2. Opažene klimatske promjene u Hrvatskoj

Osnovni zaključci izvedeni na osnovi rezultata analize dugih nizova meteoroloških mjerenja na području Hrvatske:

- Područje Hrvatske nalazi se u širokoj prijelaznoj zoni promjena predznaka temperaturnih trendova. Trendovi za kontinentalnu Hrvatsku i priobalje razlikuju se po značajkama.
- Godišnji trend srednje dnevne temperature pokazuje lagani (ali za sada statistički nesignifikantni) porast temperature (0,3-0,4° C).
- G-dišnji trend maksimalne dnevne temperature pokazuje lagani pad (statistički nesignifikantni) s time da se po sezonama razlikuje. U proljeće i ljeto maksimalne temperature su u laganom padu, dok su u jesen i zimi u laganom porastu.
- Godišnji trend minimalne dnevne temperature pokazuje signifikantni porast u kontinentalnoj Hrvatskoj, dok se u Crikvenici bilježi lagani pad u proljeće.
- Dnevni raspon temperature (MAX-MIN) se smanjuje na razini signifikantnosti

### Visinske postaje

1. Na visinskim postajama (Zavižan i Puntijarka) zabilježen je brži porast maksimalnih temperatura nego minimalnih. Dnevni temperaturni raspon raste (izrazito na Zavizanu).
2. Izrazit je porast tlaka zraka na obje visinske postaje, što se dovodi u vezu s porastom učestalosti vremenskih tipova s višim tlakom zraka u kojima je dnevni temperaturni raspon veći - indikacija promjene opće cirkulacije nad našim područjem.

### Naoblaka i oborine

1. Očigledna je sklonost padu srednje godišnje naoblake na području Hrvatske.
2. Godišnje količine oborina pokazuju sklonost smanjenju, jače izražen na jadranskoj postaji - značajnije osušenje mediteranskog područja (19 posto - sjeverni Jadran, 13 posto - istočna Hrvatska, 4 posto - sjeverozapadna Hrvatska).

### Komponente vodne ravnoteže

1. Porast temperature odražava se na općem signifikantnom porastu potencijalne evapotranspiracije: Osijek - 15 posto u 100 godina, Crikvenica - 7 posto.
2. Evapotranspiracija je u Osijeku signifikantna - 8 posto u 100 godina, dok u Crikvenici nema promjena.
3. Smanjene količine oborina (zbog sklonosti padu) ne mogu zadovoljiti potrebe biljaka za vodom (zbog povećane evapotranspiracije) i to rezultira izrazitim smanjenjem otjecanja i sadržaja vode u tlu, i u Slavoniji i u Primorju.
4. Znatno smanjenje otjecanja može imati negativne posljedice u vodnom gospodarstvu, dok smanjenje količine vode u tlu može štetiti vegetaciji.

## 7.3. Hidrologija i vodni resursi

### 7.3.1. Uvod

Utjecaj klimatskih promjena na intenzifikaciju hidrološkog režima, poremećaje u ciklusu kruženja vode u prirodi i vodnim resursima ubraja se među potencijalno najjače utjecaje s obzirom na moguće posljedice, prirodni kapacitet adaptabilnosti sustava, sposobnost i provođenje njegove autonomne, svrhovite, namjenske prilagodbe.

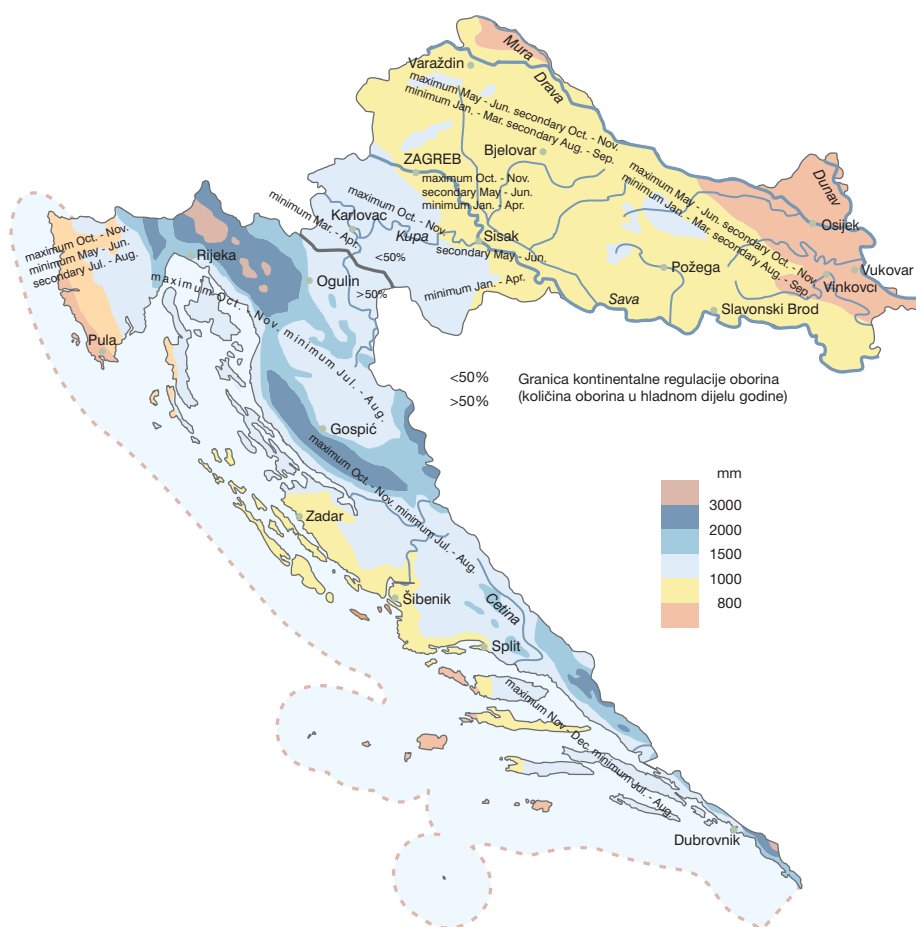
Komponente bilance vode i formiranje tečenja u vodotoku i slivu pod utjecajem su brojnih čimbenika koji globalno mogu biti svrstani kao: klimatski, fizičko-geografski, geomorfološki i hidrogeološki. Klimatske čimbenike čine jačina, trajanje, vrsta i prostorna raspodjela oborina te komponente evapotranspiracije. Fizičko-geografski, geomorfološki i hidrogeološki čimbenici uključuju geometriju sliva, korištenje zemljišta, vegetacijski pokrov, svojstva tla i fizička obilježja geoloških formacija.

Izgradnja velikih hidrotehničkih građevina na području Hrvatske započeta je sredinom 20. stoljeća. Tijekom posljednjih 50 godina izgrađeni su brojni regionalni sustavi opskrbe vodom, hidroelektrane, akumulacije, hidrotehnički tuneli i drugi veliki graditeljski objekti. Njihova su izgradnja i funkcioniranje značajno

utjecali na režim površinskih i podzemnih voda. Sve te građevine izvedene su s ciljem poboljšanja vodnog režima, a time i uvjeta života. Iskustvo je pokazalo kako su se mnogi od tih projekata u upotrebi pokazali suboptimalnima.

Klimatske promjene označene su lokalnim varijacijama hidroloških parametara. Ljudske aktivnosti koje imaju izravan utjecaj na lokalnu bilancu voda uzrokovale su (što će se bez sumnje nastaviti u budućnosti) promjenu klime na regionalnom i globalnom planu. U današnjim uvjetima teško je razlučiti antropogenetke od "čisto klimatskih utjecaja" i dati im nedvosmislen predznak. Međutim, današnje - zatečeno stanje interakcije čovjek-klima-hidrološki ciklus-vodni resursi osnova je za razmatranje utjecaja mogućih klimatskih projekcija.

Hrvatska je mala zemlja s vrlo različitim klimatskim područjima što posljedično ekstremno različitim i promjenjivim vodnim resursima. Klimatska varijabilnost može se prikazati godišnjim iznosom količine oborina koji se kreće od manje od 600 mm na istoku zemlje do više od 2000 mm u gorskom području i na najjužnijem rubu države (sl. 7-4.). U hidrološkom smislu varijabilitet je još jače izražen nego u klimatskom. Na primjer, srednji višegodišnji koeficijent otjecanja u zapadnom krškom području iznosi 0,6 dok na istočnom dijelu pada na vrijednost niže od 0,2. Treba naglasiti da u posljednjih nekoliko desetljeća u Hrvatskoj nije bilo poplava u kategoriji elementarne nepogode. Javilo se tek nekoliko naglih (flush) poplava u urbanim područjima kao posljedica loše regulacije manjih vodotoka. Može se reći da je desetljeće 1981.-1991. bilo razdoblje dugotrajne suše koja je zahvatila gotovo cijelo područje države.



Slika 7-4.: Prostorna razdioba godišnje količine oborina u razdoblju 1931.-1960.



Pouzdanost procjena utjecaja klimatskih promjena na vodne resurse ovisi o preciznosti klimatskog scenarija i o znanju o procesima koji upravljaju bilancama voda u slivu. Količinska znanja o hidrološkim ciklusima općenito su nedovoljna. Postoji nekoliko razloga za to:

1. Klimatske promjene i/ili varijabilitet klime;
2. Dvojbe uzrokovane vremenskim i prostornim mjerilom koji upravlja hidrološkim ciklusom;
3. Utjecaj rada čovjeka na režim voda;
4. Operativne teškoće upravljanja hidrološkom, hidrogeološkom i meteorološkom opažaćkom mrežom.

Svi prethodno spomenuti, kao i brojni drugi, razlozi uzrokom su teškoća u procjenjivanju utjecaja klimatskih promjena na hidrologiju i vodne resurse ne samo u Hrvatskoj nego i u svijetu.

U ovom izvješću bit će izneseni rezultati nekih studija koje su se bavile utjecajem promjena klime i čovjeka na hrvatske vodne resurse. Analiza i zaključci izneseni u ovoj studiji polazna su osnovica za procjenu mogućih promjena hidrološkog režima u Hrvatskoj uz pretpostavke određenih klimatskih scenarija.

### 7.3.2. Vodni resursi u Hrvatskoj

Kopnena površina Hrvatske iznosi 56.538 km<sup>2</sup> dok površina teritorijalnog mora iznosi 31.067 km<sup>2</sup> (sl. 7-5.). Rijeke u Hrvatskoj pripadaju slivovima Jadranskog (oko 40 posto teritorija) i Crnog mora (oko 60 posto teritorija). Zbog posebno izražene okršenosti terena točne granice između ova dva sliva do sada nisu utvrđene. U ukupnoj duljini kopnenih granica (2028 km) veliki udio otpada na riječne tokove ili njihove doline. Zbog utjecanja krša, dijelovi slovensko-hrvatske i bosansko-hrvatske granice imaju brojne podzemne veze i tokove koje je teško točno odrediti. Ova činjenica čini složenim upravljanje graničnim i prekograničnim vodnim resursima koje dijelimo sa susjednim državama.

Oko 53 posto teritorija leži na nadmorskim visinama od 0 do 200 m nadmorske visine, 26 posto između 200 i 500 m nadmorske visine dok je preostalih 21 posto na visinama iznad 500 m nadmorske visine. Približno 40 posto teritorija Hrvatske pokriveno je vapnenačko-dolomitnim stijenama u kojima prevladavaju duboki podzemni krški oblici. Oni uzrokuju specifične i kompleksne hidrološke i hidrogeološke uvjete otjecanja. Zbog krškog terena na zapadu u priobalnom području Hrvatske srednji godišnji koeficijent otjecanja iznosi oko 0,60. Na istočnom ravničarskom nekrškom terenu pada na oko 0,20. Vodni resursi u Hrvatskoj vrlo su neravnomjerno raspodijeljeni bez obzira na to što njena površina nije velika. Razlozi leže u oborinskom režimu na što utječe orografija i ekstremno različiti uvjeti otjecanja.

Vlažne zračne mase koje donose oborine u Hrvatsku dolaze najvećim dijelom sa sjeverozapada i jugozapada. U kontinentalnom djelu količina oborina smanjuje se idući od zapada prema istoku. Godišnja količina oborina kreće se od oko 2000 mm u obalnom i dinarskom području do manje od 600 mm na krajnjem istoku. Kopneni dio Hrvatske prima u prosjeku  $61,6 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup> oborina godišnje, a prosječne godišnje oborine iznose oko 1100 mm. Prosječna godišnja potencijalna evapotranspiracija procijenjena je na 800 mm, pri čemu treba uzeti u obzir da se ona mijenja od 1100 mm na jugu do 700 mm na istoku.



Slika 7-5.: Vodni resursi u Hrvatskoj

Iz susjednih država Hrvatska godišnje u prosjeku prima  $127.279 \text{ m}^3$  vode. Na teritoriju Hrvatske u njenim otvorenim vodotocima formira se oko  $41.804 \text{ m}^3$  vode. Treba naglasiti da se radi o grubim procjenama koje je neophodno potvrditi mjerenjima i proračunima. Uz to treba uzeti u obzir da u nekim regijama dolazi do smanjenja pričuva površinskih i podzemnih voda.

Usprkos brojnim istraživanjima znanja o količini i uvjetima podzemnih voda nedovoljni su. Aluvijalni, krški, arteški i drugi vodonosnici nisu dovoljno istraženi. Pritom krški vodonosnici čine poseban problem. Procjene stalnih pričuva podzemnih voda kreće se od  $6 \cdot 10^9 \text{ m}^3$  do  $30 \cdot 10^9 \text{ m}^3$  godišnje.

Na osnovu prethodno prikazanih podataka može se zaključiti kako je Hrvatska vodom bogata zemlja, posebno ako se uzme u obzir da nije gusto naseljena te da nema velike potrebe za industrijskom vodom. One su daleko niže od prosjeka razvijenih zemalja. Relativno visoka kakvoća površinskih i podzemnih voda može se smatrati kao dodatni pozitivni element. Većina problema vezanih uz kakvoću vode javlja se u toplom ljetnom razdoblju kada je prirodni protok malen, razina podzemne vode niska, a potreba za vodom povećava se zbog turizma i navodnjavanja.

Tijekom posljednjeg desetljeća Hrvatska je bila u posebnim uvjetima koje su obilježili rat, ostvarivanje nezavisnosti i tranzicija nacionalne ekonomije. Zbog toga nije jednostavno predvidjeti demografske promjene i strategiju ekonomskog razvoja. Korištenje vode je značajan ekonomski čimbenik. Vodni resursi koriste se za opskrbu gradova, industriju, poljoprivredu, proizvodnju energije, sport, rekreaciju i ostale potrebe, a voda se uzima iz rijeka, jezera i podzemlja.

Prvenstvo u opskrbi vodom dano je opskrbi stanovništva te proizvodnoj i procesnoj industriji.

Za opskrbu vodom koristi se 86 posto podzemne vode i 14 posto površinskih voda. Za tu svrhu uglavnom se koriste obnovljivi resursi podzemnih voda. Proizvodnja energije i rudarstvo koriste uglavnom površinsku vodu u 97 posto slučajeva dok se podzemna voda koristi u samo 3 posto slučajeva. Tablica 7-4. prikazuje podatke o potrošnji vode u Hrvatskoj. Podaci tijekom rata nisu potpuni.

Tablica 7-4.: Potrošnja vode u Hrvatskoj ( $10^6 \text{ m}^3$ )

VRSTA POTROŠNJE	GODINA				
	1985.	1990.	1991.	1995.	1999.
Javna potrošnja (stanovništvo i dio industrije)	497	449	390	358	352
Industrija (vlastiti vodozahvati)	301	251	127	215	210
Ribnjaci	600	560	240	320	400
Ostali potrošači (individualna opskrba, navodnjavanje itd.)	80	79	75	78	77
Energija i rudarstvo	29 980	32 846	24 000	26 000	29 500
<b>UKUPNO</b>	<b>31 467</b>	<b>34 185</b>	<b>24 832<sup>1)</sup></b>	<b>26 971<sup>1)</sup></b>	<b>30 539</b>

Primjedba: <sup>1)</sup> nepotpuni podaci za vrijeme Domovinskog rata

U tablici 7-5. data je procjena potreba za vodom u Hrvatskoj. Točno predviđanje potreba za vodom zahtijeva dugoročne planerske aktivnosti usmjerene na racionalno i ekonomično korištenje vodnih resursa uz poštivanje principa održivog razvoja. Opskrba vodom stanovništva i industrije treba biti u funkciji optimalnog razvoja.

Tablica 7-5.: Planirane potrebe za vodom u Hrvatskoj ( $10^6 \text{ m}^3$ )

Vrsta potrošnje	Stanje 1999.	Plan do godine	
		2015.	2050.
Javna potrošnja	352	1 000	1 525
Ribnjaci	400	480	700
Natapanje	24	517	1 663
Energija, rudarstvo itd.	29 764	35 000	36 000
<b>UKUPNO</b>	<b>30 540</b>	<b>36 997</b>	<b>39 888</b>

### 7.3.3. Sustav upravljanja vodama u Hrvatskoj

Godine 1995. prihvaćen je Zakon o vodama koji definira sustav upravljanja vodama što uključuje niz aktivnosti, odluka i mjera usredotočenih na održavanje, poboljšavanje i ostvarenje jedinstva režima voda u pojedinim slivovima. Na osnovi Zakona o vodama osnovano je javno poduzeće "Hrvatske vode" sa zadatkom da obavlja poslove i regulira odnose između države i lokalnih vodnih uprava. Administrativnu kontrolu nad provedbom Zakona o vodama i radom "Hrvatskih voda" obavlja Državna uprava za vode. "Hrvatske vode" podijeljene su u pet vodnogospodarskih odjela za vodno područje: (1) Sliva rijeke Save; (2) Slivove rijeka Drave i Dunava; (3) Primorsko-istarske slivove; (4) Dalmatinske slivove i (5) Slivno područje grada Zagreba.

Osnovni dugoročni planski dokument koji određuje osnovu upravljanja vodama, bilancu voda te razvoj sustava vodnih resursa na osnovi integralne koordinacije vodnog režima u državi - za upravljanje i razvoj vodnih resursa u Hrvatskoj je Vodoprivredna osnova Republike Hrvatske. Aktivno upravljanje vodama podijeljeno je u sljedeće tri djelatnosti: (1) Zaštita od štetnog djelovanja voda; (2) Korištenje voda; (3) Zaštita voda.

Državna uprava za vode posebno je odgovorna za inspekciju uvjeta vodotoka, točno funkcioniranje vodnih sustava i građevina, korištenje voda u skladu sa Zakonom o vodama, zaštitu od zagađenja i primjenu zaštitnih mjera, pripremu i provođenje obrane od poplava.

Vlasništvo i prava osnivanja vodnogospodarskih trgovačkih društava na manjim slivnim područjima pripadaju gradovima i županijama. Oni osnivaju poduzeća čiji je kapital privatn, najmanje 51 posto, u skladu sa Zakonom o privatizaciji.

Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja odgovorno je za zaštitu ekoloških sustava i biološke raznolikosti u Hrvatskoj. Obje spomenute institucije tijesno surađuju u zaštiti i upravljanju vodnim resursima.

Državni hidrometeorološki zavod odgovoran je za mjerenje, sakupljanje i tumačenje meteoroloških i hidroloških podataka.

Oko 74 posto stanovništva opskrbljuje se pitkom vodom iz organiziranih javnih sustava od čega 90 posto otpada na podzemne vode. Stanovništvo koristi 45, a industrija 55 postotaka količine podzemnih voda.

Centralni sustavi odvodnje otpadnih voda izgrađeni su u velikim urbanim i industrijskim središtima. Manje od 35 posto otpadnih voda u Hrvatskoj uključeno je na kanalizacijske sustave, a manje od 10 posto prošlo je obradu na uređajima za pročišćavanje otpadnih voda.

### 7.3.4. Utjecaj na hidrologiju i vodne resurse

Hidrološki sustav je vrlo osjetljiv na promjenu klime. Promjene u oborinskom režimu mnogoznačne su i mogu utjecati na poremećaj u sezonalnosti oborinskog ciklusa, veličini, vremenu pojave, učestalosti i intenzitetu poplava i suša. Čak i ako na razini prosječne godišnje količine oborina ne dođe do značajnijih promjena mogu se očekivati poremećaji u sezonalnom ciklusu, što primjerice može dovesti do manjka oborina u vegetacijskom razdoblju ili viška u vrijeme žetve.

Promjena temperature izazvat će promjene u evapotranspiraciji, količini vlage u tlu i procjeđivanju. Proizašle promjene stanja površine, vlažnosti, reflektibilnosti i vegetacijskog pokrova također će utjecati na evapotranspiraciju i formiranje oblaka, ali i na promjene u zračenju i oborinama.

Istovremeno, hidrološki sustav je pod utjecajem izravnih ljudskih djelatnosti kao što su sječa šuma, urbanizacija i iskorištavanje vodnih resursa. Zbog visokog stupnja ovisnosti hidrološkog režima o brojnim klimatskim i neklimatskim čimbenicima, koji nisu nužno povezani s iskorištavanjem vodnih resursa, scenariji mogućih promjena u narednih sto godina za sada su vrlo nesigurni.

Za potrebe ovog izvješća procjena regionalnih promjena hidroloških i vodnih resursa izrađena je na osnovi primjene dviju metoda. Metode se zasnivaju na

analizi ovisnosti mjesečnog režima o ljetnoj vodnoj bilanci i geološkim uvjetima sliva. Regionalne razlike i svojstva ciklusa vode mogu se proučavati na osnovi nizova podataka o protoku i vodostaju, pri čemu i dalje ostaje otvoren problem razlučivanja izravnog utjecaja ljudskog djelovanja od prirodnih klimatskih kolebanja budući da su oba utjecaja počela djelovati gotovo istovremeno.

Neovisno o tome, problem vodnih resursa prepoznat je na globalnoj, regionalnoj i lokalnoj skali kao jedan od kritičnih i vodećih problema 21. stoljeća. Moguće klimatske promjene ili neočekivana kolebanja klime dodatno povećavaju pritisak.

Na osnovi brojnih mjerenja vodostaja i protoka na profilima Save kod Zagreba i Drave kod Donjeg Miholjca, u ovome radu ćemo

1. Procijeniti varijabilnost bilance vode korištenjem povijesnih vremenskih nizova;
2. Istražiti čimbenike koji utječu na osjetljivost sliva na promjenu klime i
3. Opisati značajke vodnog ciklusa u različitim režimima i procijeniti utjecaj mogućih promjena klime na njegov razvoj.

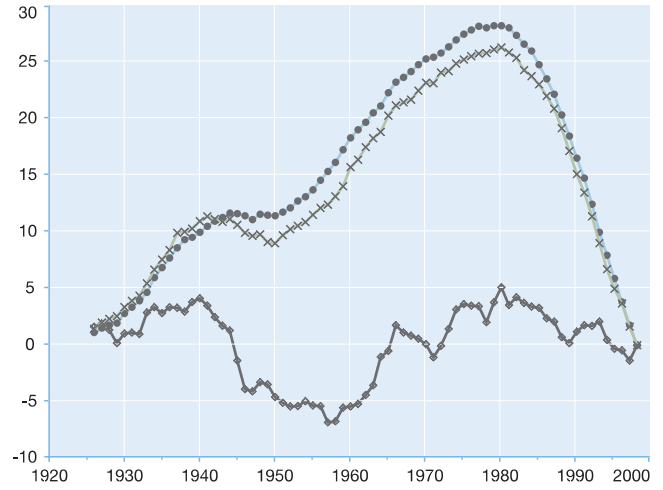
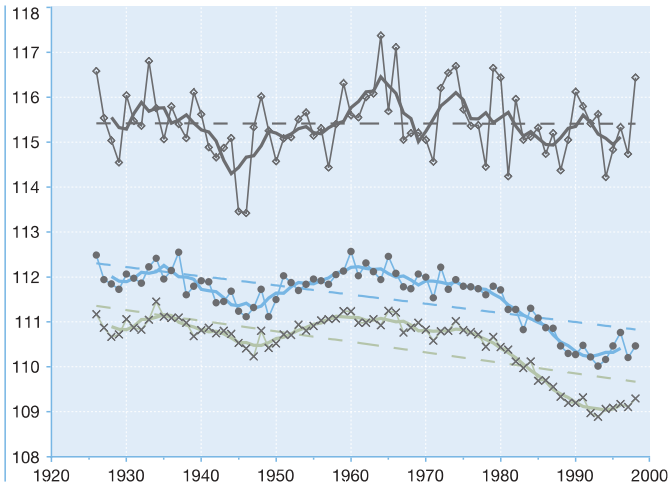
Varijabilnost vodostaja na profilima Save, Drave i jezera Vrana prikazana je na slici 7-6. Duljina vremenskih nizova je 75 (Sava, jezero Vrana) i 100 (Drava) godina. U sva tri slučaja uočava se:

- velika varijabilnost maksimalnih vodostaja u razdoblju 1926.-1975., pri čemu se njihova amplituda smanjuje u posljednja dva desetljeća,
- sklonost snižavanja srednjeg i najmanjeg godišnjeg vodostaja u posljednja dva desetljeća.

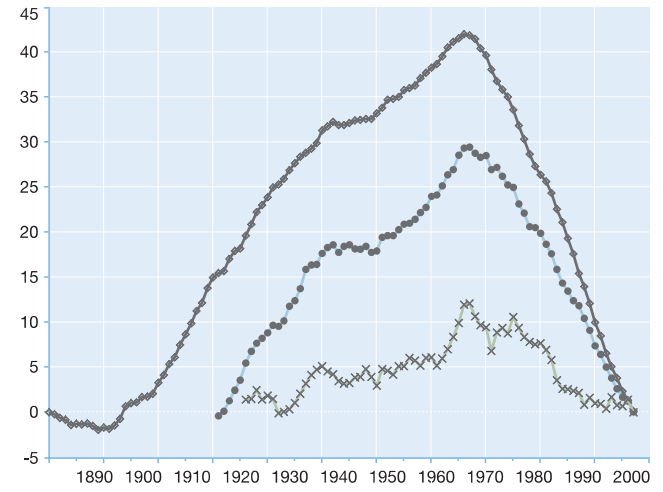
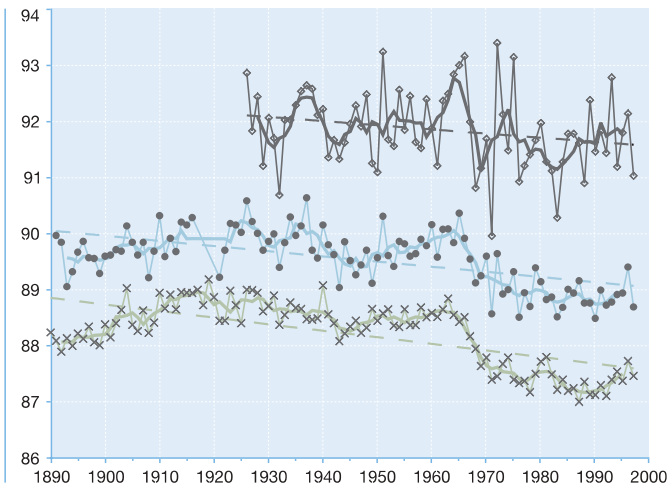
Osim vremenskog niza vodostaja na slici 7-6. prikazan je i parametar RAPS (rescaled adjusted partial sums) koji prikazuje akumulirano odstupanje vodostaja od njegove srednje vrijednosti i služi kao osnova za projektiranje i upravljanje vodnim sustavima. Osim što pomaže vizualnom uočavanju sklonosti i fluktuacija, RAPS ukazuje i na razdoblja s različitim statističkim svojstvima.

Na slici 7-6. prikazan je i niz srednjih godišnjih visina vodostaja jezera Vrana na otoku Cresu. Uočava se kako postoji dugotrajnija sklonost snižavanja vodostaja jezera što bi moglo biti povezano i s klimatskim promjenama. Međutim, ovaj je trend snažno povećan u razdoblju 1985.-1990. (3 metra u 6 godina) što se može povezati s pojačanim crpljenjem vode zbog sušnog razdoblja i intenzivnog turizma.

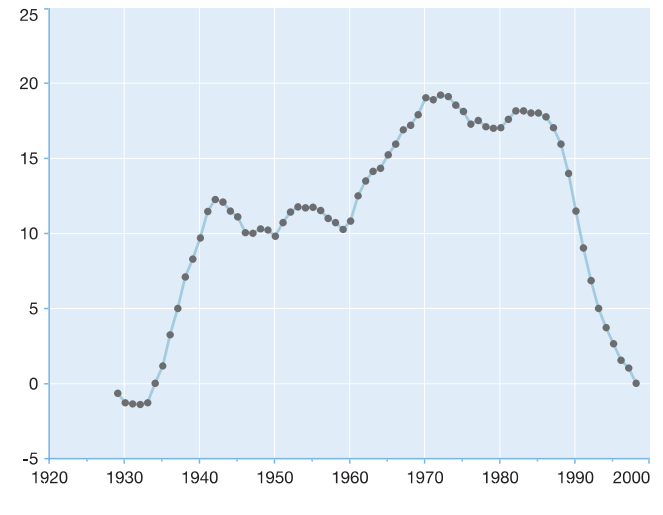
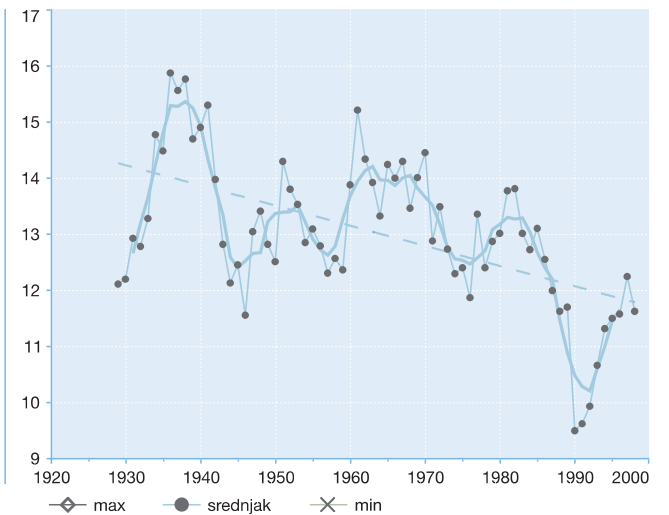
SAVA - ZAGREB



DRAVA - DONJI MIHOLJAC



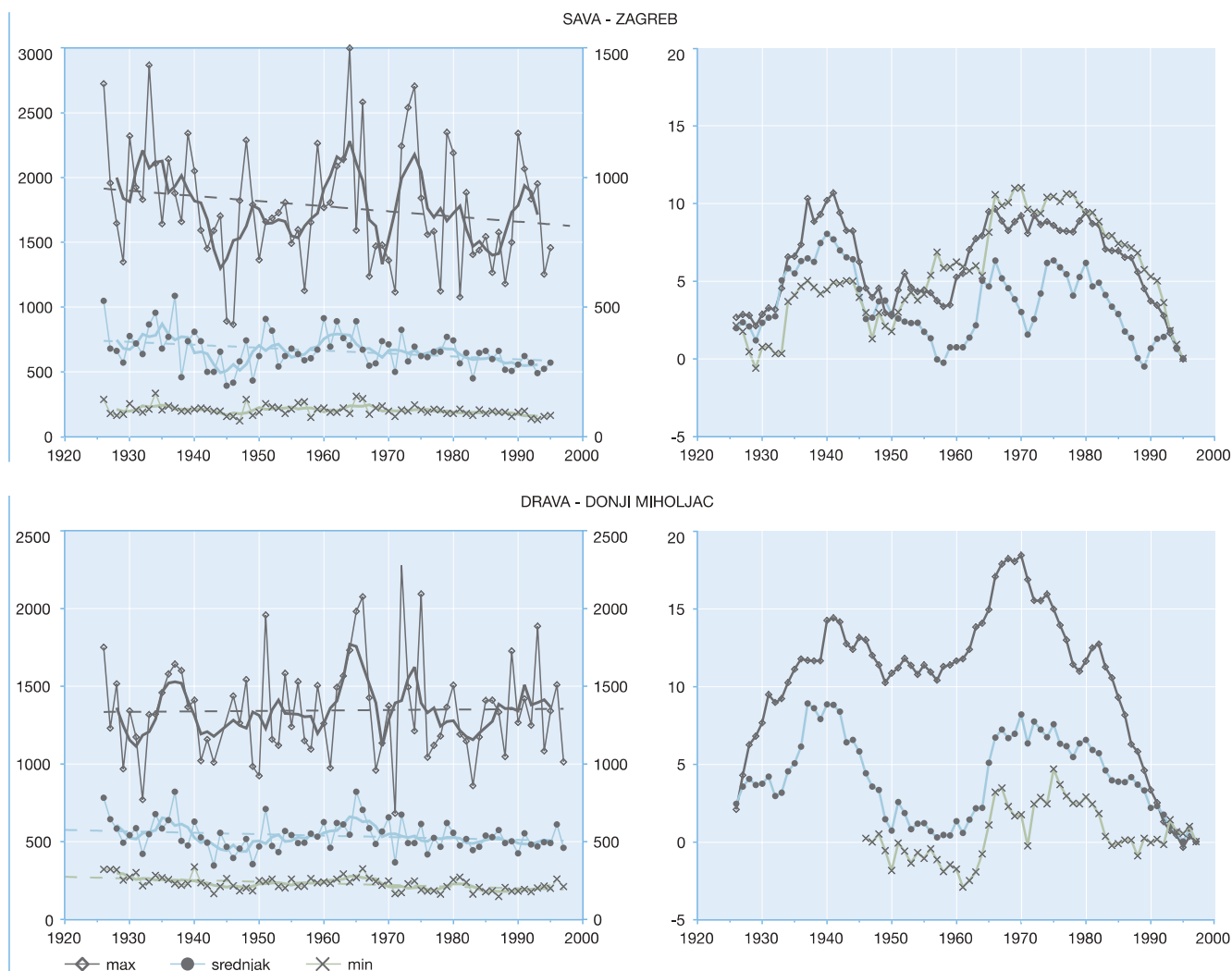
JEZERO VRANA - CRES



◆ max ● srednjak × min

Slika 7-6.: Visina maksimalnog, srednjeg i minimalnog vodostaja izražena u metrima (lijevo) i parametar RAPS za maksimalni, srednji i minimalni vodostaj (desno) kroz razdoblje 1926.-1997. (Sava-Zagreb), 1980.-1997. (Drava-Donji Miholjac) i 1926.-1997. (jezero Vrana - Cres)

Na slici 7-7. prikazan je vremenski niz protoka na profilima Save i Drave i parametar RAPS proračunat za protoke. Analiza pokazuje postojanje negativnih trendova vodostaja i protoka uzrokovanih antropogenetskim faktorima, ali i klimatskom varijabilnošću.

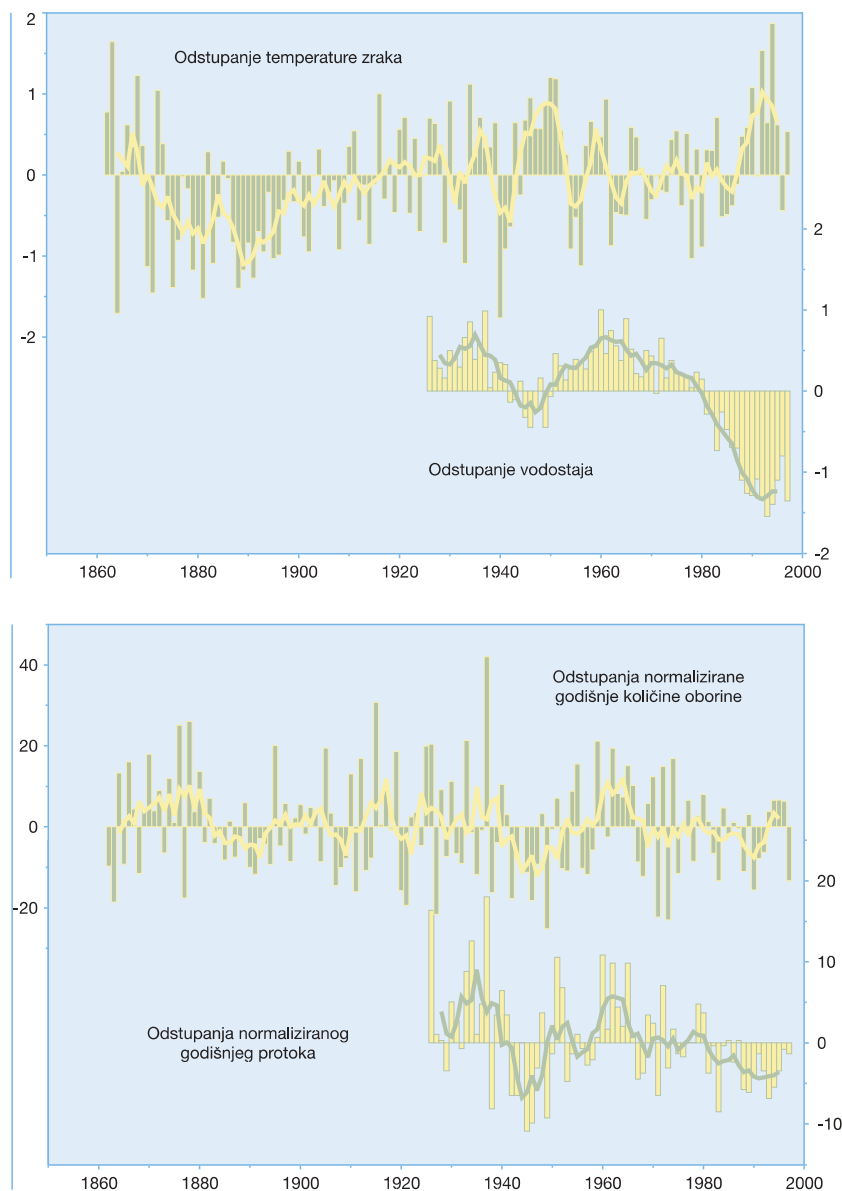


Slika 7-7.: Visina maksimalnih, srednjih i minimalnih protoka u m<sup>3</sup>/s (lijevo) i parametar RAPS za maksimalne, srednje i minimalne protoke (desno) kroz razdoblje 1926.-1997. (Sava-Zagreb i Drava-Donji Miholjac)

Na slici 7-8. prikazani su usporedni nizovi podataka odstupanja srednje godišnje temperature i vodostaja od prosjeka za razdoblje 1961.-1990., te odstupanja srednje godišnje količine oborine i protoka u odnosu na razdoblje 1961.-1990. za meteorološku postaju Zagreb-Grič i Savu kod Zagreba. Oba niza pokazuju gotovo identična svojstva. Negativna odstupanja u vodostaju gotovo u potpunosti prate pozitivan predznak odstupanja temperature, a sličan je odnos i u analizi količine oborina i protoka. Dakle, nedvojbeno je da hidrološki režim prati promjene u klimatskim značajkama i da će se buduće promjene klime značajno odražavati upravo na vodne resurse i njihovu raspoloživost.

Za procjenu učinka promjena klime korišten je opći model cirkulacije atmosfere. Pretpostavljajući da će se količina ugljikovog dioksida CO<sub>2</sub> u atmosferi podvostručiti, temperatura bi zraka u sljedećih 40 do 60 godina procjenjeno je, porasla za 1,8° C. Utjecaj promjena klime uzrokovanih efektom staklenika na potrebe za natapanje, jedno je od pitanja koje treba biti riješeno pri planiranju i upravljanju sustavom vodnih resursa. Određivanje mogućeg utjecaja promjene klime uključuje korištenje matematičkih modela. Ulazni podaci su dugotrajni nizovi klimatskih parametara. Upotrijebljeni su podaci o vlazi tla, efek-





Slika 7-8.: Odstupanja srednje godišnje temperature (Zagreb-Grič) i vodostaja (Sava kod Zagreba) od srednjaka za razdoblje 1961.-1990. (gore) i odstupanja normalizirane srednje godišnje količine oborine (Zagreb-Grič) i protoka (Sava kod Zagreba) od srednjaka za razdoblje 1961.-1990.

ktivnim oborinama, potencijalnoj evapotranspiraciji i Mortonova formula za vlažnu regionalnu evapotranspiraciju. Za analizu je odabrana regija istočne Hrvatske čiju klimu prikazuje meteorološka stanica Osijek s nizom dugih i pouzdanih mjerenja. Za predviđanje klimatskih promjena na vodne resurse upotrijebljena su dva scenarija. U prvom je realna evapotranspiracija određena na osnovi podataka mjerenih u razdoblju 1961.-1990. Drugi scenarij uključuje simulaciju promjena temperature zraka, oborina i realne transpiracije pod pretpostavkom da je količina ugljikovog dioksida podvostručena. Analizom je dobiveno povećanje srednje godišnje temperature zraka za 11 posto. Ovo povećanje temperature zraka utjecat će na prestrukturiranje oborina tijekom godine. Prosječne godišnje oborine smanjit će se za 10 posto, a od toga 17 posto u razdoblju travanj-rujan dok će realna srednja godišnja evapotranspiracija porasti za 9 posto. U tablici 7-6. date su prosječne mjesečne i godišnje temperature zraka T, oborine P i realne evapotranspiracije ET na meteorološkoj stanici Osijek i procijenjene vrijednosti njihovih promjena zbog promjene klime.

U nastavku, procijenjene su promjene godišnjeg deficita otjecanja D i efektivnog otjecanja R izraženih u mm uzrokovanih mogućim promjenama klime. Ukupni

godišnji deficit otjecanja D računat je korištenjem formule Turca, koja deficit otjecanja opisuje međusobnim omjerima srednje godišnje količine oborina u slivu te nelinearne promjene prosječne godišnje temperature zraka na području sliva.

Opisana metoda prikazana je na primjeru sliva krškog izvora Gradole čija površina iznosi 114 km<sup>2</sup>. Prosječna godišnja oborina na slivu iznosi 986 mm, prosječna temperatura zraka iznosi 11,4° C a prosječni godišnji deficit otjecanja (D) je 556 mm, što znači da je prosječno godišnje efektivno otjecanje (R) 430 mm. Promatran je raspon promjene temperature od 1 do 4° C uz istovremeno smanjenje oborina za 1 do 10 posto. Proračun je pokazao da bi se za ovakve promjene klime efektivno otjecanje R smanjilo za 25 mm do 179 mm godišnje što je 5,8 do čak 42 postotno smanjenje.

Tablica 7-6.: Prosječna temperatura zraka T, oborine P i realna evapotranspiracija ET za meteorološku stanicu Osijek i procijenjene vrijednosti promjena zbog scenarija promjena klime

Scenarij	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD.
1	-0,2	0,9	6,5	10,8	16,5	19,5	20,8	20,1	17,3	11,5	5,4	1,2	10,9
2	1,5	2,4	7,4	11,3	17,7	21,3	23,1	21,8	18,2	11,5	6,0	2,5	12,1
$\Delta T$	1,7	1,5	0,9	0,5	1,2	1,8	2,3	1,7	0,9	0,0	0,6	1,3	1,2
1	48,9	41,0	37,9	52,0	53,0	93,4	69,5	61,9	49,2	45,4	55,0	52,8	660,0
2	50,9	42,0	36,9	49,0	44,0	78,4	51,5	49,9	43,2	42,4	53,0	52,8	594,0
$\Delta P$	2	1	-1	-3	-9	-15	-18	-12	-6	-3	-2	0	-66
1	0,0	2,9	16,6	34,3	65,3	80,8	88,8	78,6	53,1	30,8	10,0	1,2	462,4
2	1,5	4,9	18,5	36,0	71,3	89,5	100,4	83,2	53,8	31,0	11,2	2,7	504,0
ET	1,5	2,0	1,9	1,7	6,0	8,7	11,6	4,6	0,7	0,2	1,2	1,5	41,6

### 7.3.5. Utjecaj na sustav upravljanja vodama

Varijabilitet klime značajan je za planiranje, projektiranje i pogon svih vodnih sustava ponajprije stoga jer socijalne koristi koje se polučuju iz njih izravno ovise o pouzdanosti njihovog rada. Postojeći vodni sustavi u Hrvatskoj projektirani su i izvedeni pod pretpostavkom da će buduće varijacije klime biti slične onima opaženim u posljednjih 30 do 50 godina.

Predviđanja korištenja i potrebe za vodom bitan je informacijski element za planiranje razvoja upravljanja vodnim resursima. Potrebe za vodom nisu pouzdano poznate do sada te je stoga teško procijeniti budući razvoj upravljanja vodnim resursima.

Daljnji problemi predviđanja potreba za vodom vezani su sa zakonskim i institucionalnim aspektima regionalnog planiranja. Potrebe za vodom kao i odluke kako ih riješiti, uključuju masovni transfer vode za višestruko korištenje u regije čime će se osigurati njihov ekonomski razvoj. U takvim slučajevima potrebna je izrada ekonomskih i pravnih (zakonskih) studija na osnovu kojih će se rješavati pojedini problemi.

Međunarodno i/ili između dviju država planiranje vodnih potreba bitno je kompleksnije od unutardržavnog. Riječni sliv rijetko se poklapa s političkim granicama. Različite države i administrativne regije, iako bliske u prostoru, vrlo često imaju bitno različite pristupe rješavanju vodnih problema. Voda se treba tretirati kao strateški i nedostatan resurs te stoga odluke o njenom korištenju moraju voditi računa o suprotstavljenim interesima.

U planiranju vodnih resursa vremenski razmak od 20 godina je minimalno vrijeme za utvrđivanje vodnih problema i tada se planiraju i izvode projekti gospodarenja vodom. Planiranje sa stacionarnim uvjetima nesigurno je. Dodatnu nesigurnost unose okolnosti koje se odnose na okoliš i socio-ekonomske aspekte.

Klimatske promjene, pokrenute globalnim zagrijavanjem, mogle bi izazvati značajne promjene u hidrološkim procesima, a time i u raspoloživosti vodnih resursa. Sadašnje stanje spoznaja ne omogućuje preciznu procjenu budućeg razvoja procesa. Hidrološki utjecaj u maloj, ali ekstremno geološki i klimatski varijabilnoj, državi kao što je Hrvatska ovisi o procjeni promjena u oborinama i evapotranspiraciji. Ove procjene teško je odrediti precizno na osnovi postojećih simulacijskih modela klime. U prethodnom dijelu ovog izvješća prikazano je postojanje promjena tijekom 20. stoljeća u Hrvatskoj (opće smanjenje vodostaja i potoka). Na osnovu postojećih procjena promjena klime u Hrvatskoj, otjecanje u "tipičnom slivu u zapadnoj Hrvatskoj u regiji dinarskog krša do sredine 21. stoljeća smanjit će se za 10 do 20 posto u odnosu na ono postojeće. U istočnom ravničarskom dijelu Hrvatske očekuje se da će promjene biti manje od 10 posto.

Iako ove vrijednosti mogućih budućih promjena klime mogu već sada biti od važnosti za menadžere vodnim resursima, bilo koja čvršća odluka moći će biti donesena kada scenariji klimatskih promjena budu pouzdanije određeni. Od posebnog je značenja pouzdanije procijeniti moguće promjene oborina i evapotranspiracija tijekom godine, tj. njihovu redistribuciju u odnosu na sadašnje stanje.

Uvažavajući prethodno spomenute nesigurnosti, vrlo je vjerojatno da će sezonska i regionalna raspodjela vodnih resursa biti promijenjena s tim da će biti povećana količina raspoložive vode zimi u centralno zapadnim slivovima. Opskrba vodom tijekom toplih i moguće suših ljeta morat će se rješavati većim skladištenjem voda i/ili transferom vode među slivovima.

Transfer vode između sliva u Hrvatskoj je realno moguć zbog toga jer kroz njen teritorij protječu tri rijeke s obilnom količinom vode: Dunav, Drava i Sava.

Moguće smanjenje otjecanja i njegova vjerojatna redistribucija tijekom godine, izazvat će nedostatak vode u ljetnom razdoblju. Treba naglasiti da nedostaci u opskrbi vodom u Hrvatskoj tijekom ljeta postoje i danas jer je Hrvatska turistička zemlja sa značajnom proizvodnjom poljoprivrednih kultura. Turizam u Hrvatskoj ima međunarodnu dimenziju te je stoga dodatno osjetljiv na svaku promjenu klime i raspoloživost vodnim resursima što može promijeniti konkurentsku ravnotežu odredišta za ljetni odmor na cijelom svijetu. Ako se doista pojave promjene izražene toplijim i sušnijim ljetima, možda će biti potrebno ograničiti pristup javnosti u prostrana priobalna područja zbog rizika od izazivanja velikih šumskih požara.

Potrebe za vodom u Hrvatskoj povećat će se tijekom ljeta i vegetacijske sezone (od travnja do rujna). Upotreba vode u domaćinstvima povećat će se tijekom suhe ljetne, turističke sezone. Povećanje evapotranspiracije dovest će vrlo vjerojatno do velikog povećanja potrebe vode za navodnjavanje.

Promjene u kakvoći vode mogu imati značajan utjecaj na raspoloživost vodnih resursa, jer u toplijim rijekama i jezerima može doći do promjene kemijskih i bioloških procesa i to uglavnom uvijek na gore. Promjene u poljoprivrednoj i šumarskoj praksi mogle bi rezultirati povećanim unosom gnojiva i pesticida u podzemne i površinske vode.

Treba naglasiti kako će se menadžeri vodnim resursima suočiti s novom promjenljivom klimom. Planeri će stoga morati provjeriti dugoročnu pouzda-

nost postojećih i planiranih rješenja. Posebna pažnja morat će biti posvećena smanjenju prihranjivanja podzemnih voda u ravničarskom dijelu Hrvatske. Radi se o području istočne Hrvatske između rijeka Save, Drave i Dunava. U tom je području površinsko otjecanje značajno niže u usporebi s evapotranspiracijom i infiltracijom što znači da vertikalna hidrološka komponenta prevladava u usporedbi s horizontalnom. Tijekom posljednjih pedesetak godina režim voda ovog područja drastično je izmijenjen. Razina podzemnih voda smanjena je, što je utjecalo na pouzdanost opskrbe vodom. Proces smanjenja površinskih i podzemnih voda u ovoj regiji dugotrajan je, a teško ga je zaustaviti. Moguće promjene klime imat će negativan utjecaj na njega. Zbog prethodno spomenutog, ali također i zbog povećanja crpljenja podzemnih voda, kao i izgradnje guste mreže odvodnje za potrebe poljoprivrede proizvodnje, stanje u regiji u budućnosti može postati kritično. Planirana izgradnja velikih regionalnih sustava opskrbe vodom, izgradnja hidroelektrana u donjem toku Drave i Dunava, a posebno moguća izgradnja višenamjenskog kanala Dunav-Sava (za plovidbu i navodnjavanje), u kombinaciji s promjenama klime, može uzrokovati vrlo opasne posljedice.

Razina podzemne vode na desnoj obali Save u području grada Zagreba smanjuje se u posljednjih pedesetak godina. Ovaj fenomen moguće je objasniti izvođenjem brojnih protuerozijskih mjera u slivu, izgradnjom različitih brana i regulacijskih radova na rijeci Savi i njenim pritocima, uključujući i gradnju nasipa, ali i mogućim promjenama klime. Promjene su posebno značajne na sektoru Save u samom gradu Zagrebu, gdje je naniži godišnji vodostaj u posljednjih trideset godina pao za 200 cm. Ovo uzrokuje velike probleme u opskrbi grada vodom tijekom niskovodnih razdoblja koja su najčešća ljeti.

### 7.3.6. Prilagodba

Veliki je problem i postojanje značajnog vremenskog razmaka između trenutka prepoznavanja utjecaja promjena klime i trenutka kada će eventualno poduzete mjere biti učinkovite. Radi se o vremenskom razdoblju reda veličine od 30 do 50 godina.

Tehnički je moguće zaštititi ugrožena područja, prilagođavajući sustav upravljanja vodama na takav način da glavne njegove funkcije za to područje budu zadržane. Ekonomski i okolišni će utjecaj vrlo često zaštitnu strategiju učiniti neizvedivom i neprihvatljivom. Zbog toga će trebati razviti različite strategije i odabrati najbolju. Kako bismo bili u mogućnosti odabrati utjecaj promjene klime, isti trebaju biti opisani u skladnom i dosljednom skupu kategorija. Procjena opisanih učinaka je pokazala kako utjecaji mogu biti opisani u sljedećih četiri glavnih kategorija:

- (1) Ekonomski učinci (gubici vlasništva i gubici proizvodnje, koštanje poduzetih mjera);
- (2) Javno zdravlje (sigurnost, mogućnost opskrbe hranom);
- (3) Socijalni aspekt (nezaposlenost, preseljenje, gubitak javnih koristi);
- (4) Administrativni vid (zakonski problemi, kompetentnost i pravosuđe, administrativne granice).

Problemi s vodnim resursima uzrokovani promjenom klime trebaju biti rješavani postupno, s velikom strpljivošću, uz prihvaćanje načela opisanih sljedećim osnovnim konceptom:

- (5) Svaka rijeka i regija su jedinstveni;

- (6) Upravljanje riječnim slivom i vodama treba koristiti ljudima, podizati kakvoću njihovog života, ali i interakciju s okolišem;
- (7) Potrebe i prioritete za različitu uporabu voda u slivnom području ili sustavu kao i pogodnost sustava za ta posebna korištenja, variraju u prostoru i vremenu;
- (8) Lokacija riječnog ili regionalnog sustava zajedno s čimbenicima kao što su klima, stanovništvo, hrana i agrotehničke potrebe, stupanj industrijalizacije i raspoloživost prirodnih resursa diktiraju najpogodniju politiku integralnog upravljanja vodama.

U cilju primjene ovih važećih načela u praksi, neophodno je ispuniti brojne pretpostavke. Od najvećeg je značenja stvoriti zakonske i administrativne okvire za nacionalnu i međunarodnu kooperaciju i u isto vrijeme organizirati, tj. rekonstruirati i osuvremeniti postojeće, ali na nekim rijekama i/ili regijama nedovoljne, monitoringe količina i kakvoća vode.

Od jednakog je značenja osigurati stabilnu izmjenu informacija i stvoriti institucije i prostor gdje će biti moguća javna i otvorena rasprava između svih partnera u procesu. To je jedini put za kreiranje dugoročne strategije učinkovitijeg upravljanja vodnim resursima u promjenjivom okolišu, uvažavajući načela održivog razvoja.

Postoji potreba za većom pažnjom i razumijevanjem uloge suša i poplava u Hrvatskoj, koje mogu biti uzrokovane mogućim promjenama klime. Znanja o procjeni i o ublažavanju te strategijama odgovora, vezanih uz povećanje suša i poplava moraju u Hrvatskoj biti značajno produbljena. U tom smislu treba podržati istraživačke kapacitete na nacionalnoj i regionalnoj razini. Neophodno je što prije pripremiti pregled tehnologija te tradicionalnih međunarodnih i lokalnih znanja o ublažavanju suša i poplava.

Studija utjecaja očekivanih klimatskih promjena može biti korištena za dugoročno planiranje i za planiranje velikog prostornog obuhvata. Nacionalne institucije u suradnji s lokalnim institucijama moraju izraditi popis ugroženih područja i studije utjecaja. Glavni elementi su:

- (1) Pretpostavke planiranja i upravljanja;
- (2) Istraživanja i studiranja prirodnih sustava koji će biti ugroženi;
- (3) Prepoznavanje i procjenjivanje utjecaja te određivanje mjera za njegovo ublažavanje;

Moguća rješenja uključuju prilagodbu na licu mjesta, ali i prostorno ili vremenski odmaknute opcije rješenja. Odgovori na očekivane utjecaje mogu biti tehnički, prirodni (nadmještanje gubitaka ili oštećenih resursa) te nestrukturalni (promjena načina korištenja područja ili resursa). Niti jedan veći projekt ne bi mogao biti ostvaren ako se ne uzmu u obzir rezultati studije klimatskih utjecaja.

Glavno pitanje procjene utjecaja klimatskih promjena odnosi se na određivanje budućih potreba za vodom. Promjene klime mogu posebno značajno utjecati na agrotehnički i ekonomski razvoj regije i države te stoga treba voditi računa o prilagodbi i razvoju agrotehničkih sustava. U razmatranje se mora uzeti u obzir razvoj sustava vodnih resursa i prilagodba strategije upravljanja vodama. Nova politika treba biti usmjerena ka stvaranju elastičnijih i otpornijih vodnogospodarskih sustava i agrotehničkih sustava u cilju postizanja održivog razvoja.

Osnovna načela koja čine polazište za plan akcija prilagodbe na promjene klime su:

1. Strategija razvoja upravljanja vodama u Hrvatskoj;
2. Vodoprivredna osnova Hrvatske (izrada u tijeku);

### 3. Analiza postojećeg stanja i mogućeg utjecaja promjene klime korištenjem različitih scenarija promjena.

Nacionalni plan aktivnosti prilagodbe promjenama klime, zasnovan na prethodno iznesenim principima, sastoji se od niza ciljeva. Za njihovo ostvarenje potrebno je izraditi smjernice, da bi se osiguralo postizavanje svakog od ciljeva.

## 7.4. Posljedice klimatskih promjena i prilagodbe u šumarstvu

### 7.4.1. Uvodno

Promjena klime koja se očituje u povećanju ili smanjenju klimatskih pokazatelja i pojavi klimatskih ekscesa mogu izazvati promjene šumskih staništa. U slučaju pogoršanih stanišnih uvjeta slijedi fenotipska prilagodba i selekcija uz pojavu bolje prilagođenih ekotipova, prevlast do tada potištenih vrsta, migracije vrsta kao i propadanje i sušenje onih vrsta koje se ne mogu prilagoditi nastalim stanišnim uvjetima.

Klima je kompleksan sustav koji se može raščlaniti na niz parametara. Među najznačajnijim klimatskim parametrima su temperatura, oborine, insolacija, naoblaka i vjetrovi.

Najvažniji čimbenici koji uvjetuju razvitak, sastav i raspored šumske vegetacije su tlo i klima. Ako je razvoj šumske vegetacije pod prevladavajućim utjecajem klime radi se o klimatogenoj, a pod utjecajem tla o edafogenoj vegetaciji. Klimatogena vegetacija koja se razvija pod prevladavajućim utjecajem opće zonalne klime naziva se klimazonalna vegetacija. Hrvatska je zemlja s vrlo razvijenim reljefom te se šumska vegetacija raščlanjuje na vertikalne vegetacijske pojaseve, a oni se raščlanjuju na horizontalne vegetacijske zone. U uvjetima koji vladaju u Hrvatskoj na ovim geografskim širinama za svakih 100 m relativne visine prosječna temperatura smanjuje za 1° C, a temperaturne razlike između dva susjedna pojasa za iznos od 3° C (Trinajstić, 1998.).

Šumarstvo kao i poljoprivreda prilagođavaju se prosječnim klimatskim stanjima i odstupanjima. Dugotrajnija odstupanja od meteorološke normale mogu znatnije utjecati na stanje šuma.

### 7.4.2. Utjecaj klimatskih promjena na strukturu i razvoj šumskih ekosustava u Hrvatskoj

Šumu čini tlo koje je suvislo obraslo drvećem, grmljem i prizemnim raščem, gdje se trajno proizvodi drvna masa i održavaju općekorisna dobra iskazana u ekološkim (zaštitnim) i društvenim (socijalnim) funkcijama šuma, a gdje do punog izražaja dolazi ravnoteža i uzajamni odnosi između životnih zajednica (biljaka, životinja, mikroorganizama) i staništa (tlo, klima). Šuma je složen ekosustav u kojemu vlada dinamična ravnoteža između svih njegovih članova, kao i šumskog tla i klime koja ga okružuje.

U šumama je potrebno održavati biološku raznolikost što će osigurati njihovo dobro funkcioniranje i stabilnost. Uzgajanje šuma je potrebno usmjeriti na što veću proizvodnju gospodarskih i općekorisnih dobara, a istodobno i zbog vezanja ugljikovog dioksida što doprinosi smanjivanju efekta staklenika.



U današnjim vrlo slozenim ekološkim prilikama mnogi šumski ekosustavi izgubili su stabilnost te propadaju. Razlozi takvom stanju su poremećaji u režimu vlaženja zbog pada razina podzemnih i izostanka poplavnih voda, pojave ekstremnih sušnih godina s povišenim godišnjim i višegodišnjim srednjim temperaturama. Onečišćenje zraka, vode i tla također pogoršava prilike za rast i razvoj šuma. U takvim nepovoljnim prilikama najčešće se suše vrste koje čine klimatogene zajednice. Obično su to gospodarski i ekološki najvrednije vrste, uske ekološke valencije posebice s obzirom na vlagu i temperaturu.

Gotovo sve šume u Hrvatskoj prirodne su strukture te se ističu biološkom raznolikošću koju odlikuje više vrsta drveća i grmlja. Sušenjem najugroženijih vrsta, njihovo mjesto u strukturi zauzimaju vrste koje imaju širu ekološku valenciju i bolji način prilagodbe novonastalim prilikama.

Istraživanja utjecaja promjene klime na strukturu i razvoj šumskih ekosustava u Hrvatskoj provedena su na tri ekološki i vegetacijski različita i međusobno udaljena područja s različitim šumskim zajednicama u kojima su utvrđene stanišne promjene. U svakom od istraživanih područja došlo je do sušenja i propadanja šuma, te su u njima izmjerene i strukturne promjene. Prva istraživanja provedena su u sjevernoj Hrvatskoj, nizinskom području uz rijeku Dravu koje obilježava šuma topole, vrbe i crne johe. Zatim u širem području grada Zagreba, u šumama hrasta lužnjaka i središnjem, planinskom dijelu Hrvatske, Gorskom kotaru, području koje obilježavaju šume jele i bukve. Istraživanja područja se nalaze pod prevladavajućim utjecajem kontinentalne klime.

**Podravina (sjeverna Hrvatska)** - Istraživanja u ritskim šumama topola i vrba obavljena su u gornjoj Podravini, u gospodarskoj jedinici "Varazdinske podravske šume". Ta gospodarska jedinica je 1970. godine imala površinu od 2350 ha da bi u razdoblju od 12 godina izgubila šumsku površinu od 560 ha. Glavni razlog sušenja bilo je snižavanje razina podzemnih voda. Voda je u ovim sastojinama prevladavajući ekološki čimbenik značajan za život sastojina bijele vrbe, bijele i crne topole, bijele johe, crne johe, hrasta lužnjaka i ostalih vrsta. One su se rasporedile na ovom prostoru onim redosljedom koji uvažava ekološke zahtjeve svake vrste za kakvoćom tla i intenzitetom vlaženja.

**Šire područje Zagreba** - Istraživanja u području nizinskih šuma hrasta lužnjaka provedena u gospodarskoj jedinici "Kalje", gdje se dogodilo katastrofalno sušenje hrasta lužnjaka. Samo u razdoblju od 1982. do 1986. godine osušilo se 176451 m<sup>3</sup> drvene mase od čega na hrast lužnjak otpada 98,5 posto. Istraživanja su obavljena na 9 lokaliteta, u sastojinama različitog intenziteta sušenja i pomlađivanja.

**Gorski kotar** - Istraživanja u prebornim šumama bukve i jele obavljena su na području Gorskog kotara, u gospodarskoj jedinici Brloško šumarije Fužine. U tom području je došlo do katastrofalnih sušenja jele, koja su posebice bila intenzivna u zadnjih dvadesetak godina.

### **Meteorološki pokazatelji u području sušenja šumskih ekosustava Hrvatske**

Za sva tri navedena područja provedena je analiza klimatskih podataka. Korišteni su podaci Državnoga hidrometeorološkog zavoda. U razdoblju od 1961. do 1994. prosječne godišnje temperature porasle su za 0,8° C, a prosječne temperature vegetacijskoga razdoblja za 0,7° C u području sjeverne Hrvatske (Podravina) i središnjem dijelu (Gorskom kotaru). Kada je riječ o količini oborinama, prosječne godišnje oborine niže su za 149,5 mm ili 17,1 posto prosječne vegetacijske za 138,7 mm ili 27 posto u istim područjima. Istovremeno mjerene temperature u širem području grada Zagreba pokazuju snižavanje prosječnih godišnjih temperatura. Prosječne temperature za vegetacijsko razdoblje su se u jednoj postaji snizile za 0,4° C, a u drugoj povisile za 0,8° C. Dok su se na jednoj postaji oborine smanjile za 84,1 mm na drugoj su se povećale za 84,5 mm.



Osim povećanja prosječnih godišnjih temperatura i smanjenja oborina, na sušenje nizinskih šuma topola i vrba značajno su utjecale i izgrađene akumulacije. Uz akumulacijska jezera razina podzemnih voda je porasla i očigledno je sušenje šuma topola i vrba dok je u udaljenijim područjima došlo do pada razina podzemnih voda što je utjecalo na sušenje hrasta lužnjaka.

Zabilježeno sušenje jele je posljedica dužih klimatski sušnih razdoblja ali i onečišćenja zraka do kojeg dolazi daljinskim transportom.

### **Promjene u strukturi šuma na područjima sušenja**

**Podravina (sjeverna Hrvatska):** Prema podacima o strukturi sastojina topola i vrba u kojima je došlo do sušenja i povećanog pridolaska "sporednih" vrsta drveća, uočava se veza između promjena temperature, oborina i vodnoga režima s pojavom sušenja. Na tom se području najviše suše vrba, crna i bijela topola, bagrem, hrast lužnjak i crna joha. U slučaju pada razina podzemnih voda najviše se suši bijela vrba te imamo pojavu pomaka prema "dolje", a to znači da se na njeno mjesto i staništa naseljava bijela joha, na čije mjesto dolaze topole i tako redom. U slučaju podizanja razina podzemnih i poplavnih voda imamo pojavu pomaka prema "gore", jer se pojačano suše vrste koje nastanjuju mikrouzvisine i grede, a vrba zauzima površine na kojima je bila bijela joha i topola, koje zauzimaju više predjele.

U tom dinamičnom procesu nestajanja i pridolaska pojedinih vrsta drveća i zajednica uočava se pojava nekih vrsta koje su do sada imale sporednu ulogu u strukturi ovih sastojina. To je prije svih značajnija pojava bijele johe, sremze i brijesta veza. Njihova je uloga u ovim sastojinama vrlo velika, posebno glede oblikovanja horizontalne i vertikalne strukture, sastojinske mikroklike kao i pionirska uloga u svezi povratka glavnih vrsta drveća.

Iz svega navedenoga možemo zaključiti kako se sastojine na području **ritskih šuma** prilagođavaju klimatskim i ostalim ekološkim promjenama koje utječu na njihovo sušenje i propadanje. U tom slučaju mjesto glavnih vrsta drveća s užom ekološkom valencijom zauzimaju vrste šire ekološke valencije koje su u tim sastojinama do sada imale "sporednu" gospodarsku ulogu. S tom se pojavom smanjuje gospodarska vrijednost ovih sastojina, ali se u daleko manjoj mjeri smanjuju općekorisne funkcije šuma (ekološke i socijalne).

**Šire područje Zagreba:** U području izmijenjenih klimatskih uvjeta, došlo je do uočljivih i dokazanih promjena glede spuštanja razina podzemnih voda, kao i zamočvarenja i povećanja toksičnog ugljikovog dioksida (CO<sub>2</sub>) u tlu. Promijenjenim stanišnim prilikama doprinijelo je ulijevanje poplavnih voda iz obližnje rijeke i njeno dugo zadržavanje u šumi. Te promjene uvjetuju fiziološko slabljenje hrasta lužnjaka, a uz već navedene klimatske promjene i do ubrzanog sušenja i propadanja hrastovih šuma.

Istraživanja strukture šuma hrasta lužnjaka pokazala su da se nakon sušenja hrasta lužnjaka na posušenim površinama prirodno pomlađuje u manjoj mjeri hrast lužnjak, a obilno poljski jasen i crna joha. Ta se pojava može objasniti prilagodbom higrofilnijih vrsta, poljskoga jasena i crne johe, na povećane uvjete vlažnosti. Umjesto hrasta lužnjaka, klimatogene, glavne vrste drveća s uskom ekološkom valencijom u odnosu na vlagu u tlu, obilno se javljaju vrste drveća kao što su poljski jasen i crna joha, koje imaju široku ekološku valenciju s obzirom na vlagu tla. U ovom je slučaju došlo do promjene sastojinskog oblika ovih šuma, jer se umjesto šuma hrasta lužnjaka pretežito formiraju šume poljskoga jasena i crne johe. Na taj se način donekle smanjuje gospodarska vrijednost ovih šuma, a u manjoj mjeri opće korisne funkcije.

**Gorski kotar:** Prosječne godišnje i vegetacijske temperature u području šuma jele povećale su se za 1.3° C odnosno 1.8° C, dok su se prosječne godišnje i vegetacijske oborine smanjile za 592,6 mm, odnosno 265 mm. Kako je jela veoma osjetljiva (s uskom ekološkom valencijom) s obzirom na temperaturu i vlagu, te ostale fakore uvjetovane onečišćenjem zraka koji su prisutni na tom području, došlo je do katastrofalnog sušenja stabala jele.

Povećanje temperature i smanjenje količine oborina ide u prilog običnoj bukvi koja sve više zauzima mjesto sastojina jele. Na ovaj smo način od mješovitih prebornih sastojina jele i bukve u kojima je normalni odnos jele i bukve 70 posto: 30 posto u korist jele, dobili skoro čiste bukove sastojine. Takva staništa se sve više prirodno pomlađuju bukvom.

**Provedena istraživanja ukazuju nam na to da će promjena klime znatno utjecati na vrste drveća uske ekološke valencije kao što je jela i hrast lužnjak. Prilagodbe se već danas mogu zamijetiti kod jele, koja se nalazi na rubu svog prirodnog areala prema sredozemnoj klimi, gdje se ona prilagodila toplijim prilikama u šumi jele i crnog graba na padinama Biokova.**

Promjene u šumama imati će odraza na biološku raznolikost, pri čemu može doći do dodatnog ugrožavanja vrsta koje su od opće ekološkog značaja.

### 7.4.3. Utjecaj klimatskih promjena na pojavu šumskih požara

Republika Hrvatska je većim dijelom svoje površine i mediteranska zemlja, te je svakako jedan od najvažnijih mogućih utjecaja klimatskih promjena u smislu globalnog zatopljenja, nastanak požara u priobalnom području. Od ukupno opožarene površine u 2000. godini na visoke šume bjelogorice i crnogorice otpada 26 posto površine. Na područje krša otpada cca 1059110 ha površine šuma i šumskog zemljišta, od toga je 870010 državnih šuma i šumskog zemljišta, te privatnih 189100 ha.

U posljednjih deset godina prosječno je godišnje bilo 330 požara, i prosječno godišnje je opožareno 19.164 ha površine šuma i šumskog zemljišta od čega se najveći broj (90 posto požara pojavio u području Mediterana - krša.

Prema podacima o požarima vidi se da je po broju nastalih požara i površini koja je opožarena godina 2000. bila rekordna. Pojavilo se 706 požara i opožarena je ukupna površina od 68171 ha šuma i šumskog zemljišta. Najveći broj požara

Tablica 7-7.: Broj požara od 1992. do 2000. godine

GODINA	UKUPNO (ha)	BR.	DRŽAVNO (ha)	BR.	OSTALO (ha)	BR.
1992.	11 130	325				
1993.	20 156	372	9 673	248	10 483	124
1994.	7 937	181	3 479	92	4 458	89
1995.	4 650	109	535	69	4 115	40
1996.	11 210	305	6 790	196	4 420	109
1997.	11 122	305	5 543	169	5 579	136
1998.	32 055	441	11 320	213	20 735	228
1999.	6 053	223	2 367	93	3 686	130
2000.	68 171	706	39 875	441	28 296	295

dogodio se na kršu i to 590. Godina 2000. bila je zabilježena i po izuzetno visokim dnevnim temperaturama zraka što je značajno utjecalo na pojavu požara.

Tablica 7-8.: Broj požara po mjesecima

	ukupno	krš
Siječanj	6	6
Veljača	46	28
Ozujak	72	35
Travanj	12	1
Svibanj	13	12
Lipanj	93	82
Srpanj	143	135
Kolovoz	299	271
Rujan	20	19
Listopad	1	0
Studen	0	0
Prosinac	1	1
ukupno	706	590

Iz tablice 7-8. se vidi da se najviše požara pojavilo tijekom ljetnih mjeseci i to tijekom srpnja i kolovoza ukupno 406 požara. U tim mjesecima, u danima s najvećim brojem požara zabilježene su i najviše dnevne temperature zraka. U srpnju mjesecu, u danima pojave požara zabilježena je prosječna temperatura zraka od 28,5° C a u kolovozu 31,6° C. Uz visoke temperature širenju požara značajno su doprinijeli i vjetrovi.

#### 7.4.4. Mjere za ublažavanje posljedica klimatskih promjena na šume

Stručne šumarske institucije Republike Hrvatske poduzimaju sve mjere kako bi se ublažile štete od propadanja i sušenja šuma, prirodnom obnovom, a gdje se to ne može, unošenjem autohtonih vrsta drveća i to posebno vrsta koji nedostaju u strukturi šumske zajednice a pripadaju njenom staništu (Matić, 1989.).

Istrazivanjima paleo i recentne klime u Republici Hrvatskoj dokazano je da sekućarke ili promjene klime u dugim razdobljima nisu negativno utjecale, niti zatopljenjem niti zahlađenjem, na sastav klimazonalne vegetacije (Trinajstić, 1998.). Te promjene su samo uvjetovale pomicanje vegetacijskih pojasa u smjeru od manjih nadmorskih visina prema većima (zatopljenje) i obrnuto (zahlađenje). Na temelju takvih spoznaja može se očekivati da će i buduće prirodne promjene klime ili promjene nastale neposrednim ili posrednim utjecajem čovjeka također uvjetovati pomicanje klimazonalnih vegetacijskih oblika u smjeru u kojem se mijenja klima (Matić i sur., 1998a, 1998b, Trinajstić, 1998.). U tom slučaju će se kod povećanja srednje godišnje temperature za 1 ili 2 stupnja pomaknuti donja granica šuma bukve i jele od 650 m na 700 ili 750 m nadmorske visine. Slično će se ponašati i šume hrasta lužnjaka i kitnjaka. U mediteranskom dijelu šuma, crnogorična vegetacija će se pomaknuti prema sjeveru ili unutrašnjosti ovisno o tome koliko će se srednja minimalna temperatura ispod 2° C povisiti na 2° C ili više.

Pretpostavlja se da povećanje koncentracije CO<sub>2</sub> u atmosferi ne bi značajnije utjecalo na šumske ekosustave jer bi se povećala njegova asimilacija, a to znači i proizvodnja gospodarskih i općekorisnih funkcija šuma. To potvrđuju i istraživanja Spiekera i sur. (1996.) i Bachmana (1997.) koja su pokazala da je u posljednjih 40 godina u cijeloj Europi, uz iznimku Skandinavije i alpskih zemalja, došlo do povećanja prirasta u šumama, čemu je doprinijelo i povećanje ugljikovog dioksida u atmosferi.

Kod procjene mogućeg utjecaja globalne klime na šumsko tlo, potrebno je istaknuti da se tlo smatra stabilnim dijelom šumskog ekosustava i da treba razlikovati njegova teško i lako promjenjiva svojstva. Među lako promjenjiva svojstva se ubrajaju akumulacije i procesi dekompozicije organskih tvari, vlažnost tla i sastav otopine tla. Promjene procesa u tlu, a time i njegovih svojstava, odvijaju se većinom posredno s promjenama vegetacijskog pokrova. Značajan pokazatelj promjene procesa u tlu je viša koncentracija ugljikovog dioksida u tlu, što može imati utjecaja na fiziološke procese biljaka i njihov opstanak.

Klimatske promjene, obilježene prosječnim povećanjem temperatura zraka i smanjenjem oborina, utječu na sušenje i propadanje, posebno glavnih vrsta drveća koje istovremeno imaju i usku ekološku valenciju. Povećanje koncentracije ugljikovog dioksida u atmosferi uz druge klimatske, klimatsko edafske i edafske promjene, dodatno negativno utječu na šumske ekosustave u Republici Hrvatskoj. Rezultat tih promjena je pojava i sve veći udio vrsta šumskog drveća sa širom ekološkom valencijom, a koje do tada najčešće nisu imale prevladavajuću ulogu ni udjel u strukturi osušenih sastojina. Na taj se način donekle smanjuje gospodarska vrijednost šuma, ali se značajnije ne smanjuju njihove općekorisne funkcije (ekološke i socijalne) ni šanse za njihov opstanak.

## 7.5. Utjecaj i prilagodbe klimatskih promjena u poljoprivredi

### 7.5.1. Uvodno

Najavljene i predviđene klimatske promjene novi su izazov, koji pred poljoprivrednu znanost i praksu postavlja do jučer nepoznate zahtjeve. Za opskrbu hranom na Zemlji u narednih pedeset godina proizvodnju hrane treba utrostručiti i u tom razdoblju proizvesti istu količinu hrane kao u prethodnih 8.000 godina. Nesumnjivo, to nije moguće ostvariti osvajanjem novih proizvodnih površina, jer njih naprosto nema, pa povećanje proizvodnje po jedinici površine ostaje jedini put k rješenju toga problema.

Na drugoj strani pritisak na tlo već je velik, a sve procjene govore da ako bi se povećanje proizvodnje tražilo prakticiranjem suvremene - intenzivne poljoprivrede, posljedice oštećenja okoliša, napose tla i vode, postale bi teško rješiv problem. Osim toga, scenariji koji ukazuju na pravce promjene klime, te s njima predviđene promjene temperature i oborina dodatno će, ako se ostvare, utjecati na poljoprivredu kao djelatnost koja ima svoje zakonitosti. Uz planirano povećanje broja stanovnika planeta Zemlje, globalno smanjenje poljoprivredne proizvodnje imalo bi velikog utjecaja na cjelokupnu populaciju. Zbog toga i najavljenju promjenu klime treba uvažiti kao čimbenik koji će dodatno utjecati na formiranje novog pristupa u pitanju proizvodnje hrane.

## 7.5.2. Utjecaj na tlo

Pogodnost tla za poljoprivredu ograničena je s kakvoćom tla, klimom i reljefom. Globalna strategija budućeg razvitka poljoprivrede oslanja se upravo na optimalno korištenje tla, koje podrazumijeva primjenu visoke tehnologije na najboljim poljoprivrednim tlima, kako bi se zaštitile površine tla manje podobne za poljoprivredu, te prirodna vegetacija i životinjske vrste. Međutim, i takva, manje ili više intenzivna tehnologija, nužno se mora uskladiti sa zahtjevima za održivom poljoprivredom i za održivim gospodarenjem tлом, uz uvažavanje mogućih pravaca promjene klime u pojedinim agroekološkim cjelinama Hrvatske.

Na temelju postojećih scenarija o promjeni klime u Hrvatskoj posebno su značajni procesi zagrijavanja prizemnog sloja atmosfere, što će kao posljedicu imati i više temperature tla. Drugi značajan čimbenik koji će imati veliki utjecaj na indikatore održivog gospodarenja tлом je i povećana količina oborina. Povišene temperature i povećana količina oborina bitno će utjecati na biološke, kemijske, a samim tim i na fizikalne značajke tla. Pravci tih promjena mogu se tek naznačiti, pri čemu bi za detaljniju analizu trebalo provesti ciljana istraživanja o utjecaju povećanih temperatura i oborina na sve relevantne pedogenetske procese.

U tablici 7-9 su prikazani mogući utjecaji na eroziju tla u uvjetima povećanja i smanjenja oborina prema usjevima i prema mjesecima u godini. Poznato je da se za neki usjev opasnost od erozije mijenja sa stadijem razvitka usjeva. Uobičajeni zahvati obrade tla za neku kulturu provode se u okviru sustava obrade tla, pri čemu se vrijeme kada je tlo posebno izloženo eroziji može unaprijed odrediti.

## 7.5.3. Utjecaj i osjetljivost u uzgoju bilja

Utjecaj promjene klime na različite poljoprivredne kulture nemoguće je u potpunosti odrediti. Ipak, na temelju postojećih scenarija izračunati su podaci o mogućoj promjeni bilance vode u tlu, te datumi uzlaza i silaza temperature zraka od 5, 10, 15 i 20° C za po jednu meteorološku postaju koja predstavlja nizinsku, gorsku i obalnu Hrvatsku. Na temelju analize tih podataka, moguće je ukazati na različitost problema koji će se javiti u pojedinim agroekološkim cjelinama Hrvatske.

Pri razmatranju čimbenika koji utječu na uzgoj bilja u nekom području, a koji će se u budućnosti vjerojatno mijenjati pod utjecajem promjene klime, moguće je ukazati na one koji su obuhvaćeni postojećim scenarijima.

Osim promjene temperature i količine oborina očekuje se i znatna promjena koncentracije CO<sub>2</sub> u atmosferi, koja će također izravno utjecati na biljnu proizvodnju.

Ako se pretpostavi dvostruko povećanje koncentracije CO<sub>2</sub> u atmosferi može se, zahvaljujući fertilizacijskom učinku, očekivati određeni porast ukupne biljne mase različitih poljoprivrednih kultura. Zajedno s povećanjem produkcije biomase, očekuje se i odgovarajući porast organske tvari u korijenu. Zbog sporijeg razlaganja biomase korijena uvjetovanog povećanom koncentracijom CO<sub>2</sub> moglo bi se pretpostaviti trajno obogaćivanje tla organskom tvari, tako da bi sadržaj humusa u tlu također rastao. Ipak, utjecaj vezan uz povećanje kon-

Tablica 7-9.: Utjecaj erozije vodom na ratarske usjeve na nagnutim terenima u mozebitnim klimatskim promjenama

U S J E V	MJESEC											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>KUKURUZ</b> - Trenutno stanje oborina		+++	++-	---	---	---	--+					
Povećanje sume i intenziteta oborina		+++	+++	++	---	---	++					
Smanjenje sume i intenziteta oborina		+++	+-	---	---	---	---					
<b>SOJA</b> - Trenutno stanje oborina		++	+++	++	---	---	++	---				
Povećanje sume i intenziteta oborina		+++	+++	++	++	---	++	++				
Smanjenje sume i intenziteta oborina		++	+++	++	---	---	---	---				
<b>ŠEĆERNA REPA</b> - Trenutno stanje oborina		++	++	+++	++	---	---	---	---			
Povećanje sume i intenziteta oborina		++	+++	++	++	---	---	---	---			
Smanjenje sume i intenziteta oborina		---	++	++	++	---	---	---	---			
<b>SUNCOKRET</b> - Trenutno stanje oborina		++	++	++	---	---	---					
Povećanje sume i intenziteta oborina		++	+++	++	---	---	++					
Smanjenje sume i intenziteta oborina		++	++	++	---	---	---					
<b>DUHAN</b> - Trenutno stanje oborina		++	+++	++	++	---	---					
Povećanje sume i intenziteta oborina		++	+++	++	---	---	---					
Smanjenje sume i intenziteta oborina		++	++	++	---	---	---					
<b>KRUMPIR</b> - Trenutno stanje oborina		++	++	++	++	---	---	---				
Povećanje sume i intenziteta oborina		++	+++	++	++	---	---	---				
Smanjenje sume i intenziteta oborina		++	++	++	++	---	---	---				
<b>ULJANA REPIKA</b> - Trenutno stanje oborina	---	++	---	---	---	---	++	++	---	---	---	---
Povećanje sume i intenziteta oborina	---	++	---	---	---	---	++	++	---	---	---	---
Smanjenje sume i intenziteta oborina	---	++	---	---	---	---	+	---	---	---	---	---
<b>OZIMA PŠENICA</b> i drugi strni ozimi usjevi - Tren. stanje	---	++	---	---	---	---	+	+	---	---	---	---
Povećanje sume i intenziteta oborina	---	++	---	---	---	---	+	+	---	---	---	---
Smanjenje sume i intenziteta oborina	---	++	---	---	---	---	+	+	---	---	---	---
<b>JARA PŠENICA</b> i drugi strni jari usjevi - Tren. stanje obor.		++	++	++	++	---	---					
Povećanje sume i intenziteta oborina		++	++	++	++	---	---					
Smanjenje sume i intenziteta oborina		++	++	++	++	---	---					
<b>TRAVNJACI PAŠNJACI</b> - Trenutno stanje oborina	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Povećanje sume i intenziteta oborina	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Smanjenje sume i intenziteta oborina	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

+++ izrazita erozija - kritična erozijska razdoblja; ++ - velika opasnost od erozije; +- - slaba erozija; --- zanemariva erozija

centracije CO<sub>2</sub> za uzgoj bilja bit će značajno uvjetovan promjenom režima temperatura i oborina.

Na temelju promjena temperature i oborina prema scenariju klimatskih promjena za Hrvatsku prema regionalnom modelu srednje globalne temperature u intervalu povjerenja 90 posto (scenarij I) i uz uvažavanje globalnih promjena (scenarij II) određena je bilanca vlage u tlu za Osijek prema metodi Thornthwaita.

Premda je Thornthwaitova metoda za proračun evapotranspiracije neizravna, te uključuje pretpostavku da se u tlu može uskladištiti maksimalno 100 mm vode, prednost izračuna bilance vode ovom metodom je u činjenici da su potrebni ulazni parametri upravo temperature i oborina. U svakom slučaju, izračun na temelju promjene srednje mjesečne temperature i mjesečne sume oborina za različite scenarije promjene klime pruža mogućnost za detaljnije raspoznavanje pravaca promjena koje će, ako se scenariji barem djelomično ostvare, sasvim izvjesno, bitno utjecati na uzgoj bilja. Analizom bilance vode u tlu za nizinski dio Hrvatske može se zaključiti da će modelima predviđeno povećanje temperature uvjetovati veću evapotranspiraciju. Premda se predviđa i povećanje količine oborina, ono neće biti dovoljno za zadovoljenje isparavanja vode kombiniranim procesima evaporacije i transpiracije. Zato će se u ljetnim mjesecima povećati vjerojatnost pojave sušnih razdoblja, što će, ako se ne osigura dovoljno vode za jare usjeve, presudno utjecati na smanjenje prinosa. Od ostalih komponenti bilance vode primjetno je za oba scenarija smanjenje sadržaja vode u tlu, kao i određeno smanjenje ukupnog godišnjeg viška vode.

Na primjeru bilance vode za nizinsku Hrvatsku može se pretpostaviti da će se manjak vode u ljetnim mjesecima do 2100-te godine povećati za 30 do 60 posto (33,6 posto prema scenariju I, te za 59,9 posto prema scenariju II).

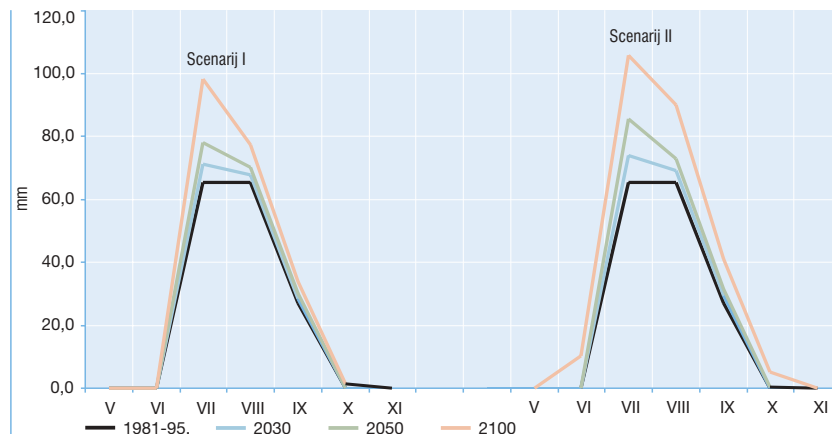
Premda su poznati brojni nedostaci proračuna utemeljeni na prikazanim scenarijima, smatralo se korisnim odrediti broj dana s kardinalnom temperaturom iznad 5, 10, 15 i 20° C, kako bi se moglo upustiti u analizu očekivanih promjena u uzgoju bilja pod utjecajem promjene klime.

Rezultati proračuna svakako su zanimljivi. Godišnji broj dana s temperaturom iznad 5° C bio bi 2100-te godine veći nego danas, i to u području nizinske Hrvatske za 35 do 84 dana. Kardinalna temperatura od 10° C trajala bi 25 do 41 dan duže nego danas, ona od 15° C 26 do 46 dana duže. I trajanje razdoblja s temperaturom iznad 20° C povećalo bi se, ovisno o scenariju, za 45 do 73 dana.

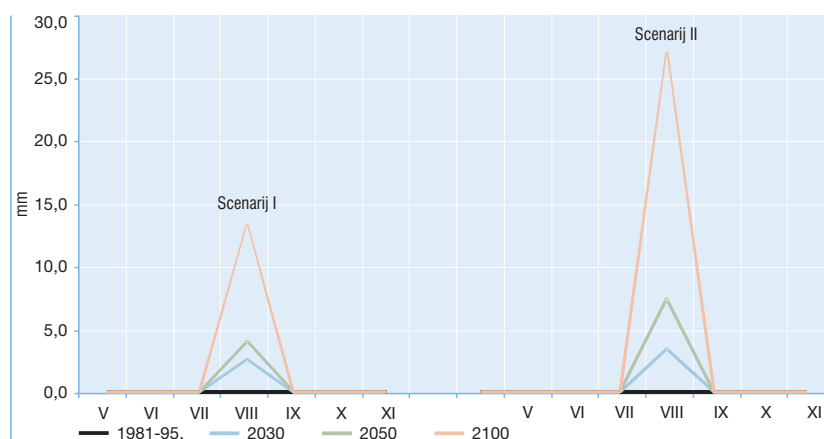
Na temelju ovih proračuna može se pretpostaviti kako će sjetva jarina započinjati ranije, a ovisno o mogućnostima osiguranja dovoljnih količina vode za navodnjavanje, vegetacija će trajati duže. Visina prinosa bila bi ograničena dužinom vegetacije, mogućnošću osiguranja dovoljnih količina vode za pojačanu evapotranspiraciju, te eventualnim stradavanjem usjeva od ranih proljetnih mrazeva, kao i od previsokih temperatura u ljetnim mjesecima. Ozimi usjevi imali bi povoljnije uvjete za rast i razvitak, pa bi se moglo očekivati i određeno povećanje prinosa. U ovakvim uvjetima, međutim, mogu se očekivati veći problemi u borbi protiv korova, bolesti i štetnika.

Jarine će biti ugrožene od nedostatka vode u ljetnim mjesecima (slika 7-9.), pa će, ako se ne osigura dovoljno vode za navodnjavanje, u pojedinim godinama smanjenje prinosa od posljedica suše biti znatno. Osim navodnjavanja, postoji određena mogućnost izbjegavanja negativnog utjecaja nedostatka vode, pri

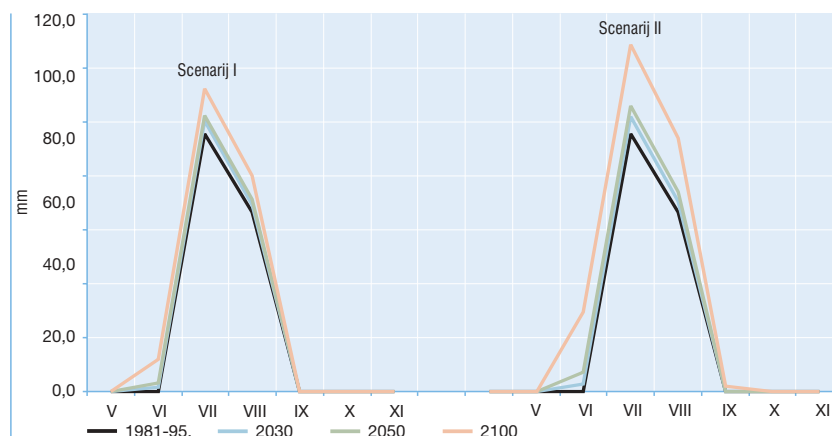




Slika 7-9.: Nedostatak vode u tlu prema različitim scenarijima na primjeru Osijeka



Slika 7-10.: Nedostatak vode u tlu prema različitim scenarijima na primjeru Gospića



Slika 7-11.: Nedostatak vode u tlu prema različitim scenarijima na primjeru Zadra

čemu su od presudnog značaja sustavi obrade tla prakticirani na nekom području, zatim rokovi sjetve, izbor odgovarajućeg sjemenskog materijala i dr.

U gorskim predjelima, gdje na temelju sadašnjih prosječnih vrijednosti bilance vode nema manjka, može se očekivati prosječni nedostatak vode tijekom kolovoza. Ovisno o scenariju, na prikazanom primjeru kretat će se u iznosu od 13,6 do 27,6 mm (slika 7-10.). Na temelju trajanja pojedinih kardinalnih temperatura može se pretpostaviti produženje vegetacijskog razdoblja za 25 do 45 dana, što bi moglo utjecati pozitivno na visinu prinosa ratarskih kultura. Više temperature zraka utječu na brže nicanje i brži prolazak pojedinih fenofaza. Pri usporedbi sa sadašnjim stanjem zrioba i žetva većine jednogodišnjih usjeva ubrzali bi se naj-

manje 15 - 25 dana. S druge strane, ubrzanje početnog porasta u proljeće utječe na povećanu opasnost stradavanja usjeva od mraza. Očekivani porast temperature trebao bi osigurati dovoljno topline za termofilne usjeve.

Proračun evapotranspiracije za Zadar na temelju prikazanih scenarija može poslužiti za procjenu promjena u obalnom području, te na otocima, gdje se očekuje još izraženiji nedostatak vode u tijeku ljetnih mjeseci. Na primjeru proračuna za Zadar može se očekivati povećanje nedostatka vode u tlu od 25,5 posto prema scenariju I, te za 56,5 posto prema scenariju II (slika 7-11).

Trajanje kardinalne temperature od 10° C povećalo bi se do 2100-te godine za 55 (scenarij I) do 90 dana (scenarij II). Prema drugom scenariju, trajanje temperature iznad 10° C bilo bi praktički cijelu godinu. U slučaju nemogućnosti osiguranja vode, dio problema vezanih uz sušu mogao bi se riješiti pomicanjem rokova sjetve u doba godine s dovoljnim količinama oborina.

Ne smije se zanemariti utjecaj ekstremno visokih temperatura na toplotni stres u pojedinim usjeva. Prema agroklimatskim pokazateljima proračunatim na temelju porasta temperature prema prikazanim scenarijima, bez značajno viših oborina i s očekivanim porastom evapotranspiracije, veći dio nizinskog i obalnog dijela Hrvatske biti će ugrožen sušama. Isto vrijedi i za ljetne mjeseci u gorskim predjelima, posebice ako se uvaži sposobnost tala na kršu za usklađivanje vode. Očekivano povećanje oborina može tek djelomično kompenzirati utjecaj pojačane evapotranspiracije uslijed povećanih temperatura. Uz osiguranje dovoljnih količina vode ili uz povoljan raspored oborina mogao bi se očekivati pozitivan utjecaj na prinos poljoprivrednih kultura u uvjetima povećanih temperatura.

#### 7.5.4. Utjecaj i osjetljivost u stočarstvu

Kako su domaće životinje puno osjetljivije na visoke temperature od čovjeka, treba ih određenim mjerama zaštititi kako bi mogle normalno proizvoditi. Stoga u budućnosti treba više pažnje posvetiti zaštiti životinja od visokih temperatura radi sprečavanja toplinskih stresova. Zbog svega navedenog kratko će biti prikazan menadžment zaštite domaćih životinja od toplinskog stresa koji je svake godine u Hrvatskoj sve izraženiji.

Domaće životinje imaju određene zahtjeve koji se odnose na klimu (i mikroklimu), od kojih su najvažniji: temperatura, vlaga zraka, svjetlost i koncentracije štetnih plinova. Optimalne temperature za većinu domaćih životinja u rasponu su 0-20° C, a relativna vlaga zraka 60-80 posto (Koller i sur., 1981.). Domaće životinje puno su osjetljivije na visoke nego na niske temperature, jer imaju zbog smanjenog znojenja (npr. govedo se znoji 90 posto mase nego čovjek, svinje se ne znoje) u odnosu na ljude značajno manju moć termoregulacije. Tako zona udobnosti za većinu životinja prestaje već pri temperaturi zraka višoj od 25° C. Ako je temperatura od 26° C povezana s visokom relativnom vlagom (95 posto) životinje već vrlo teško održavaju normalnu tjelesnu temperaturu. Kombinacija temperature i relativne vlage zraka naziva se temperaturno humidni indeks (THI), "discomfort index" ili "heat index" i mjera je udobnosti za domaće životinje.

Kako mikroklima u objektima za držanje domaćih životinja jako ovisi o vanjskoj klimi, ukratko ćemo prikazati glavne meteorološke pokazatelje za kontinentalni dio Hrvatske. Umjerenu kontinentalnu klimu Hrvatske obilježavaju dosta velike temperaturne amplitude. Zimske temperature često se

spuštaju ispod  $-20^{\circ}\text{C}$ , a ljeti dizu iznad  $35^{\circ}\text{C}$ . Najtopliji mjeseci u kontinentalnom dijelu Hrvatske su srpanj (srednja temperatura  $26^{\circ}\text{C}$  i relativna vlaga 71 posto) i kolovoz (srednja temperatura  $25^{\circ}\text{C}$  i relativna vlaga 76 posto). Temperatura viša od  $25^{\circ}\text{C}$  izmjerena je tijekom godine u 64 dana (prosjeak za posljednjih 20 godina), a temperatura viša od  $30^{\circ}\text{C}$  u 11 dana godišnje. Kako su ove temperature povezane s dosta visokom relativnom vlagom zraka (višom od 70 posto) može se reći da je u Hrvatskoj trajanje razdoblja u kojem su životinje izložene laganom toplinskom stresu relativno dugačko (40-84 dana godišnje). Trajanje izrazito jakog toplinskog stresa (termoregulacija je značajno narušena i opasnost je po zdravlje i život životinja) traje oko 3-20 dana godišnje.

Kako se iz navedenih podataka vidi klima kontinentalnog dijela Hrvatske relativno je pogodna za sve vrste domaćih životinja. S obzirom na relativno kratko razdoblje izrazito niskih temperatura (ispod  $-15^{\circ}\text{C}$ ) klima dopušta držanje većine domaćih životinja u jeftinim poluotvorenim ili objektima "vanjske klime".

### 7.5.5. Socio-ekonomski utjecaj

Primarna zadaća poljoprivrede je osiguranje dovoljne količine hrane za stanovništvo, proizvodnja prirodnih vlakana, te u novije vrijeme i proizvodnja energenata, uz istovremeno osiguranje dostatnog profita i novčanih sredstava za život poljoprivrednika. Međutim, poljoprivreda i korištenje tla u poljoprivredi, utječu kompleksno na ukupan život neke zajednice, i to putem neproizvodnih učinaka - oblikovanja krajobraza, čuvanja tradicije i kulturnog naslijeđa, čuvanja okoliša, stvaranja uvjeta za turističku djelatnost i dr. Postizanje visokog stupnja samodostatnosti u osiguranju dovoljnih količina poljoprivrednih proizvoda važno je za samostalnost - integritet, socijalnu, kulturnu, političku i gospodarsku stabilnost svake zemlje. Poljoprivreda i korištenje tla prema konceptu MFCAL (Multifunctional character of agriculture and land) uključuju tri međusobno isprepletene, a usko povezane uloge: 1) gospodarska uloga, 2) socijalna uloga i 3) ekološka uloga.

*Promjena klime i koncept "višeznačne uloge poljoprivrede i tla" u Hrvatskoj*  
S obzirom na agroekološke uvjete, u Hrvatskoj razlikujemo tri poljoprivredne regije: panonsku, gorsku i sredozemnu. Svaka od njih, zbog posebnosti tla i klime, ima i različit odnos između ruralnog, mješovitog i urbanog stanovništva. Uvažavajući prirodne uvjete i strukturu poljoprivredne proizvodnje u ove tri regije, kao i broj aktivnog poljoprivrednog stanovništva, prema konceptu "višeznačne uloge poljoprivrede i tla" potrebno je postupiti tako da se definiraju prednosti, nedostaci i posebnosti svake od njih. Ovisno o zemljopisnom položaju poljoprivrednog gospodarstva, postavlja se pitanje vrednovanja činjenice da netko živi u području koje se nalazi udaljeno od većeg naselja, da se nalazi dalje od tržišta, da gospodari na tlima manje plodnosti, ili da se posjed nalazi na većoj nadmorskoj visini, na udaljenom otoku i sl. Jedan od budućih ciljeva agrarne politike svakako bi trebao biti preciznije definiranje područja u kojima poljoprivredu treba posebno poticati. S obzirom na težnju Hrvatske za priključenjem Europskoj uniji predlažemo da se, u skladu s postojećim propisima u EU i u Hrvatskoj, odrede zone planinskih gospodarstava (mountain farms), te zone manje pogodnosti za poljoprivredu (LFA - less favourite areas).

**Ako se uvažavaju scenariji o promjeni klime prikazani u prethodnim poglavljima, za očekivati je razmjerno veliko pomicanje granica područja planinskih gospodarstava, te potrebu ponovnog definiranja područja manje pogodnih**

**za poljoprivredu. Postojeći trendovi u smanjenju broja ruralnih stanovnika vjerojatno će biti dodatno potaknuti promjenom klime, kako zbog većeg rizika u proizvodnji, tako i zbog teжих uvjeta za rad u poljoprivredi.**

## 7.5.6. Prilagodba u gospodarenju tlom

Prema Hakanssonu (1994.) kratkoročni je cilj pred istraživanjima u obradi tla povećati učinkovitost proizvodnih sustava, dok su dugoročni ciljevi održanje ili povećanje razine plodnosti tla i smanjenje utjecaja biljne proizvodnje na okoliš. Načini obrade tla komplementarni s održivim gospodarenjem tlom podrazumijevaju razvitak u pravcu sljedećih ciljeva:

- smanjenja potrebe za korištenjem agrokemikalija,
- smanjenja ispiranja hranjiva i ekološki rizičnih kemikalija,
- smanjenja oslobađanja plinova staklenika iz tla.

Ako se posebno razmotri problem gnojidbe, razlikuju se dva sustava održive poljoprivrede: ekološki i integralni. Ekološki sustav znači unošenje hranjiva bez primjene mineralnih gnojiva, i on kao takav, nije nezanimljiv, posebno u dijelu gospodarstava opredijeljenih za ovaj način gospodarenja.

Integralni sustav utemeljen je na korištenju interakcija između uvjeta za rast biljaka (tlo, klima), biološke sposobnosti usjeva i proizvodnih uvjeta, uključujući primjenu gnojiva i pesticida.

Održivo gospodarenje tlom imperativ je razvitka hrvatske poljoprivrede, kako bi se i budući naraštaji mogli koristiti blagodatima koje im ona pruža, a to je proizvodnja dovoljnih količina zdrave hrane na tlima sačuvane plodnosti.

Svijest o potrebi održivog razvitka već je prisutna, a nužno je iskoristiti sve znanstvene i stručne potencijale za osmišljavanje odgovarajućih istraživačkih programa i primjenu rezultata u praksi. Kao prvi korak u tom smjeru, postojeće podatke o tlima, ali i o rezultatima dosadašnjih istraživanja tla u nas, treba pohraniti u elektronskom obliku.

Korištenje suvremenih računalnih postupaka i modela stvara mogućnost računalnog modeliranja promjena u tlu, kako bi se održivo gospodarenje tlom moglo za svako područje Hrvatske precizno odrediti, a istovremeno, u slučaju znakova degradacije plodnosti tla, pravovremeno modificirati.

Primjenom rezultata znanstvenog rada mogu se ostvariti djelotvorni učinci u smjeru smanjenja troškova, uz istovremeno zadržavanje zadovoljavajuće razine plodnosti tla. Da bi se taj cilj postigao neophodan je multidisciplinarni pristup u rješavanju problema u gospodarenju tlom.

## 7.5.7. Prilagodba u uzgoju bilja

Za dobru i djelotvornu prilagodbu poljodjelstva klimatskim promjenama, dakako do mjere u kojoj je ona uopće moguća, treba poduzeti naredne korake:

- Pripremiti se za vlastitu proizvodnju ili nabavu strojeva i opreme za poljoprivredu, koji će omogućiti primjenu novih zahvata i novih načina obrade tla, prilagođenih izmijenjenim klimatskim prilikama, kao što je izostavljanje

obrade, izravna sjetva, minimalna obrada, obrada na humke, i drugi oblici konzervacijske obrade tla, prilagođeni višku ili nedostatku vode, jačim vjetrovima, kišama većega intenziteta od aktualne, višim temperaturama, i dr.

- Vrijeme izvedbe i dubinu pojedinih biljno-uzgojnih zahvata, kao što je obrada, sjetva, gnojidba, prihranjivanje, zaštita od biljnih nametnika, i dr., trebat će prilagoditi izmijenjenim klimatskim prilikama.
- Oplemenjivanjem kultura bilja - stvaranjem varijeteta i hibrida otpornijih na veću sušu ili pak povećanu vlagu osigurati stabilnu proizvodnju.
- Izbor i pravilna, izmijenjenim klimatskim prilikama prilagođena, izmjena ozimih i jarih usjeva, usjeva gustog sklopa i okopavina, kao i usjeva s dužim i/ili kraćim vegetacijskim razdobljem, u skladu s mogućim klimatskim promjenama.
- Osvajanje novih površina za poljodjelstvo, no te mogućnosti u Hrvatskoj nisu osobito velike i odnose se poglavito na močvarna područja koja imaju svoju posebnu ekološku ulogu i značaj.
- Reafirmaciju, odnosno ponovno uvođenje starijih, domaćih sorata kultura koje su nekada korištene u ovom podneblju.
- Drzimo posebno važnim naglasiti ulogu vjetra u našim prilikama. Naša je procjena da će vjetar imati važniju ulogu i utjecaj u slučaju klimatskih promjena. Erozijska tla vjetrovom koja je i do sada, premda zanemarivana, nanosila velike štete postat će još veći problem, osobito u području Podravine na pjeskovitim tlima te na području istočne Slavonije, Baranje i Srijema, na lakim tlima.
- Osim utjecaja na eroziju tla, vjetar će još snažnije utjecati na širenje onečišćenja emitiranih iz industrijskih područja, urbanih cjelina i prometnica u okoliš. Tako će dolaziti do pretjeranih onečišćenja na mjestima depozicije krutih čestica iz zraka. Sve su to razlozi koji opravdavaju našu pretpostavku da će vjetrobrani pojasi dobiti na značaju.
- Isto tako, vjetar će imati bitnu ulogu u salinizaciji/alkalizaciji tala u priobalnom području, kao i oštećenju poljoprivrednih usjeva zbog sve izraženije posolice.
- Zbog rečenih razloga na značaju će dobiti ekspozicija padine. Na sjevernim stranama bit će još više izražena erozija vodom, pa će trebati uskladiti plodored i zahvate obrade s novim uvjetima.

### 7.5.8. Prilagodba u stočarstvu

Potrebna je maksimalna briga o smještaju domaćih životinja, odnosno treba im osigurati dobru zaštitu od izravne sunčeve topline ljeti i suho toplo ležište (slamu) zimi. Izgrađeni objekti trebaju imati dovoljno velik volumen i efikasnu ventilaciju. Kako se većina domaćih životinja smanjeno znoji (ili se uopće

ne znoje) normalnu temperaturu tijela za topla vremena održavaju izdisanjem vodene pare. Zbog toga je u objektima gdje se drže životinje relativna vlaga zraka uvijek viša nego u vanjskom zraku. Kako visoka relativna vlaga zraka šteti zdravlju životinja, potrebna je dobra ventilacija (zimi i ljeti). Kako bi se osigurala optimalna relativna vlaga u objektu gdje se drže životinje ljeti je potrebno po UG (uvjetno grlo) osigurati oko 500 m<sup>3</sup> izmjene zraka na sat. Ovakvu ventilaciju moguće je osigurati samo u objektima “vanjske klime”.

Prikladan menadžment može značajno smanjiti negativan utjecaj visokih temperatura na proizvodnju životinja. Farmeri moraju biti spremni i znati koje sve mjere moraju poduzeti prije nego se pojave visoke temperature. Pritom moraju uvijek znati da toplinski stres kod životinja nastupa pri znatno nižim temperaturama nego kod čovjeka.

Dobar menadžment koji se u Hrvatskoj farmerima sugerira uključuje:

1. Zaštitu životinja od izravnog sunčevog svjetla osiguravanjem boravišta u sjeni ili u objektima s nadstrešnicama
2. Po potrebi u toplijim područjima (Dalmacija) dodatno rashlađivanje objekta (dodatna ventilacija-ugradnjom ventilatora u sustavu “wind tunnel”, krovni tuševi i dr.)
3. Obrokom osigurati adekvatnu opskrbu proteinima, energijom, mineralima i vitaminima
4. Ponuditi voluminoznu hranu visoke kvalitete
5. Životinje hraniti manjim obrocima više puta dnevno da bi se povećala konzumacija hrane
6. Hranidba životinja tijekom hladnijeg dijela dana
7. Po mogućnosti životinje po noći držati vani na paši
8. Dnevno odstraniti ostatke hrane
9. Opskrbiti životinje neograničenim količinama čiste, hladne pitke vode

### 7.5.9. Prilagodba i socio-ekonomski utjecaj

Koncept “višeznačne uloge poljoprivrede i tla” u Hrvatskoj može poslužiti za planiranje razvitka poljoprivrede u različitim poljoprivrednim regijama. Uz uvažavanje posebnosti vezanih uz tlo, podneblje, te tradiciju u uzgoju bilja i stočarstvu, potrebno je za svaku regiju Hrvatske izraditi projekciju razvitka poljoprivrede u skladu s proizvodnom, socijalnom, gospodarskom, te ulogom poljoprivrede u razvitku turizma. Naša poljoprivredna znanost nalazi se pred zadaćom iscrpne raščlambe svih, brojnih aspekata “višeznačne uloge poljoprivrede i tla” u različitim agroekološkim i gospodarskim uvjetima, odnosno poljoprivrednim regijama.

Sukladno s tim uvjetima potrebno je kreirati socijalno, gospodarski i ekološki prihvatljive i održive zahvate u poljoprivredi i gospodarenju tлом, **kako bi se i u uvjetima izmijenjenih klimatskih prilika ostvario temeljni cilj poljoprivrede Hrvatske - osiguranje dovoljne količine hrane za stanovništvo, uz istovremeno osiguranje dostatnog profita i novčanih sredstava za život poljoprivrednika.**

## 7.6. Utjecaj na biološku raznolikost i prirodne kopnene ekosustave

### 7.6.1. Uvod

Noviji pregledi utjecaja promjene klime na biološku raznolikost i kopnene ekosustave ukazali su na nekoliko glavnih trendova:

- vrste će različito reagirati na promjene klime, zbog međusobne različitosti u svojim kompetitivnim sposobnostima, migracijskim mogućnostima, odzivu na ometanja i dr. Stoga će nastati nove kombinacije vrsta. Ova “reorganizacija” u sastavu vrsta još uvijek ima nepoznate učinke na ekosustav u cjelini
- mnoge svojite bit će sposobne širiti se i mijenjati svoje areale dovoljno brzo prateći očekivane klimatske promjene, tako da će sačuvati relativno neprekinute i kontinuirane areale duž prirodnih ekosustava
- ovisno o veličini klimatskih promjena, ostali ekološki čimbenici koji utječu na svojstva ekoloških niša ne moraju se mijenjati na isti način kao i klima, što će rezultirati novim staništima s kojima se vrste ranije nisu susretale
- promjene u trajanju sezonskih zbivanja tijekom godišnjih prirodnih ciklusa mogu imati jake negativne utjecaje na mnoge vrste, osobito migratorne
- problem prodora (invazije) stranih vrsta u prirodne ekosustave, koji je i inače snažno ispoljen, promjenom će klime postati još dramatičniji. Ugibanje će vjerojatno porasti kada su u pitanju dugoživuće svojte (drveće npr.) usporedo s odmicanjem njihovog životnog optimuma od centara njihova areala. Također očekivane promjene u načinu uporabe prostora (land use change) mogu dodatno ugroziti ove svojte. Porast u stupnju ometanja prirodnih sustava vjerojatno će prouzročiti nastanak ekosustava ranih sukcesivnih faza i smanjenje u raznolikosti i pojednostavljenje strukture biosfere.
- utjecaji promjene klime na sastav svojti bit će vrlo različiti unutar pojedinih sustava, ovisno o lokalnim razlikama, tj. utjecaja tla, uporabe zemljišta, topografske raznolikosti i sl.
- očekuju se smanjenja površina ekosustava prilagođenih nižim temperaturama (arktički, alpski) s negativnim utjecajem na arktičke i alpske vrste.

### 7.6.2. Ograničenje u procjenama

Vremenski je procjena ograničena na razdoblje do 2100. god., s intervalnim projekcijama za 2030. i 2050. godinu. U načelu se prostorno ograničenje vezuje uz cijelu državu ili regiju (“provinciju”, riječnu dolinu, ekološku zonu i sl.). Za manje države cijelo državno područje može biti predmet studije, te pitanje opsega nije kritično. U ovom slučaju prostorno razgraničenje je vezano uz državne



granice i cjelokupnu površinu Republike Hrvatske (56.538 km<sup>2</sup>), s obzirom na to da se radi o manjoj državi u europskim razmjerima, iako ekološka heterogenost (npr. snažna razlika između kontinentalnog i sredozemnog dijela) može u budućnosti generirati potrebu odvojenog pristupa manjim dijelovima. Za potrebe izrade procjene uvažen je klimatski scenarij IS92a (klimatološka osjetljivost 2,5° C) uz podatke za tri vremenska razdoblja (do 2030., do 2050. i do 2100. god.), kao i scenarij IS92e (klimatološka osjetljivost od 4,5° C) uz uznavanje promjena u koncentraciji aerosola i “business as usual” pristupom.

### 7.6.3. Metodološko ograničenje

U nemogućnosti provedbe dugotrajnih pokusa u kontroliranim uvjetima, općenito su razvijene i primijenjene druge tehnike za provedbu procjene. Od ukupno pet pristupa (tehnika istraživanja), za prilike u Hrvatskoj iskoristive su, u većoj ili manjoj mjeri, četiri:

1. paleoekološke, arheološke ili povijesne studije o utjecaju promjene klime na čovjeka i prirodne sustave u prošlosti
2. studije kratkoročnih klimatskih promjena koje su u manjoj ili većoj mjeri analogne očekivanim zbivanjima na duže razdoblje (npr. suše, poplave i sl.). Formalna metoda koja uključuje ovakav pristup naziva se *predviđanje analogijom* (eng. forecasting by analogy)
3. studije utjecaja današnje klime i njene varijabilnosti
4. stručna (ekspertna) prosudba (eng. expert judgement) i projekcija rezultata dobivenih na drugim (sličnim, srodnim) područjima (skupinama)

Pristup, čija primjena u Hrvatskoj u danim uvjetima i rokovima nije moguća, je izrada kvantitativnih modela utemeljenih na odnosu između klimatskih varijabli, tj. odabranim utjecajnim čimbenicima i varijabli koje se promatra, u konkretnom slučaju varijabli biološke raznolikosti. Naime, temeljni test za izbor pristupa modeliranju su potrebe svakog od njih za specifičnim tipom podataka. Često su zahtjevi modela za podacima vrlo visoki i teško dostupni, te vode u najboljem slučaju u njegovu simplifikaciju (i pogreške u interpretaciji) ili potpunu neprimjenjivost u danim uvjetima. Od više skupina modela (biofizički empirički, biofizički procesni, ekonomski, integralni). U konkretnom slučaju:

1. ne postoji podatkovna infrastruktura za provedbu nekog od kvantitativnog modela analize utjecaja promjene klime na biološku raznolikost
2. ne postoji kadar koji ovog trena u cijelosti vlada odgovarajućom metodologijom
3. ne postoje odgovarajući alati, u prvom redu programska podrška. Iako su pojedini programi u shareware domeni, za njihovo savladavanje i uhadavanje potrebno je vrijeme
4. rokovi za provedbu, i uz riješene teškoće navedene pod 1-3, su obično prekratki.

### 7.6.4. Opći utjecaj na kopnene ekosustave i biološku raznolikost

Na području Hrvatske mogu se očekivati sljedeće glavne grupe učinaka promjene klime na biološku raznolikost (u skladu s Kappelle, 1999.):

1. pomicanje vegetacijskih zona (pojaseva) u horizontalnom i vertikalnom smjeru

2. pomicanje i promjene u arealima pojedinačnih svojti flore i faune
3. nestanak pojedinih vrsta
4. promjene u kvalitativnom i kvantitativnom sastavu biocenoza
5. fragmentacija staništa
6. promjene u funkcioniranju ekosustava.

## 7.6.5. Utjecaji na biljne svojte

Najdrastičnije promjene mogu se očekivati u svojnama koje nastanjuju najviša gorska područja Hrvatske. Očekivani porast temperature za gorski dio kreće se od 2,2 - 2,4° C (IS92a sign. 90 posto) do 4,2-4,9° C (IS92e sign. 95 posto). U skladu s Hopkinsovim bioklimatskim zakonom (Brown et Gibson, 1983., Beniston et Fox, 1995.), povišenje temperature od 3° C odgovara promjeni nadmorske visine od 500 m.

Biljne svojte uže ekološke valence nastojat će prilagoditi svoj areal novonastalim uvjetima. Kritični element je brzina prilagodbe. Kartiranja polena i migracija njegove starosti (radioaktivnim izotopom <sup>14</sup>C) ukazala su na brzinu migracije biljnih vrsta tijekom holocenskih klimatskih promjena. Drvenaste biljne vrste europskog područja (uključujući Hrvatsku) pokazuju brzinu u mišljanju ruba areala od 50-2000 m/god. (Davis, 1983.). Ova činjenica bi mogla osigurati migraciju barem nekih drvenastih vrsta u smjeru pružanja Dinarida prema sjevero-zapadu uz moguće lokalno osiromašenje flore.

Može se očekivati smanjenje broja zeljastih svojti uske ekološke valence najviših planinskih područja koje neće moći prilagoditi svoj areal dovoljno brzo (npr. *Arabis alpina* L., *Arctostaphylos alpinus* (L.) Spreng., *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng., *Veronica alpina* L., *Pinguicula alpina* L., *Hieracium alpinum* L. i dr.). U ovu skupinu ulaze svojte hrvatske flore cirkumpolarnog, predalpskog i alpskog tipa rasprostranjenja. Prema ekološkim indeksima (Ellenberg, 1983., Korneck et Sukopp, 1988.) dostupnim za 29,93 posto hrvatske flore (Nikolić, 2000.), najugroženije će biti 40 svojti cirkumpolarnog, 266 svojti predalpskog i 607 svojti alpskog rasprostranjenja.

Na osobitom udaru će se vjerojatno naći flora malenih južno- i srednjojadranskih otoka. Bogata i endemična flora, te veliki broj već ugroženih vrsta, ima u okviru otočnih ekosustava malene mogućnosti migracije s obzirom na raspoložive disperzijske mehanizme. Uz pomicanje klimatskih zona može se očekivati nestanak dijela slabo prilagodljivih vrsta (npr. *Asperula staliana* Vis. ssp. *arenaria* Korica, *Asperula staliana* Vis. ssp. *issaea* Korica, *Asperula visianii* Korica, *Campanula poscharskyana* Degen, *Centaurea crithmifolia* Vis. i dr.).

Dinamika prodora alohtonih vrsta može se povećati, a agresivnije iz prirodnih staništa mogu istisnuti autohtone svojte. Ovo su procesi koji su već dokumentirani. Tako su npr. po prvi puta, a relativno nedavno, zabilježene *Salvia peloponnesiaca* Boiss. et Heldr. (Regula-Bevilacqua, 1969.), *Sporobolus neglectus* Nash (Marković, 1972.), *Avellinia michelli* (Savi) Parl. (Pavletić, 1972.), *Bidens bipinnata* L. (Trinajstić, 1975.), *Ballota acetabulosa* (L.) Benth (Trinajstić, 1983.), *Diploaxis eruroides* (L.) DC. (Pavletić, 1987.), *Guizotia abyssinica* (L. F.) Cass. (Trinajstić et Pavletić, 1989.), *Ligularia sibirica* (L.) Cass. (Šegulja et Krga 1990.), *Damasonium polyspermum* Cosson (Trinajstić et al., 1995.) i dr., iako se ne može sa sigurnošću reći koji su sve mehanizmi unosa ovih vrsta bili prisutni.

Promjene u veličini i obliku areala, uglavnom smanjivanje, pojedinih svojiti dokumentirane su i za mediteranski tip područja (GLM, GAM model, npr. Austin, 1998.). Iako je modeliranje promjene areala uzrokovano promjenama klime ponekad kritizirano (npr. Davis et al., 1998.), nije osporeno da do njih dolazi.

## 7.6.6. Utjecaj na biljne zajednice

Biljne zajednice su izuzetno složeni ekološki sustavi. Kako klimatskim modelima, globalnim klimatskim predviđanjima još uvijek nedostaje regionalna rezolucija, teško je s velikom pouzdanošću predviđati lokalne promjene, osobito u planinskim područjima (Beniston et al., 1997).

Vegetacijski model utjecaja provedenog s IMAGE (Leemaans, 1999.) ukazala je na alarmantne promjene u vegetaciji europskog područja (uključujući i hrvatski državni teritorij), što je u skladu s rezultatima IPCC-a (Watson et al., 1996). Prirodna prilagodba događa se samo u malom postotku utjecane vegetacije. Model proveden s IMAGE 2 ukazao je kako je uspješna prilagodba moguća samo uz vrlo sporu promjenu klime, manju do  $0,1^{\circ}\text{C}/10$  god. i apsolutnu promjenu klime manju od  $1^{\circ}\text{C}$  ukupno (Leemaans, 1999.).

Regionalni model srednje godišnje promjene temperature zraka daje prosječni porast temperature nad područjem cijele Hrvatske u rasponu od  $2,2$  do  $2,4^{\circ}\text{C}$  (IS92a, sig. 90 %) do kraja sljedećeg stoljeća, odnosno od  $4,2$  do  $5,6^{\circ}\text{C}$  (IS92e, sign. > 95 posto). Oba ova krajnja scenarija i po brzini promjene i po konačnoj apsolutnoj veličini promjene višestruko prelaze ograničenja proizišla iz modela provedenog s IMAGE 2 (Leemaans, 1999.). Efikasna adaptacija prirodne vegetacije neće biti moguća u nekim tipovima zajednica. U skladu s Hopkinsonovim bioklimatskim zakonom (Brown et Gibson, 1983., Beniston et Fox, 1995.), vegetacija viših planinskih područja, borealnih obilježja djelomično će biti zamijenjena umjerenim zajednicama. U višim područjima će eliminatorni ekološki indeks vjerojatno biti temperatura, a u nizinskim kontinentalnim područjima oborine. Sporost u migracijskim sposobnostima, nepostojanje migracijskih puteva, te nedostatak alternativnih staništa uzrokovat će fragmentaciju ili nestanak pojedinih sastojina.

Brzine promjene sastava vegetacije (response time) varirat će ovisno o brojnim lokalnim ekološkim čimbenicima. Granična područja između vegetacijskih tipova mogla bi pokazati promjene već unutar jednoga desetljeća uz porast temperature od  $1$  do  $2^{\circ}\text{C}$  (Woodward, 1992.). Ovo čini prijelazni pojas između jadranske provincije (submediteranske zone i mediteransko montani pojas) i ilirske provincije (pojas gorske i pretplaninske bjelogorične i crnogorične šume) osobito osjetljivim (regije prema Horvatić, 1967.).

Istraživanja mediteranskog tipa vegetacije Kalifornije (Westman et Malanson, 1992.), u većini ekoloških, čimbenika usporediva s eumediteranskom i submediteranskom zonom jadranske obale (prema Horvatić 1967.) i sukladno predviđeno povišenje temperature ukazuju da možemo očekivati nekoliko posljedica u ovim zonama. Predviđa se porast evaporacijsko-transpirativnog stresa, stanovite promjene u sukcesivnim nizovima vegetacijskih zajednica, i povećanje broja vrsta jednogodišnjih biljaka (terofita i geofita) sa sadašnjih 21 posto, tj. 12 posto (Nikolić, 2000.) na više vrijednosti.

Globalno, šumske zajednice umjerenih područja, u koje najvećim dijelom dolaze šume nizinskih i brdskih područja Hrvatske, u usporedbi s drugim šumskim pojasevima bit će posljednje izložene promjenama (Kirschbaum et

Fischlin 1995.). Ipak, i pored fizionomske stabilnosti, pojedine zajednice mogu doživjeti promjene u florističkom sastavu i osiromašenje osobito prizemnog sloja zeljasta raslinja. Može se u određenoj mjeri očekivati širenje mediteranskih ekotipova u zone submontanih flornih elemenata (Beniston et Fox, 1995.), npr. termofilnih i  $\pm$  kserofitskih vrsta *Quercus ilex*, *Q. pubescens* i dr.

### 7.6.7. Utjecaj na biocenoze tla

Malo je vjerojatno da će predviđene klimatske promjene izravno utjecati na smanjenje broja vrsta u tlu, izuzev u slučaju obligatnih simbionata čiji biljni partner bude pogođen promjenama (Whitford 1992.). Većina sastavnica biocenoza tla imaju široku toleranciju na promjene temperature i vlage. Većinom kratki životni ciklusi omogućit će i genetsku prilagodbu. Promjene klime mogu ipak utjecati na abundanciju vrsta, što sekundarno može imati kvalitativne i kvantitativne učinke na ekosustav u cjelini, u prvom redu na trofičke odnose članova biocenoze. Zagrijavanje tla uzrokovat će porast broja mikroorganizama i procese mineralizacije dušika i fosfora, čime raste dostupnost ovih nutritivnih elemenata za biljke. Također fauna intersticija uskog obalnog područja (ovisna o lokalnim topografskim obilježjima) može biti izravno izložena salinizaciji kao posljedici podizanja razine mora. Neposredno, a kao posljedica sudjelovanja pojedinih mikroorganizama i organizama u složenim ekološkim lancima, ukupni učinak na biološku raznolikost bit će negativan (Ruess, 1999.b).

### 7.6.8. Utjecaj na biocenoze slatkih voda

Zagrijavanje zraka pri razini tla će također prouzročiti i zagrijavanje samoga tla, te vode u tlu. Pomicanje zona u planinskim područjima, smanjit će područja pod snježnim pokrivačem i smanjiti količinu vode vezane u snijeg, te imati i učinak na količinu vode koja iz ovih izvora u proljeće otapanjem dopire do riječnih i drugih tokova. Mogu se očekivati promjene u godišnjim ritmovima vodostaja, te kakvoći vode. Ovo će vjerojatno utjecati na kvalitetu podzemnih i nadzemnih voda, te izravno ili neizravno i na sastav pripadnih biocenoza.

### 7.6.9. Fiziološki i ekološki utjecaj na faunu

Odrasle životinje, osobito viših taksonomskih skupina, mogu fiziološkim mehanizmima ublaziti utjecaj globalnog zagrijavanja (ponašanje, termoregulacija, hipotermija, temperaturna kompenzacija i dr.) (Dawson, 1992.). Iako ovi mehanizmi znatno povećavaju otpornost, ne mogu eliminirati sekundarne učinke na animalnu biologiju, osobito mehanizme vezane uz razmnožavanje. U ekološkom pogledu, globalno zagrijavanje može imati za posljedicu smanjenje broja vrsta faune u prirodnim staništima, te njihov utjecaj na prostorni i vremenski razmještaj (Tracy, 1992.). Uočeno je npr., kako pojedine vrste leptira mijenjaju areal i kod promjena temperature okoliša  $< 1^{\circ}$  C. Osobito se može očekivati utjecaj na dnevne, sezonske i godišnje ritmove, aktivnost, te migracije osobito kukaca (Kappelle, 1999., Rubenstein 1992.), te na osjetljivu interakciju kukac-biljka (Fleming et Candau, 1998.). U skupini nematoda uočeno je da različite svojte na zagrijavanje tla reagiraju raznoliko, te da se može očekivati i smanjenje i povećanje broja vrsta, ovisno o skupini (Ruess et al., 1999.). Za razumijevanje veze populacijske biologije kralježnjaka i klimatologije, još uvijek je nedovoljno podataka. Čini se da će ptice morskih obalnih staništa osjetiti više negativnih učinaka (Myers et Lester, 1992.) od ostalog dijela ornitofaune.

Osobito će pod utjecajem vjerojatno biti endemična fauna malenih južno i srednjojadranskih otoka. Brojne već ugrožene vrste, imaju u okviru otočnih ekosustava malene mogućnosti migracije s obzirom na odsutnost migracijskih puteva. Uz pomicanje klimatskih zona može se očekivati poremećaj nepoznatih fizioloških i ekoloških uvjeta nužnih za preživljavanje pojedinih stenoendemičnih svojiti krških i primorskih gušterica.

## 7.6.10. Utjecaj na obalne ekosustave

Uz utjecaj promjena u režimu temperatura i oborina, na biološku raznolikost obalnih sustava jadranske obale djelovat će i promjena u razini mora. Za područje Mediterana predviđen je porast razine mora od 34-52 cm. Staništa i biocenoze koje će izravno biti izložene ovom djelovanju su niska obalna područja, npr. obalni pijesci, slaništa i estuariji. Mogu se očekivati promjene u fizikalnim, hidrodinamičkim, biološkim i kemijskim parametrima s pratećim kvalitativnim i kvantitativnim promjenama u sastavu biocenoza. Ozbiljne posljedice po biocenoze slatkih voda može uzrokovati zagrijavanje površinskog vodenog sloja i dublji prodor boćate vode u estuarije. Može se očekivati oštećivanje ili nestanak pojedinih vrijednih obalnih staništa erozivnim procesima. Smjer promjena i utjecaj na pojedine taksonomske skupine je teško predvidljiv. Na osobitom udaru naći će se rijeke dinarskog sliva, osobito Krke i Neretve. Kako su ova područja zbog svojih bioloških osobitosti zaštićena u kategoriji Nacionalnog parka, odnosno uvrštena u popis vrijednih močvarnih staništa prema RAMSAR-skoj konvenciji (Kutle, 1999.) mogući negativni trendovi su osobito nepovoljni.

## 7.6.11. Utjecaj na zaštićena područja

Primjena u arealu pojedinih vrsta i zajednica može imati utjecaja na prostore pod zaštitom. Ovo može ishoditi potrebom za modifikacijom granica Nacionalnih parkova smještenih u brdsko-planinskim područjima (Davis et Zabinski, 1992.), osobito NP Risnjak, NP Sjeverni Velebit, NP Plitvička jezera i NP Paklenica. "Olakotna je okolnost" da granice ovih parkova nisu niti danas postavljene precizno, a ponekada niti kreirane temeljem bioloških kriterija. No kako se radi o dugoročnim procesima i mogućnosti ispravljanja ovih nedostataka, i potencijalna potreba za uvažavanjem utjecaja promjene klime na granice može doći do izražaja.

## 7.6.12. Najosjetljiviji ekosustavi i područja

Prema dostupnim podacima i njihovoj analizi, promjene klime utjecat na sve tri makroregije Hrvatske, nizinsku, gorsku i mediteransku. U kontekstu mogućih negativnih trendova po biološku raznolikost, tj. smanjenja broja vrsta na jedinicu površine, najugroženija je:

1. gorska Hrvatska, osobito područje Dinarida. Ovaj planinski lanac i pridružena područja, prepoznati su ranije zbog svoje izuzetne biološke i geomorfološke vrijednosti, a pojedini dijelovi zaštićeni u različitim kategorijama (UNESCO MAB - Velebit Biosphere Reserve, NP Sjeverni Velebit, NP Paklenica, NP Risnjak, NP Velebit, NP Plitvička jezera i dr.). Na području su registrirana barem dva europska centra endemizma: Velebit i Biokovo.
2. mediteranska Hrvatska, osobito estuariji rijeka krškoga sliva, te južnojadranski otoci s velikom akumulacijom endemične flore i faune



## 7.7. Obala i obalno područje

### 7.7.1. Ugrožena područja zbog podizanja razine mora

Prepoznavanje obalnih područja, kako na kopnu tako i na otocima, koja će biti izložena negativnom utjecaju uslijed porasta razine mora je načinjeno tako da je uzeto u obzir podizanje razine mora od 20 i 86 cm. Procjena je načinjena uzimajući u obzir pretpostavljeno dizanje razine mora i odgovarajuće povlačenje granice kopno/more. Pored toga u obzir je uzet prodor slane vode u pozemlje kao i povećani rizik plavljenja obalnoga područja uslijed olujnih valova i ekstremnih oborina te porast razine podzemnih voda.

**Očekivani porast razine mora od 20 cm.** Očekivani porast razine mora od 20 cm, u pravilu, neće imati značajan utjecaj na obalno područje. Međutim, ima određenih područja gdje taj utjecaj može biti značajan. To su područja koja su već sada u određenim prilikama izložena poplavama, kao što je obalno područje grada Rovinja, Pule i Splita. Ovaj porast razine mora može imati utjecaj i na jedina dva slatkovodna jezera koja se nalaze na obalnome području, Vransko jezero na Cresu i Vransko jezero kod Biograda, te na aluvijalnu dolinu na ušću rijeka Neretve i Cetine, a time i grada Omiša. Određeni negativni utjecaj imat će i na solane u Pagu, Ninu i Stonu, kao i na obalne ispuste gradskih otpadnih voda. Utjecaje na podzemne vode i povećanu intruziju je teško procijeniti zbog nedostatka podataka, ali je realno očekivati da neće biti veliki. Isto tako je za očekivati kako povećanje razine mora neće izazvati eroziju obale niti će značajno utjecati na postojeće plaže.

**Očekivani porast razine mora od 86 cm.** Očekivani porast razine mora imati će značajan utjecaj na područjima koja su već spomenuta. Isto tako značajan utjecaj će imati na znatan dio objekata koji se nalaze na niskoj nadmorskoj razini u brojnim naseljima, kanalizacijske sustave u većem dijelu priobalnih naselja te na sve marine, pristane za čamce i pristaništa za veće brodove. Tako je studija za otoke Cres/Lošinj pokazala kako bi porast razine mora od 1m potopio područje na kojem obitava oko 13 posto od sadašnje populacije.

### 7.7.2. Utjecaji i socio-ekonomski učinci

#### *Biogeofizički utjecaj*

Mogući utjecaj zadanih scenarija na obalna i otočna područja prikazani su sumarno u tablicama 7-10. i 7-11. Utjecaj porasta razine mora prema zadanim scenarijima od povišenja razine mora od 20 cm i 86 cm na naselja, obalne objekte, infrastrukturu i industriju procijenjen je opisno kao značajan, umjeren, slab, nikakav, povoljan i nepovoljan.

Vidi se da će povišenje razine mora od 20 cm imati slabi i umjereni utjecaj na navedene sadržaje, dok će povišenje od 86 cm imati umjeren, ali na infrastrukturu, luke i lučice i na plažne objekte značajan utjecaj.

#### *Porast vjerojatnosti za učestalije poplave*

**Porast razine mora od 20 cm** Poplave će kao ishod obalnih olujnih nepogoda i plavljenja rijeka kod ovoga porasta razine mora u odnosu na cijelo obalno područje imati relativno mali značaj. Za to postoje dva glavna razloga. Nisko položena obala koja bi mogla biti zahvaćena olujnim nevremenom je zaštićena otocima, izuzetak je zapadna obala Istre. Naime otoci se u pravilu u odnosu na

Tablica 7-10.: Mogući utjecaji povišenja mora na naselja, obalne objekte, infrastrukturu i industriju

	20 cm	86 cm
NASELJA	slabo	umjereno
TURISTIČKI OBJEKTI	slabo	umjereno
VODNI RESURSI	slabo	umjereno
INFRASTRUKTURA	umjereno	značajno
INDUSTRIJA	slabo	umjereno
LUKE I LUČICE	umjereno	značajno
GRADITELJSKO NASLIJEĐE	slabo	umjereno
ARHEOLOŠKE ZONE	slabo	umjereno
PLAZNI OBJEKTI	umjereno	značajno

Tablica 7-11.: Obrazloženja uz tablicu 7-10. - "Mogući utjecaji"

	20 cm	86 cm
NASELJA	manji broj kuća u naseljima u obalnom i otočnom području	veći broj kuća u naseljima smještenim u obalnom i otočnom području na koti do 2 m visine
TURISTIČKI OBJEKTI	kampovi, turistička naselja smješteni vrlo blizu obale	hoteli, depandanse, kampovi, turistička naselja smješteni na koti do 2 m
VODNI RESURSI	ušća rijeka (11), podzemne vode, jezera	ušća rijeka, podzemne vode, jezera
INFRASTRUKTURA	prometnice, mostovi, vodovodne i kanalizacijske mreže, vrlo blizu mora	prometnice, vodovodna i kanalizacijska mreža uređaji za pročišćavanje, podmorski ispusti
INDUSTRIJA	brodogradilišta, tvornice cementa, rafinerije nafte,	brodogradilišta, tvornice cementa, rafinerije nafte
LUKE, LUČICE I MARINE	gatovi u lukama, lučicama i marinama	naftni terminali, gatovi u lukama, lučicama i marinama
GRADITELJSKO NASLIJEĐE	crkve, tvrđave, ostaci starih naselja smješteni u obalnom i otočnom području	crkve, tvrđave, ostaci starih naselja smješteni u obalnom i otočnom području
ARHEOLOŠKE ZONE	arheološka nalazišta u obalnom području	arheološka nalazišta u obalnom području na koti do 2 m
PLAZNI OBJEKTI	pješčane i pjeskovite plaze se smanjuju	pojedine pješčane i pjeskovite plaze gotovo će nestati

kopneni dio obale nalaze položeni u smjeru otkuda dolaze olujna nevremena, a naselja na otocima se u pravilu nalaze na sjeveroistočnim stranama otoka. Ušća rijeka su isto tako u pravilu zaštićena od djelovanja olujnih nevremena tako da olujno nevrijeme neće podizati razinu vodotoka. Glavni socio-ekonomski utjecaji očekivanoga porasta razine mora više će biti izravna posljedica plavljenja uslijed samoga dizanja razine mora nego uslijed olujnih nevremena ili riječnih poplava.

**Porast razine mora od 86 cm** Plavljenje obalnoga područja kao ishod obalnih oluja će imati značajni utjecaj na zapadnoj obali Istre te većem dijelu nisko položene obale u sjevernoj i srednjoj Dalmaciji. Porast razine mora može



značajno povećati rizik plavljenja rijeka Mirne, Zrmanje, Cetine i Neretve. Očekivani utjecaji neće imati značajan utjecaj na glavne gospodarske djelatnosti u obalnom području.

### *Erozija obale, potapanje obale i značajni socio-ekonomski utjecaji*

**Porast razine mora od 20 cm** Kao što je navedeno hrvatska obala, u pravilu, nije izložena procesima erozije. Erozijska je izražena na ograničenim lokalitetima od kojih je najznačajniji na području grada Nina. Realno je za očekivati da će porast razine mora ubrzati ovaj proces. Potapanje obale uslijed porasta razine mora će doći do izražaja samo u niskim područjima na većem dijelu obale, osobito se to odnosi na većinu malih plaža. Ove promjene će u cjelini imati relativno mali utjecaj na gospodarske aktivnosti kao što su poljoprivreda, ribarstvo, turizam, poljoprivreda i stanovanje.

**Porast razine mora od 86 cm** Što se tiče erozije, porast razine mora će imati znatno veći utjecaj na području grada Nina. Vrlo je vjerojatno da će ovakav porast razine mora izazvati eroziju i na nekom drugom području. Potapanje obale kao posljedica porasta razine mora imat će značajan utjecaj u velikom području obale. Navedene posljedice će imati zanemariv utjecaj na gospodarske aktivnosti kao što su poljoprivreda i ribarstvo. Međutim, imat će manje utjecaje na turizam i ljudska naselja i veoma veliki negativni utjecaj na obalnu infrastrukturu (pristane, luke, marine i kanalizacijske ispuste).

### *Podizanje razine podzemnih voda*

**Porast razine mora od 20 cm** Porast razine mora i rezultirajuće podizanje razine podzemnih voda, vrlo vjerojatno, neće imati utjecaj na poljoprivrednu aktivnost u niskim priobalnim područjima. Značaj utjecaja je zapravo teško predvidjeti zbog nedostatka podataka o razini podzemnih voda i propusnosti podzemnih slojeva. Eventualni porast razine podzemnih voda može imati mali utjecaj na propusne crne jame koje su u niskom obalnom području.

**Porast razine mora od 86 cm** Očekivani porast razine mora i rezultirajući porast razine obalnih podzemnih voda, vrlo vjerojatno, imat će značajan pozitivan utjecaj na poljoprivredne aktivnosti u niskim obalnim područjima. Međutim, nemoguće je ocijeniti značaj utjecaja zbog nedostatka podataka. Porast razine podzemnih voda u pojedinim područjima može imati značajan utjecaj na prije spomenute propusne jame, ali i na podzemne instalacije, kao što su kanalizacijske cijevi, energetske i telefonske kablovi i sl. Međutim, nemoguće je ocijeniti značaj utjecaja zbog nedostatka podataka.

### *Prodiranje slane vode u podzemlje*

**Porast razine mora od 20 cm** Porast razine mora može izazvati prodor slane vode u podzemne i površinske vode u obalnom pojasu. Prodiranje slane vode u slatke vode može imati negativnih utjecaja na opskrbu slatkom vodom i poljoprivredu. Procjenu prodiranja slanosti u podzemlje je nemoguće učiniti zbog nedostatka podataka o lokalnim osobinama propusnosti tla, stoga su samo navedena područja u kojima može do toga doći. To su u prvom redu oba Vranska jezera i dolina rijeke Neretve.

Vransko jezero je jedini izvor pitke vode na otocima Cresu i Lošinju i prodor slane vode bi mogao imati značajan utjecaj na stanovništvo ovih otoka. Kod drugoga jezera, u koje već sada ulazi morska voda, utjecaj bi bio izraženiji što bi moglo imati negativan utjecaj na poljoprivrednu u okolini jezera. Prodiranje slane vode u dolinu rijeke Neretve imalo bi negativan utjecaj na poljoprivredne aktivnosti u području.

**Porast razine mora od 86 cm** Kod ove razine mora utjecaj prodora slane vode bi bio znatno izraženiji na gore navedenim područjima a vjerojatno je da bi do pojave negativnih utjecaja osim na poljoprivredne aktivnosti došlo i na nekim drugim područjima.

### 7.7.3. Elementi plana aktivnosti za sprječavanje, smanjenje i ublažavanje negativnih socio-ekonomskih utjecaja

Klimatske promjene, i njihove posljedice kao što je porast razine mora su slabo zamjetne pojave te stoga i ne zahtijevaju trenutnu reakciju. Posebno je to izraženo u Hrvatskoj gdje ne postoje problemi s plavljenjem obale ili erozijom. Zato je i teško pokrenuti aktivnosti na usvajanju plana djelovanja za sprječavanje, smanjenje ili ublažavanje negativnih socio-ekonomskih utjecaja porasta razine mora. Međutim, takav odnos treba promijeniti jer su klimatske promjene i uz to vezane posljedice dugoročno izvjesni događaji. Problem je u tome što je sprječavanje utjecaja kad oni nastupe nemoguće i zbog toga su mjere prilagodbe vezane gotovo isključivo uz pravovremeno planiranje.

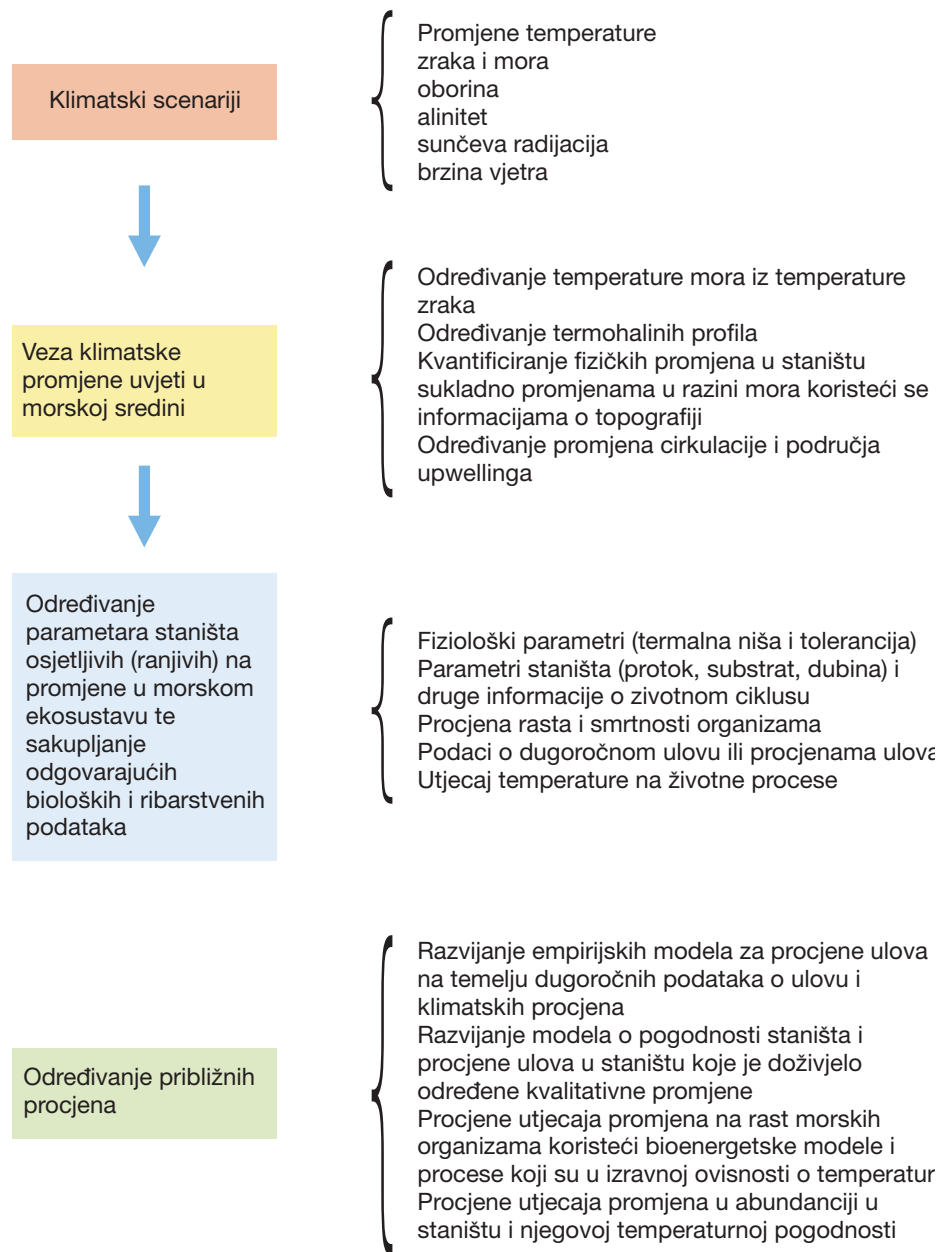
#### *Upravljanje obalnim područjem*

Početna su (neophodna djelovanja) za potrebe upravljanja obalnim područjem u svezi s klimatskim promjenama i porastom razine mora izrada detaljnih studija za prepoznate lokacije te ocjena mogućih utjecaja. Potrebno je doći do sljedećih podataka: maksimalna površina obala koja će biti zahvaćena potapljanjem ili povremenim plavljenjem; populacija koja će biti pod utjecajem poplava; prodor slane vode u slatkovodne spremnike. Na temelju rezultata treba načiniti nacionalnu strategiju i plan aktivnosti za sprječavanje, smanjenje i ublažavanje negativnih socio-ekonomskih utjecaja, što treba biti prihvaćeno od državnih organa. Strategija i plan djelovanja treba sadržavati dva glavna područja: zaštitu postojećih prirodnih dobara i načinjenih struktura i objekata, te kriterije i uputstva za izgradnju novih objekata i struktura u obalnom području.

## 7.8. Morski ekosustavi i riblje bogatstvo

Na temelju scenarija klimatskih promjena i utjecaja klimatskih promjena na oceanografska svojstva Jadranskog mora, moguće je prepoznati odgovore morskog ekosustava i ribljih bogatstava na klimatske promjene. Svi ti učinci kao i uzročno-posljedične veze prikazani su tablično i grafički (slika 7-12., tablica 7-12., tablica 7-13.).

Linearno stremljenje temperature i saliniteta mora (tablica 7-14.) određena je na osnovi stvarnih podataka uz podatke temperature zraka i oborina upotrebom linearne regresione analize. Za primarnu proizvodnju, kao i za druge parametre prehrambenog lanca, za sada je moguće izložiti samo kvalitativni prikaz. Stoga su, kako bi se pokazala neka veza klimatskih promjena i fluktuacija u ribljem bogatstvu, što je krajnja karika u prehrambenom lancu, iskorišteni povijesni podaci ulova male pelagičke ribe (slika 7-13.). Višegodišnje fluktuacije ulova uspoređene su s klimatskim fluktuacijama na sjevernoj hemisferi kao i s promjenama saliniteta u Jadranu. Određena je klimatska oscilacija približno istog razdoblja za hidro-klimatske i biološke parametre od 80 godina. Potvrđena je veza promjena ulova male pelagičke ribe i klimatskih promjena. Pojašnjenje ove veze može se naći u fluktuacijama saliniteta koje je na višegodišnjoj skali kontrolirano s indeksom klimatske oscilacije (MOI). Naime, ula-



Slika 7-12.: Konceptualni prikaz veze između klimatskih promjena i morskih ekosustava i procjena biološkog odgovora ribljih resursa (zaliha)

Tablica 7-12.: Najčešći uobičajeni pokazatelji narušavanja stanja živih bogatstava mora i potencijalni problemi u Jadranskom moru.

Pokazatelji i indikatori	Razmatranja	Prikaz
1. Pad brojnosti	Utjecaj okoliša Promjene u dostupnosti i ranjivosti	Upozorenje, utvrditi referentnu razinu
Pad ulova po jedinici napora	Utjecaj okoliša	Upozorenje
Pad veličine stocka	Utjecaj okoliša	Upozorenje
Promjene u sastavu vrsta	Utjecaj okoliša Promjene u drugim vrstama Promjene na tržištu, promjene u regulaciji ribolova i ribolovu	Upozorenje
Promjene u ponašanju vrsta	Utjecaj okoliša Dostupnost predatorima	Upozorenje
2. Pad u novačenju	Utjecaj okoliša Dostupnost, ranjivost	Upozorenje, utvrditi referentnu razinu, utvrditi odnos stock/obnavljanje, uporediti novi zamjene
Porast srednjih godišta	Tržište, promjene u regulaciji ribolova, promjene ribolova	Opasnost, pad u obnavljanju populacije
Anomalije u debljini	Utjecaj okoliša	Opasnost
3. Ribolovna smrtnost doseže prirodnu smrtnost	Utjecaj okoliša Promjene u dostupnosti i ranjivosti	Opasnost, produkcijski modeli
Srednja starost/dužina doseže starost/dužinu prve spolne zrelosti	Utjecaj okoliša Dostupnost, ranjivost Promjene na tržištu, promjene u regulaciji ribolova i ribolovu	Opasnost
4. Kolebanje ulova (nakon porasta ulova)	Utjecaj okoliša tržište, regulacija	Upozorenje
5. Odstupanja od normalnih pojava		Upozorenje
Promjene u mriješćenju ili obnavljanju populacija	Utjecaj okoliša Dostupnost	Upozorenje
Promjene u starosti/dužini prve spolne zrelosti	Utjecaj okoliša	Upozorenje
Promjene u plodnosti	Utjecaj okoliša	Upozorenje
Promjene u veličinskom sastavu ulova	Utjecaj okoliša Promjene u dostupnosti, ranjivosti Promjene na tržištu, promjene u regulaciji ribolova i ribolovu	Upozorenje

skom vode većeg saliniteta u Jadran (tzv. Levantinska intermedijalna voda) povećava se njegova produktivnost a time i mogućnost veće abundancije riba. Na taj način promjene ulova mogu biti kontrolirane, osim s nekim uobičajenim faktorima, i klimatski.

Tablica 7-13.: Promjene u jadranskoj ihtiofauni. Znakovi korišteni za objašnjenja: 1 - Prva pojava u Jadranu, 2 - Druga pojava u Jadranu, 3 - Prva pojava u Sjevernom Jadranu, 4 - Prva pojava u srednjem Jadranu, 5 - Prva pojava u slovenskim priobalnim vodama, 6 - Najsjeverniji nalaz vrste, 7 - Porast učestalosti pojava, 8 - Prva pojava ličinačkih stadija, 9 - Prva pojava mladi, 10 - Najsjeverniji nalaz u Jadranu, 11- Reducirana godišnja migracija, 12 - Kolaps stocka od 1985. godine, 13 - Nestanak. Zvezdice pored naziva vrste označavaju: relativno rijetka (jedna zvezdica), dosta rijetka (dvije zvezdice), vrlo rijetka (tri zvezdice) na temelju kriterija datih od autora Pallaoro i Jardas (1996.).

Vrsta	Godina	Područje	Oznaka
Zu cristatus**	1973.	Otok Brač-istočni srednji Jadran	2
Sardinella aurita	1974., 1977., 1995.-1996.	Srednji Jadran, Tršćanski zaljev, zapadna obala Istre	3, 6 (B grupa)
Schedophilus medusophagus***	1982.	Pelješki kanal - Otok Korčula I	2
Schedophilus ovalis***	1982.	Pelješki kanal - Otok Korčula	1
Xyrichtys novacula***	1983.	Pelješki kanal - Otok Korčula	1
Trachinotus ovatus*	1984., 1994.	Tršćanski zaljev, Otok Brač	4, 9 (B grupa)
Brama brama*	1984., 1998.	Kaštelanski zaljev, Ušće rijeke Neretve	4, 8
<b>A Grupa (1985-1987)</b>			
Hemiramphus far***	1985.	Albanska obala	1
Paraexocoetus mento***	1985.	Albanska obala	1
Apterichthys anguiformis***	1985.-1987.	Područje Puglia-južni Jadran	1
Opichthys rufus***	1985.-1987.	Područje Puglia-južni Jadran	1
Notacanthus bonapartei***	1985.-1987.	Područje Puglia-južni Jadran	1
Lepidotrigla dieuzeidi***	1985.-1987.	Područje Puglia-južni Jadran	1
Benthocometes robustus***	1985.-1987.	Područje Puglia-južni Jadran	1
Centracanthus cirrus*	1987., 1995.	Vis, Omiš	2 (A i B grupa)
Pseudocharanx dentex***	1986.	Trpanj -Pelješac, Lastovo	1
Centrolophus niger*	1984., 1985., 1986.-1987., 1990.-1991.	Tršćanski zaljev, Blitvenica, Trpanj, Lastovo, Splitska luka	7 (A i B grupa)
Sphyræna sphyraena	1986.-1987., 1994., 1997.	Srednji i sjeverni Jadran	5 (A i B grupa)
Aulopus filamentosus***	1987.	Jabučka kotlina	1
Balistes capriscus	1986., 1992.-1994.	uzduž istočne obale Jadrana	7, 9 (A i B grupa)
Lepidopus caudatus*	1987.	Novigradsko more	10
<b>B Group (1990-1995) (see Fig. 3)</b>			
Trachipterus trachipterus*	1989., 1992., 1994.	Srednji i sjeverni Jadran	7, 8 (A i B grupa)
Coryphaena hippurus*	1986., 1993.	Srednji i sjeverni Jadran	5, 7 (A i B grupa)
Pomatomus saltatrix**	1991.	Tarska vala	10
Naucrates ductor	1992.	južni i srednji Jadran	7
Sphoeroides pachygaster***	1992.	Blitvenica, Sušac i Mljet	1
Plectorhinchus mediterraneus***	1993.	Tršćanski zaljev, Piranski zaljev	1, 6
Tylosurus acus imperialis***	1994.-1995.	Bari	1
Epinephelus marginatus	1994.	Piranski zaljev	3
Synodus saurus*	1993.-1994., 1998.	istočna jadranska obala, Piranski zaljev	5, 7
Luvarus imperialis**	1994.	Splitska luka	2
Stromateus fiatola**	1994., 1996.	Neretvanski kanal, Trpanj	7
Epinephelus aeneus***	1992., 1996.	Kornati, južni Jadran	1 (B grupa)
Ruvettus pretiosus***	1998.	Tršćanska luka	6
Sprattus sprattus phalericus		istočni Jadran	11
Engraulis encrasicolus		istočni Jadran	12
Scomber scombrus		istočni Jadran	13

Tablica 7-14.: Primjer za neke riblje vrste za Jadransko more

KLIMATSKI SCENARIJI / VREMENSKI HORIZONT	IPCC - IS92a (90 %) GODINA 2100	IPCC - IS92e (95 %) GODINA 2100
Temperatura zraka Oborina	+2.2° C - 2.4° C +3.5 - 7 %	+4.20° C - 4.9° C 10.5 - 14 %
<b>SEKULARNA STREMLJENJA ODREĐENA IZ MJERENIH PODATAKA</b>		
Temperatura zraka Oborina	0.3° C -19 %	
↓ Temperatura mora Salinitet Primarna produkcija	+ 0.1° C /100 YEAR + 2 PSU /100 YEAR pozitivni trend u otvorenim i obalnim vodama	
podaci ulova srdela skuša brgljun papalina		



Slika 7-13.: Višegodišnje fluktuacije i osnovna oscilacija ulova male pelagičke ribe.

## 7.9. Utjecaj na zdravlje

### 7.9.1. Dosadašnja istraživanja i rezultati o utjecaju vremena na zdravlje u Hrvatskoj

**Vaskularne bolesti** Istrazivan je utjecaj vremena na pojavu cerebrovaskularnog infarkta, infarkta miokarda i plućne embolije. Najveći broj srčanih infarkta događa se zimi u vremenskim situacijama s niskim tlakom zraka, tipom vremena s južnim strujanjem, uz česte prolaze fronti (Pleško i dr., 1983.). U takvim je situacijama atmosfera nestabilna, prevladava oblačno, često vjetrovito, snježno ili kišno i vrlo hladno vrijeme. Ljeti su infarkti najčešći u situacijama s nestabilnim vremenom karakterističnim za tipove vremena s bezgradijentnim poljem tlaka, posebno ako je popraćeno hladnim frontalnim prodorima s pljuskovima i grmljavinom. Ovim pak opasnim ljetnim situacijama često prethode razdoblja vrlo toplog i sparnog vremena. Korelacija učestalosti infarkta s meteorološkim parametrima u sedmodnevnim razdobljima pokazala je kako je visoko značajna samo korelacija između infarkta miokarda i temperature zraka (Pleško i dr., 1983.). Zimska hladna razdoblja opasnija su za pojavu infarkta od onih ljetnih. Ljeti se kao opasna razdoblja ističu i ona s toplim i sparnim vremenom. Istraživanja veze infarkta i stabilnosti atmosfere pokazuju kako su opasnija ona vremenska stanja koja pokazuju na neki način odstupanje od anticiklonalnih vremenskih prilika, tj. da su opasnija ona razdoblja u kojima su noći manje stabilne, a podneva manje labilna. Istraživanja veze vremena i cerebrovaskularnih infarkta dala su rezultate slične onima za infarkte. Za pojavu cerebrovaskularnog infarkta opasna su višednevna hladna razdoblja s velikim međudnevnim razlikama tlaka zraka i poremećenom stabilnošću prizemnog sloja zraka, osobito u podnevnom dijelu dana (Pleško i dr., 1979.; Zaninović, Pleško, 1987.). Takve se vremenske prilike mogu povezati s frontalnim poremećajima. Korelacije s pojedinim meteorološkim elementima pokazuju, kao i kod infarkta, povećanu opasnost kod nižih temperatura zraka (Pleško, Zaninović, 1986.). Istraživanja utjecaja vremena na neke parametre krvi pokazala su da su najznačajnije promjene u koagulogramu i tromboelastogramu, s time da se kod prolaza hladnih fronti i uz njih vezana zahlađenja uočava značajno povećanje agregacije trombocita, a dijelom i indeksa agregata, što se klinički može očitovati pogoršanjem stanja bolesnika (Zaninović, Pleško., 1992). Ove su rezultate potvrdila i istraživanja veze pojedinih meteoroloških parametara i parametara koagulacije krvi, pa je ustanovljeno kako negativna značajna veza postoji samo između protrombinskog i trombinskog vremena i temperature zraka (Pleško i dr., 1991.).

**Psihičke bolesti** Povećani broj samoubojstava u Zagrebu povezan je s prolazom fronte, a posebno su nepovoljni topli sektori ciklona. Višednevna razdoblja s mnogo samoubojstava obilježena su najčešće povišenom temperaturom zraka nepravilnog dnevnog hoda, sniženim ili promjenjivim tlakom zraka, povećanom naoblakom, maglom, često slabom kišom, a ljeti i grmljavinskim pljuskovima (Pleško i dr, 1985). Broj pokušaja samoubojstava i akutnih psihoza u Zagrebu raste dan-dva prije kao i dan-dva nakon prolaza hladne fronte. Značajno su povezani s višednevnim velikim količinama naoblake. Akutne se psihoze javljaju u značajno povećanom broju već nakon trodnevnog oblačnog razdoblja, a pokušaji samoubojstava nakon petodnevnog oblačnog razdoblja. S duljinom trajanja oblačnog razdoblja raste i značajnost veze (Pleško i dr., 1991.).

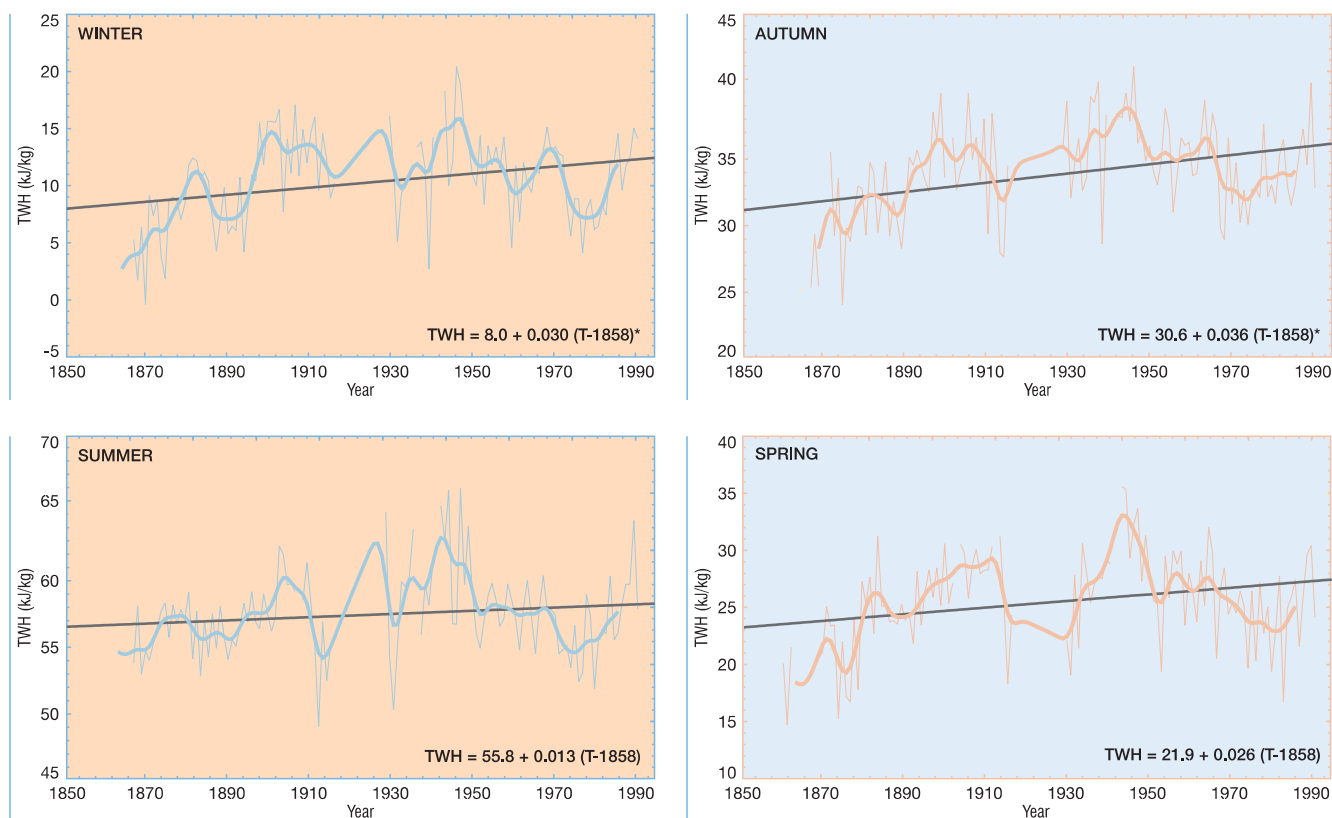
**Bolesti dišnih organa** Kod djece alergične na kućnu prašinu i pelud najveći je broj astmatičnih napadaja zabilježen u situacijama s niskim tlakom zraka, dok su djeca koja nisu alergična osjetljivija na stanja s visokim tlakom zraka u



hladnom dijelu godine, a s niskim tlakom zraka u toplom dijelu godine. Povećani broj astmatičnih napada zabilježen je i u situacijama s prolazom hladne fronte. Korelacija između astmatičnih napadaja i pojedinih meteoroloških elemenata potvrdila je ove rezultate. Važno je istaknuti da se za sve kategorije astmatičnih bolesnika veći broj astmatičnih napada javlja uz niže temperature zraka, što zimi odgovara anticiklonalnim tipovima vremena. (Pleško, Zaninović, 1998.; Zaninović, 1999.). Posebno je jaka veza između učestalosti astmatičnih napadaja i biometeorološkog indeksa, kao pokazatelja ohlađivanja organizma pod utjecajem temperature, vlage i strujanja zraka. Bolesnici s kroničnim sinobronhalnim sindromom osjetljiviji su na meteorološke podražaje od akutnih. U toplom dijelu godine kronični bolesnici najčešće reagiraju na zahlađenje, a u hladnom dijelu godine na zatopljenje. Akutni bolesnici prije svega reagiraju na vremenska stanja s visokom vlagom i dužim trajanjem (nekoliko dana) toplog razdoblja u hladnom dijelu godine i hladnog razdoblja u toplom dijelu godine (Pleško i dr., 1994.; Pleško i dr., 1994.).

### *Dosadašnja istraživanja o klimatskim promjenama osjeta ugodnosti*

U okviru istraživanja klimatskih promjena analizirane su fluktuacije i stremjenja osjeta ugodnosti po sezonama na otoku Hvaru na srednjem Jadranu. U svim sezonama postoji pozitivan trend, tj. tendencija prema toplijim klasama, pri čemu su zimski i jesenji trendovi izraziti. Oni su posljedica trendova meteoroloških parametara koji utječu na osjet ugodnosti - temperature, vlage i brzine strujanja. Trendovi temperature su pozitivni, a brzine strujanja negativni u svim sezonama, ali nesigifikantni. Trendovi relativne vlažnosti zraka za zimu i proljeće su pozitivni, a za ljeto i jesen negativni. Svi navedeni trendovi su nesigifikantni. Ipak, njihova kombinacija daje u zimi i jesen izrazite pozitivne trendove osjeta ugodnosti (Sl. 7-14.).



Slika 7-14.: Fluktuacije i trendovi biometeorološkog indeksa, Hvar, 1867.-1995.

## 7.9.2. Utjecaj klimatskih promjena na zdravlje

Rezultati dosadašnjih istraživanja o utjecaju vremena na pojedine bolesti mogu uputiti na to kakve bi posljedice očekivane klimatske promjene mogle imati na ljudsko zdravlje. Uočen nepovoljan utjecaj visokih ljetnih temperatura upućuje na moguću povećanu opasnost od zdravstvenih tegoba. Međutim, s druge strane, eventualno smanjenje učestalosti zimskih hladnoća moglo bi utjecati na smanjenje broja infarkta, cerebrovaskularnih inzulta i astmatičnih napadaja zimi.

Neka istraživanja u svijetu upućuju na to da kod određenih temperatura, različitih za različite klimatske uvjete, znatno raste broj smrti. Stoga je i za naše klimatske uvjete potrebno istražiti vezu između smrtnosti i temperature zraka ili termičkog opterećenja izraženog osjetom ugodnosti. Pretpostavlja se da bi dobiveni rezultati mogli pomoći u spoznaji kako bi promijenjeni klimatski uvjeti mogli utjecati na učestalost smrti.

Prema istraživanjima u svijetu ustanovljeno je da će predviđeno zatopljenje povećati opasnost od nekih bolesti koje prenose kukci. U okviru tih istraživanja spoznalo se da bi se prema predviđenim klimatskim promjenama u priobalnim područjima Hrvatske mogla pojaviti opasnost od malarije. Moguća je i povećana opasnost od širenja denge i lismanijaze. Topliji i vlažniji uvjeti, kakve predviđaju klimatski scenariji, mogu pogodovati širenju bolesti koje se prenose hranom ili vodom, kao što su dijareja i dizenterija.

Utjecaj klimatskih promjena na zdravlje može biti i posredan. Naime, klimatske promjene mogu imati utjecaja na raspoloživost pitke vode, na usjeve, proizvodnju hrane. Teško je, međutim, precizno predvidjeti kako će te promjene djelovati na ljude.







*Plitvička jezera*

# 8.

## Istraživanja, sustavna promatranja i praćenja

- 8.1. Istraživanja klime i klimatski scenariji — 225
- 8.2. Sustavna motrenja i uključivanje u globalni sustav motrenja promjene klime (GCOS) — 225
- 8.3. Istraživanja po pojedinim sektorima utjecaja — 228
  - 8.3.1. Hidrologija — 228
  - 8.3.2. Poljoprivreda — 228
  - 8.3.3. Šumarstvo — 228
  - 8.3.4. Biološka raznolikost i prirodni kopneni ekosustavi — 228
  - 8.3.5. Obalno područje — 229
  - 8.3.6. Morski ekosustavi i riblje bogatstvo — 229
  - 8.3.7. Utjecaj na zdravlje — 230



# Istraživanja, sustavna promatranja i praćenje

## 8.1. Istraživanja klime i klimatski scenariji

Znanstvena i razvojna istraživanja klimatskog sustava provode se u Državnom hidrometeorološkom zavodu u okviru nacionalnog klimatskog programa i znanstvenih projekata koje financiraju Zavod i Ministarstvo znanosti. U cilju proširenja spoznaje o klimatskim promjenama na lokalnoj i regionalnoj skali, u sljedećoj je fazi u planu istražiti klimatske promjene ekstremnih vremenskih događaja.

Dosadašnja istraživanja temperature na području Hrvatske temeljila su se na promjenama srednjih dnevnih i srednjih ekstremnih temperatura zraka. Utjecaj ekstremnih temperatura, kako minimalnih tako i maksimalnih, bitan je u raznim aspektima života kao što su proizvodnja hrane, projektiranje i izgradnja građevinskih objekata, zdravlje, turizam. Važno je utvrditi u kolikoj mjeri uočeno opće zatopljenje uzrokuje npr. povećanje učestalosti toplinskih valova ili pak, s druge strane, smanjenje pojave ili intenziteta mrazova. Temperaturni parametri koji bi se u tu svrhu analizirali su brojevi dana s različitim značajkama ekstremnih temperatura (ledeni, studeni, hladni, topli i vrući dani te dani s toplim noćima).

Tijekom dvadesetog stoljeća na području Hrvatske, oborine su pokazale tendenciju smanjenja. Te promjene oborina uočene su u ukupnim količinama oborina u duljim vremenskim razdobljima, tj. godini, sezoni ili mjesecu. Iako su ovi rezultati korisni u mnogim primjenama, oni ne prikazuju kako se mijenjaju značajke oborina unutar tako dugih razdoblja. Stoga bi trebalo istražiti odnos učestalosti pojave oborina i intenziteta na temelju analize učestalosti oborinskih dana s različitim količinama.

## 8.2. Sustavna motrenja i uključivanje u globalni sustav motrenja promjene klime (GCOS)

### *Uvod*

Potreba za sustavnim motrenjima na području Hrvatske je vrlo naglašena zbog velike zemljopisne i klimatske raznolikosti.

U nizinskom dijelu Hrvatske, s klimom koja ima više kontinentalno obilježje, najveću potrebu za podacima ima poljoprivreda. U središnjem dijelu Hrvatske, s klimom koja ima obilježje snježno šumske klime, podaci su važni za korištenje i zaštitu šuma. Na Jadranskoj obali, otocima i otvorenom moru, gdje je mediteranska klima, glavni korisnici podataka su turizam, ribarstvo i



morski promet. Podatke dobivene sustavnim opažanjima također upotrebljavaju i brojni drugi korisnici.

Zemljopisne i klimatske raznolikosti naglašavaju potrebu za sustavnim motrenjima u svim komponentama klimatskog sustava: meteorološka i atmosferska motrenja, motrenja na površini i cijeloj dubini mora (morska motrenja), motrenja koja obilježavaju elemente na kopnenom dijelu zemlje (terestička motrenja) i motrenja koja se provode korištenjem svemirske tehnologije (svemirska motrenja).

Kao krajnji rezultat svih mjerenja, opažanja i obrade podataka u svim komponentama klimatskog sustava trebaju biti na raspolaganju homogeni nizovi osmotrenih podataka.

Prva prikupljanja klimatoloških podataka u Hrvatskoj radili su sporadično pojedini istraživači i stručnjaci kojima su podaci trebali za provođenje neke djelatnosti.

Sustavna meteorološka motrenja počela su sredinom 19. stoljeća. Motrenja su obavljale različite institucije koje često nisu radile usklađeno i mnogi osmotreni podaci nisu bili usporedivi ili su se izgubili.

Dodatne činjenice koje je potrebno pratiti u sustavnim motrenjima: razdoblja (dužine) nizova, homogenitet dugih nizova, kontinuitet upotrebljivanih instrumenata, skup činjenica o načinu i mjestu mjerenja nazvanih "podaci o podacima", akcije za spašavanje starih podataka.

### *Stanje u prikupljanju podataka i sustavno motrenje u Hrvatskoj*

Koordinacija u prikupljanju i korištenju podataka koja bi obuhvaćala sve komponente klimatskog sustava ne postoji. U Hrvatskoj pod nadležnošću različitih organizacija i ustanova rade sljedeći motriteljski sustavi:

- a) Atmosferski motriteljski sustavi za potrebe proučavanja klime pri zemljinoj površini (meteorološka prizemna motrenja), koji uključuju: prizemne sinoptičke postaje (38<sup>1</sup>), aerodromske meteorološke postaje (5), klimatološke postaje (109), kišomjerne postaje (326), agrometeorološke postaje (40), specijalne meteorološke postaje - sunčevo zračenje, atmosferski elektricitet, postaje za sigurnost prometa (20).
- b) Atmosferski motriteljski sustav za proučavanje klime u slobodnoj atmosferi (meteorološka visinska mjerenja), koja uključuju: radiosondalne postaje (1), pilotbalonske postaje (1), radarske postaje (8).
- c) Motriteljski sustav za određivanje sastojaka i pridodataka u atmosferi, koji uključuje: ozonske postaje (2), SO<sub>2</sub> postaje (3), NO<sub>2</sub> postaje (12), mjerenje dima (3), uzimanje i kemijsko praćenje dnevnih uzoraka oborine (19). Postoji mnogo lokalnih gradskih mreža koje prate onečišćenje zraka.
- d) Morski motriteljski sustav uključuje: meteorološke poruke s brodova (4500), temperaturu površine mora (15), razinu mora (3), stanje mora (21), povremena mjerenja i opažanja mora s istraživačkim brodovima duž Jadranskog mora obavljaju tri instituta i ta motrenja uključuju mjerenja dubine miješanja mora, morske struje, salinitet, visinu, razdoblje i smjer valova i različite kemijsko biološke parametre.

---

<sup>1</sup> broj postaja

- e) Motriteljski sustavi za proučavanje klime na kopnu (terestički sustavi) uključuju motrenja: isparavanja (3), razine podzemne vode (1000), omjer tekućih i čvrstih oborina (80), vodostaj (500), otjecanje (450), snježni pokrivač (483), visinu snijega (483), sadržaj vode u snijegu (30), vlagu tla (3), tip tla (30), protok (450).
- f) Ekološki motriteljski sustav za proučavanje klime uključuje mjerenja i opažanja: fenološka (57), promjena biomase (3), tipa vegetacije (3), raspodjele požara (30), promjene u korištenju zemljišta (3), paleoklimu (2).
- g) Motrenja bazirana na svemirskim tehnologijama  
Hrvatska sudjeluje u EUMETSAT programima. Glavni motriteljski programi su u operativnoj upotrebi podataka za prognozu vremena. Postoji nekoliko uređaja za prijem satelitskih motrenja.

Motriteljski sustavi u Hrvatskoj su u nadležnosti:

1. Državni hidrometeorološki zavod (a, b, c, d, e, f)
2. Institut za oceanografiju (d, f)
3. Hidrografski institut (d)
4. Geofizički zavod, kao dio Prirodoslovno - matematičkog fakulteta (d, e)
5. Institut Ruđer Bošković, odjel za istraživanje mora (d, f)
6. Ministarstvo za zaštitu okoliša i prostornog uređenja (f)
7. Mnoge druge organizacije na državnoj, regionalnoj i lokalnoj razini obavljaju motrenja za svoje interne potrebe.

### *Plan sustavnih motrenja za potrebe proučavanja klime*

Hrvatski nacionalni plan za izgradnju boljih mogućnosti u okviru zahtjeva Globalnog klimatskog motriteljskog sustava (Global Climate Observing System - GCOS) sadrži:

- Sudjelovanje u Globalnom klimatskom motriteljskom sustavu (GCOS) i njegovim podsustavima (Globalni motriteljski sustav - GOS i Globalni terestički sustav - GTS), s ciljem promicanja i suradnje u sustavnim motrenjima i razvoju arhiva i baza podataka koje se odnose na klimatski sustav
- Osnivanje koordinacije između različitih motriteljskih mreža u Hrvatskoj, na razini države
- Planiranje detaljnih aktivnosti za pojačavanje mogućnosti u odnosu na prikupljanje, razmjenu i korištenje podataka s ciljem da se ispune mjesne, područne i međunarodne potrebe
- Pojačati održavanje postojećih mreža koje se odnose na proučavanje klime
- Modernizacija mreža koje su u upotrebi i osnivanje ili obnavljanje motrenja koja još nisu u funkciji
- Uspostava klimatskih monitoring sustava
- Modernizacija postojećih banaka klimatoloških podataka i definiranje sustava za korištenje i razmjenu podataka
- Nastaviti s akcijama spašavanja povijesnih klimatoloških podataka, njihovoj obradi i unosu na medije za računalnu obradu

- Izrada strategije za uvođenje motriteljskih programa baziranih na svemirskoj tehnologiji
- Razvijati i primjenjivati metode za ispitivanje homogeniteta za sve vrste klimatoloških nizova podataka i osnivati posebne datoteke “podaci o podacima”.

## 8.3. Istraživanja po pojedinim sektorima utjecaja

### 8.3.1. Hidrologija

Za pripremu politike i mjera prilagodbe u hidrologiji i vodnim resursima potreban je niz studijskih istraživanja, među kojima je prioritet:

- (1) Kartiranje promjena temperature zraka, oborina i drugih hidrometeoroloških podataka;
- (2) Procjena utjecaja promjene klime na evapotranspiraciju i otjecanje;
- (3) Procjena utjecaja promjene klime na bilancu voda;
- (4) Procjena utjecaja promjene klime na aktivnosti upravljanja vodama;

Temljem ovih i drugih podloga potrebno je napraviti studiju utjecaja očekivanih promjena klime po pojedinim slivnim područjima Hrvatske.

### 8.3.2. Poljoprivreda

Program istraživanja u poljoprivredi, prioritetno uključuje:

- gospodarenje poljoprivrednim tlom i promjena klime
- mogućnosti za uvođenje konzervacijske obrade tla i no-tillagea
- mogućnost vezanja ugljika u tlima Hrvatske različitim načinima obrade tla u različitim plodoredima
- mogućnost prilagodbe u uzgoju bilja
- mogućnosti prilagodbe u stočarstvu.

### 8.3.3. Šumarstvo

Potrebno je istražiti u kojoj mjeri su opažene promjene i sušenje šuma u svezi klimatskih promjena, a koliko je to uvjetovano drugim čimbenicima kao što su onečišćenja zraka, tla i vode i čovjekom uzorkovane nagle promjene. Treba nastaviti na praćenju utjecaja šumskogospodarskih postupaka na strukturne značajke šumskih sastojina. Potrebno je intenzivirati praćenje promjena u prostornoj razdiobi šumskih ekosustava s obzirom na promjene temeljnih ekoloških čimbenika.

### 8.3.4. Biološka raznolikost i prirodni kopneni ekosustavi

Razina poznavanja utjecaja globalne promjene klime na kopnene ekosustave i biološku raznolikost Hrvatske je na niskoj razini, a uočljiv je nedostatak kadra kao i neodgovarajuće obrazovanje. Pored navedenog metode koje se na ovom

području primjenjuju u svijetu nisu do sada primjenjivane u Hrvatskoj, te je nužan transfer metodologije i tehnologije.

U pogledu dostupnosti temeljnih podataka o prostoru, ponovo se očituje već uočen kroničan nedostatak nekih temeljnih bioloških djela (atlas flore i faune, karte biološke raznolikosti, vegetacijske karte, karte biotopa i dr.) (Kutle, 1999.), te dio ovoga materijala treba sačiniti za potrebe izrade procjene utjecaja i planiranja prilagodbe.

Stoga se kao prijedlog istraživanja mogu načelno preuzeti Opći akcijski planovi 1-3. kao posebni prijedlozi istraživanja ili kao posebno formirana cjelina, tj. projekt s glavnim komponentama:

1. Gradnja znanstvene infrastrukture nužne za procjenu utjecaja promjene klime na kopnene ekosustave i biološku raznolikost
2. Prikupljanje podataka nužnih za procjenu utjecaja promjene klime na kopnene ekosustave i biološku raznolikost
3. Izrada procjene utjecaja globalne promjene klime na kopnene ekosustave i biološku raznolikost Hrvatske

**Upotpunjavanje podataka i utjecaja** Procjena utjecaja globalne promjene klime na kopnene ekološke sustave i biološku raznolikost mora biti odgovarajuće upotpunjena u sve ostale aspekte procjene, a koje izlaze iz okvira ovog prikaza. Upotpunjeni podaci mogu ukazati na, za sada nesagledive ili teško sagledive uzajamne odnose pojedinih procjena (npr. šumarstvo, poljoprivreda, vode, more i dr.), te utjecati na konačan izgled dokumenta.

### 8.3.5. Obalno područje

Potrebno je unaprijediti postojeći sustav praćenja razine mora uzduž naše obale. Nadalje je potrebno organizirati promatranje utjecaja porasta razine mora na eroziju, podzemne vode i površinske slatke vode na odabranim lokalitetima, u prvom redu na području oba Vranska jezera, dolini rijeke Neretve i području Nina.

Potrebno je istražiti ponašanje naše obale u odnosu na podizanje ili spuštanje obale da bi se mogao ocijeniti i mogući utjecaj apsolutnog porasta razine mora te izraditi model plavljenja obale i ekonomskog vrednovanja mogućih šteta. Posebno je značajno istraživanje usmjeriti ka integralnom pristupu promatranja.

### 8.3.6. Morski ekosustavi i riblje bogatstvo

Poznavanje utjecaja mogućih klimatskih promjena na promjene ekosustava otvorenih i obalnih voda nedovoljno je istraženo. Iako su odnosi između fizičkih i kemijskih parametara na živi organizam, kao i odgovor jedinki na promjene u ekosustavu pojedinačno zadovoljavajuće poznati, sagledavajući sadašnje znanje, nemoguće je predvidjeti budući trend u ekosustavu mora, i to prvenstveno zbog mnogih uzročno-posljedničnih procesa i nedostatka scenarija za druge izvore promjena, kao što je npr. antropogeni utjecaj. Povećanje prizemne temperature zraka te smanjenje oborina očituje se u površinskom sloju mora porastom temperature i saliniteta putem vertikalnih protoka topline i vlage na granici atmosfera-more. U dubljim se slojevima temperatura i salinitet mijenjaju i zbog promjena utjecaja horizontalnih procesa, što također

može biti posljedica klimatskih promjena. Krajem sedamdesetih godina, kako u obalnim tako i u otvorenim vodama Jadrana, zamijećen je nagli porast primarne proizvodnje uz povećanu učestalost "izvanrednih" cvatnji fitoplanktona (monospecifične cvatnje, obojeno more, "mare sporco", toksične cvatnje, "mucillagine"). Iako se porast učestalosti ovih pojava velikim dijelom pripisuje i antropogenom utjecaju, ipak je sasvim neosporno da je jednim dijelom to vezano i uz klimatske promjene, koje se najranije mogu zapaziti na razini primarnih proizvođača. Ove bi se pojave mogle veoma negativno odraziti kako na turizam, zbog degradacije okoliša, tako i na gospodarstvo, zbog mogućih ekonomskih šteta koje uzrokuju u ribolovu i marikulturi, a u slučaju toksičnih cvatnji čak i na ljudsko zdravlje, koje ozbiljno može biti ugroženo PSP i DSP toksičnošću školjkaša. Trajnim, ciljanim monitoringom i istraživanjem ovih pojava moguće je ublažiti njihove neželjene posljedice, odnosno poduzimajući određene mjere na temelju rezultata monitoringa u potpunosti spriječiti ugrožavanje ljudskog zdravlja. Razvijanjem ekološkog modela, koji za ekosustav Jadranskog mora ne postoji, bilo bi moguće odgovoriti na ključna otvorena pitanja. Model bi se mogao razviti služeći se postojećim podacima, uz eventualna pojedinačna ciljana istraživanja. Oslanjajući se na rezultate jednog takvog modela bilo bi moguće definirati smjer budućih promjena u ekosustavu u prvom redu u odnosu na populaciju i sastav ribljih resursa.

### 8.3.7. Utjecaj na zdravlje

Utjecaj klimatskih promjena na ljudsko zdravlje može se očitovati posredno i neposredno. Posredno je čovjek ugrožen zbog utjecaja klimatskih promjena na produkciju hrane i izvore pitke vode. Za određivanje neposrednog utjecaja klimatskih promjena na ljudsko zdravlje, potrebno je poznavati utjecaj vremena u postojećim klimatskim uvjetima. Do sada je u Hrvatskoj proučavan utjecaj vremena na više bolesti, posebno vaskularnih i respiratornih, koje u zapadnim zemljama, pored karcinoma, uzrokuju najveću smrtnost. S obzirom na to da predviđene klimatske promjene upozoravaju najviše na porast temperature zraka, potrebno je posebnu pažnju posvetiti utjecaju visokih temperatura zraka. Utvrđen je nepovoljan utjecaj visokih temperatura na zdravlje, a istraživanja u svijetu pokazuju i povećanje smrtnosti uzrokovane toplinskim stresovima. Stoga je u planu proučiti utjecaj vremena na pojavu smrtnosti u Zagrebu na 20-godišnjem uzorku. To bi istraživanje moglo omogućiti utvrđivanje graničnih vrijednosti toplinskog stresa, iznad kojega smrtnost može znatno porasti. Radi utvrđivanja klimatske promjene ekstremnih događaja, koji mogu imati posebno nepovoljan utjecaj na čovjeka, u planu je istraživanje klimatske promjene broja dana s različitim temperaturnim obilježjima. Dobiveni rezultati omogućili bi procjenu utjecaja mogućih klimatskih promjena na ljudsko zdravlje.







*Svilaja*

# 9.

## Međunarodna suradnja



## Međunarodna suradnja

Hrvatska je do 2000. godine zbog političke nestabilnosti i otvorenih pitanja u regiji bila u određenoj političkoj i gospodarskoj izolaciji, čime su mogućnosti bilateralnih i multilateralnih odnosa bile relativno ograničene. Bilateralne pomoći bile se vrlo sporadične i najviše su se odnosile na tehničku pomoć u vidu eksperata i malih donacija. Hrvatska nije imala pristup fondovima EU, jedini fondovi bili su oni u okviru financijskih mehanizama Ujedinjenih naroda (GEF i drugi) i Svjetske banke. U posljednje dvije godine, u okviru USAID pomoći, putem ECO-links programa bilo je moguće aplicirati za pripremu malih projekata iz područja smanjenja emisije stakleničkih plinova, ali za sada je u razvoju tek nekoliko takvih projekata.

Nacionalno izvješće izrađeno je zahvaljujući donaciji globalnog fonda za okoliš (GEF-a) u sklopu projekta Vlade Republike Hrvatske i UNDP/GEF-a - "Omogućavanje Hrvatskoj da pripremi svoje prvo nacionalno izvješće sukladno obvezama iz UNFCCC-a". U tijeku izrade ovog izvješća surađivalo se s radnim timovima iz susjednih država Slovenije i Mađarske, u vidu radnih sastanaka po pojedinim tematskim pitanjima. Bogata izmjena iskustava bila je i s Bivšom Jugoslavenskom Republikom Makedonijom. U izradi izvješća korištena je pomoć Programa podrške za izradu nacionalnih izvješća o promjeni klime UNDP-a. Izvješće su napravili domaći stručnjaci uz samo nužne konzultacije međunarodnih stručnjaka u kritičnim dionicama kao što je bilo pitanje proračuna troškova mjera za smanjenje emisije.

Usprkos tome što se vanjskopolitička situacija Hrvatske stalno poboljšava, do izdavanja ovog izvješća još se ne vide izraziti konkretni koraci podrške međunarodne zajednice.

S obzirom na politički cilj uključenja u Europsku uniju te klimatsko-geografske i gospodarske sličnosti, u međunarodnim odnosima suradnja će najviše biti usmjerena prema državama EU i državama u pridruživanju EU, posebice prema susjednim državama s kojima se dijele problemi utjecaja.

Hrvatska je uključena u neke međunarodne programe istraživanja koji se bave pitanjima klimatskih promjena i energetike. Spominje se ovdje IEA/OECD Bionergy program u sklopu kojega Hrvatska vodi Zadatak 29 - "Socio-gospodarski aspekti korištenja biomase", član je Zadatak 38 - "Određivanje emisije stakleničkih plinova iz sustava biomase", član je IAEA programa - "Uloga nuklearne energije u smanjenju emisije stakleničkih plinova". Zamjetljiva međunarodna suradnja odvija se preko projekta "Uklanjanje barijera efikasnom korištenju energije u sektoru usluga i kućanstva" financiranog od UNPD/GEF koji treba ući u provedbu u 2002. godini. Hrvatska je aplicirala projekt uspostave nacionalnog sustava za proračun emisije za financiranje od programa LIFE-Third Country i čeka se odluka o ovom vrlo važnom projektu. Pomoć u izgradnji i poboljšanju kvalitete proračuna emisije očekuje se i od regionalnog UNDP/GEF projekta za Srednju i Istočnu Europu.

Hrvatska je potpisala Pismo razumijevanja s Kraljevinom Nizozemskom o mogućoj primjeni JI projekata, a interes su pokazale i druge zemlje i međunarodne organizacije. Kraljevina Nizozemska trenutno financira energetske projekt uvođenja obnovljivih izvora na otoku Hvaru.

Hrvatska za ispunjenje svojih obveza prema Konvenciji treba izraziti međunarodnu pomoć, prvenstveno financijsku. Stručna pomoć potrebna je u pogledu usko specijaliziranih tehničkih znanja i vještina, a nikako za izvršenje cjelokupnih poslova. Mora se istaknuti kako su često međunarodne financijske pomoći uvjetovane sudjelovanjem međunarodnih stručnjaka u broju koji ne odgovara stvarnim potrebama.





*Sijemenska šuma*





10.

Obrazovanje i promidžba  
javne svijesti



## Obrazovanje i promidžba javne svijesti

Pitanje obrazovanja i javne svijesti raspoznato je kao jedan od ključnih elemenata u djelovanju za ublaženje klimatskih promjena. S tim u vezi u sklopu izrade Prvog nacionalnog izvješća napravljen je cjeloviti program koji znači minimum poželjnih aktivnosti. Pretpostavlja se da će ovaj program naći izvore financiranja i međunarodnu potporu. Program je napravljen u suradnji stručnjaka sociologa, novinara i NGO-a. Vremenski se odnosi na dvogodišnje razdoblje. Provedba programa može se postići ujedinenim za sada malobrojnim ali stručnim, domaćim snagama (znanosti, stručnih institucija, stručnih i aktivističkih udruga i državne uprave).

Nakon pripreme ovog Prvog nacionalnog izvješća o klimatskim promjenama, koje je utvrdilo prve i osnovne parametre ukupnog stanja i dalo osnovne pravce djelovanja, u sljedeće dvije godine istovremeno s izradom Drugog nacionalnog izvješća, trebalo bi provesti prikazani program obrazovanja i javne promidžbe. Svrha ovih obrazovnih aktivnosti i inicijalnih praktičnih (know-how) obuka je da se u socijalnoj percepciji “proizvede značaj” ovog problema, da se mlade generacije i građanstvo senzibilizira za ova pitanja. Jednako važna, ako ne i važnija, svrha programa je u tome da se socijalne aktere iz djelatnosti koje u Hrvatskoj “proizvode” stakleničke plinove inicijalno uputi na nužnost i mogućnosti tehnoloških i društveno-usmjerenih promjena, koje bi otvorile putove za procese smanjenja generiranja ovih plinova koji uzrokuju zatopljanje.

U Hrvatskoj je na području informiranja i obrazovanja glede klimatskih promjena učinjeno relativno malo. Tijekom devedesetih godina u Hrvatskoj se u uvjetima ratnih razaranja i tranzicije, a posebno pretvorbe vlasništva, dogodio masovni pad kakvoće života te veći dosezi na području “obrazovanja o klimatskim promjenama” nisu niti bili mogući. Za tako nešto nije postojao plodan kontekst. Danas se otvaraju mogućnosti za skretanje pažnje na razvojna i ekološka pitanja, a u okviru njih i na ona vezana uz klimatske promjene. Afirmacija ovih pitanja kroz sustavno obrazovanje i obuku ima više šansi za uspjeh.

Ipak, djelovanja nekih aktivističkih udruga imala su značajnih rezultata, primjerice vrlo jaka kampanja protiv gradnje nove termoelektrane na ugljen na Jadranu, kada su udružene ekološke udruge sakupile 73.000 potpisa što je nedvojbeno utjecalo na odgodu izgradnje.

Javni mediji bilježe događaje o promjeni klime u vrijeme održavanja Konferencije stranaka i neposredno nakon meteoroloških ekstremnih događaja koji “iskaču” izvan višegodišnjih prosjeka te upozoravaju kako se “nešto događa s klimom”. U posljednje vrijeme zapaženo se prate kampanje nevladine udruge “Zelena akcija”, koja među nevladinim udrugama jedina sustavno pristupa



centra Hrvatske; izrada inicijalnih informativnih i obrazovnih materijala; sustavna i višedimenzionalna medijska kampanja o uzrocima i posljedicama klimatskih promjena s posebnim osvrtom na Hrvatsku. I najskromniji program podizanja svijesti i obučavanja mora sadržavati navedene aktivnosti.

Aktivnosti predviđene programom predviđaju u ukupnosti sljedeće:

- izrada edukativnih materijala: izrada dva seta folija (jedan za svijet, drugi za Hrvatsku) o vitalnim činjenicama o klimatskim promjenama i njihovo umnažanje; izrada 4 video emisije; izrada plakata; izrada kratke brošure (od strane stručnih udruga i eksperata);
- prezentacija Prvog nacionalnog izvješća i istovremeno seminar za novinare;
- 6 akcija ekoloških udruga na ulici;
- seminari za učitelje i nastavnike u školama diljem Hrvatske (x10); seminari za državne djelatnike (x1); seminari za djelatnike u djelatnostima (6x). Ukupno 16 seminara za dvije godine.
- sustavna obrazovna kampanja u osmogodišnjim i srednjim školama diljem Hrvatske;
- sustavna medijska kampanja uz 4 video materijala i sustavno praćenje problema zatopljanja u suvremenom svijetu;
- poster i “jumbo” plakati u nekoliko gradova.

Program aktivnosti trajat će dvije i pol godine. Program se lako može intenzivirati pri čemu je ideja osposobljavanja mladih, malih ali profesionalnih i prostorno mobilnih obrazovnih “brigada” edukatora glavna okosnica. Naime, obrazovanje po školama bi se taklo ujednačilo i učinilo kvalitetnijim, a ne bi ovisilo o šarolikoj motivaciji i volji školskih nastavnika. Posebno bi se u okviru intenzivnijeg (i skupljeg) programa mogli poduzeti kvalitetni koraci unapređenja na polju obučavanja onih profesionalnih skupina i donositelja odluka u djelatnostima koje sudjeluju u generiranju stakleničkih plinova. Ovo ponje je možda i srž svrhe “Programa za podizanje svijesti i obrazovanja glede klimatskih promjena u Hrvatskoj.”

Gore navedeni program minimum je aktivnosti za ostvarenje vidljivih pozitivnih pomaka. To je premalo za značaj problema i očekuje se nadopunjavanje nizom samoinicijativnih i inovativnih akcija koje nisu izlistane programom. U promicanju je značajno međunarodno umrežavanje i izmjena informacija, pa treba podržati inicijative nevladinih i stručnih udruga u formiranju edukacijskih i informacijskih žarišnih centara, posebice onih međunarodnih.





11.

Literatura



# Literatura

## Proračun emisije

### Metodologija

**IPCC Guidelines for National GHG Inventories, Revised 1996.**  
(IPCC/UNEP/OECD/IEA)

**Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National GHG Inventories, 2000.** (IPCC/NGGIP)

### Energetski sektor

Državni zavod za statistiku, 1991.: **Statistički ljetopis - 1991.**, Zagreb

Državni zavod za statistiku, 1991.: **Statistički ljetopis - 1996.**, Zagreb

EPA, 1999.: **Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks, 1990-1997, U.S.A.**

EKONERG, 2000., **Inventory of Croatian GHG Emissions and Sinks- 2000.**, Zagreb

EKONERG, 2001., **Analiza mogućih mjera za smanjenje emisije stakleničkih plinova HEP-a, 2001.** Zagreb (u tisku) IEA Statistics, 1997.

**IEA CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion 1971. - 1996.**, OECD 1998.

INA - Industrija nafte, 1992.: **Izvješće o poslovanju INE za 1991. godinu, 1991.**, Zagreb

INA - Industrija nafte, 1999.: **Energija u INI, 1998.**, with data from 1990 to 1998, **Godišnji energetski pregled, Zagreb**

**IPCC Guidelines for National GHG Inventories, Revised 1996.**  
(IPCC/UNEP/OECD/IEA)

**Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National GHG Inventories, 2000.** (IPCC/NGGIP)

Ministry of Economy, 1995.: **Energy in Croatia, 1990-1994, Annual Energy Report, Energy Institute "Hrvoje Požar", Zagreb**

Ministry of Economy, 1997.: **Energy in Croatia, 1992-1996, Annual Energy Report, Energy Institute "Hrvoje Požar", Zagreb**

Romić L., Švel-Cerovečki S., 1999.: **Fugitive Emissions of Natural Gas from Source of Emissions in Petroleum Industry and their Contribution to GHG, 1998, with data from 1990 to 1998, Annual Energy Report, Zagreb**

**UNFCCC Second compilation and synthesis of second national communications, 1988.**

Vuk B., 1991.: **Nacionalna energetska bilanca - 1990.**, Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb

Vuk B., 1992.: **Nacionalna energetska bilanca - 1991.**, Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb

Vuk B., 1993.: **Nacionalna energetska bilanca - 1992.**, Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb

- Vuk B., 1994.: **Nacionalna energetska bilanca - 1993.**, *Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb*
- Vuk B., 1995.: **Nacionalna energetska bilanca - 1994.**, *Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb*
- Vuk B., 1996.: **Nacionalna energetska bilanca - 1995.**, *Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb*

## Industrijski procesi

- Državni zavod za statistiku, **Industrija, Mjesečni izvještaj**, 1991.
- EKONERG, 2000., **Anketa u tvornicama cementa u Hrvatskoj**,
- EKONERG, 2000., **Anketa u tvornicama vapna u Hrvatskoj**.
- EKONERG, 2000., **Anketa kod proizvođača amonijaka (petrokemija) u Hrvatskoj**.
- EKONERG, 2000., **Anketa kod proizvođača dušične kiseline (petrokemija) u Hrvatskoj**.
- V. Jelavić, V. Delija, Ž. Jurić, Z. Stanić: **Identifikacija postojećih mjera smanjenja emisije stakleničkih plinova u Hrvatskoj elektroprivredi**, *EKONERG*, 1999.

## Korištenje otapala

- Državni zavod za statistiku, 1992.: **Mjesečna izvješća - 1990. i 1991.**, *Industrija, Zagreb*
- Državni zavod za statistiku, 1997.: **Mjesečna izvješća - 1992. do 1996.**, *Industrija, Zagreb*
- Državni zavod za statistiku, 1996.: **Statistički ljetopis - 1996.**, *Zagreb*
- EMEP/CORINAIR, 1996.: **Atmospheric Emission Inventory Guidebook**, *European Environmental Agency, Denmark*

## Politika i mjere

- Hrvatska elektroprivreda, 2000.: **Annual report - 1999**, *Zagreb, Croatia*
- EKONERG, 2000.: **GHG Emission Inventory for Croatia, 1990-1995**, *UNDP/GEF, Zagreb, Croatia*
- Energetski institut "Hrvoje Požar", 1998.: **BIOEN - Program korištenja energije biomase i otpada**, **PROHES - Nacionalni energetska program**, *Zagreb, Hrvatska*
- Energetski institut "Hrvoje Požar", 1998.: **ENWIND - Program korištenja energije vjetra**, **PROHES - Nacionalni energetska program**, *Zagreb, Hrvatska*
- Energetski institut "Hrvoje Požar", 1998.: **GEOEN - Program korištenja geotermalne energije**, **PROHES - Nacionalni energetska program**, *Zagreb, Hrvatska*
- Energetski institut "Hrvoje Požar", 1998.: **KOGEN - Program kogeneracije**, **PROHES - Nacionalni energetska program**, *Zagreb, Hrvatska*
- Energetski institut "Hrvoje Požar", 1998.: **KUEN<sub>CTS</sub> - Program energetske efikasnosti CTS-a**, **PROHES - Nacionalni energetska program**, *Zagreb, Hrvatska*
- Energetski institut "Hrvoje Požar", 1998.: **KUEN<sub>ZGRADA</sub> - Program energetske efikasnosti u zgradarstvu**, **PROHES - Nacionalni energetska program**, *Zagreb, Hrvatska*

- Energetski institut "Hrvoje Požar", 1998.: **MAHE - Program izgradnje malih hidroelektrana Construction, PROHES - Nacionalni energetski program, Zagreb, Hrvatska**
- Energetski institut "Hrvoje Požar", 1998.: **MIEE - Mreža industrijske energetske efikasnosti, PROHES - Nacionalni energetski program, Zagreb, Hrvatska**
- Energetski institut "Hrvoje Požar", 1998.: **PLINCRO - Program plinifikacije Hrvatske, PROHES - Nacionalni energetski program, Zagreb, Hrvatska**
- Energetski institut "Hrvoje Požar", 1998.: **SUNEN - Program korištenja energije sunca, PROHES - Nacionalni energetski program, Zagreb, Hrvatska**
- Energetski institut "Hrvoje Požar", 1998.: **Razvitak elektroenergetskog sustava Hrvatske do 2030. godine, Zagreb, Croatia**
- Energetski institut "Hrvoje Požar", 1998.: **Strategija energetskog razvitka Republike Hrvatske - Nacrt, Zagreb, Croatia**
- Environmental Resource Management, 1998.: **Limitation of CO<sub>2</sub> and Other Greenhouse Gas Emission in Ireland, Ireland**
- Granić i drugi, 1998.: **Strategija energetskog razvitka Republike Hrvatske, Nacrt, Ministarstvo gospodarstva, Energetski institut "Hrvoje Požar"**
- Intergovernmental Panel of Climate Change, 1996.: **Climate Change 1995, Economic and Social Dimensions of Climate Change, United States of America**
- International Energy Agency, 1998.: **CO<sub>2</sub> Emission from Fuel Combustion, 1971 - 1996, France**
- IPCC/UNEP/OECD/IEA, 1997.: **Greenhouse Gas Inventory - Workbook & Reference Manual, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories, Volume 2 & 3, United Kingdom**
- Ministarstvo gospodarstva, 2000.: **Energija u Hrvatskoj, 1995-1999, Zagreb, Hrvatska**
- UNEP Collaborating Centre on Energy and Environmental, 1999.: **Economics of Greenhouse Gas Limitations, Risø National Laboratory, Denmark**

## Poljoprivreda

- Bašić, F., 1996. **Sustainable agriculture in Croatia, Round table conference on sustainable agriculture in Danube basin countries, Postojna.**
- Bašić, F., A. Butorac, A. Vajnberger, M. Mesić, D. Malbašić, Blaženka Bertić, 1990. **Effect of liming on the yield of some field crops and chemical properties of soil. 10<sup>th</sup> World Fertilizer Congress of CIEC, Nicosia, pp. 70-71.**
- Bašić, F., A. Butorac, I. Žugec, I. Jurić, 1996. **Agricultural land, Croatian agriculture at the crossroads, The country position paper of the Republic of Croatia for World Food Summit, p. 2-9, Rome.**
- Bašić, F., A. Butorac, Ž. Vidaček, Z. Racz, Z. Ostojić, B. Bertić, 1993. **Program zaštite tala Hrvatske-Inventarizacija stanja-Trajno motrenje-Informacijski sustav, studija Zavoda za OPB Agronomskog fakulteta, 122, Zagreb.**
- Bašić, F., I. Kisić, A. Butorac, M. Mesić, 1998. **Soil tillage direction as a factor influencing the occurrence of erosion drift. Gödöllo.**
- Bašić, F., I. Kisić, M. Mesić, A. Butorac, 1997. **Soil erosion by different tillage system on stagnosol in Croatia. Proc. 14th ISTRO Conf., Pulawy, 2a: 63-67.**
- Bašić, F., J. Igrc-Barčić, B. Bertić, 1996. **Sustainable agriculture, Croatian agriculture at the crossroads, The country position paper of the Rep. of Croatia for World Food Summit, p.126-132, Rome.**
- Bašić, F., O. Nestroy, I. Kisić, A. Butorac, M. Mesić, 1988. **Zaštita od erozije - ključna uloga obrade tla u aktualnim i izmijenjenim klimatskim prilikama**

- ma. HAZU - Znanstveni skup s međunarodnim sudjelovanjem "Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama, str. 115-125, Zagreb.
- Bašić, F., A. Butorac, M. Mesić, I. Kisić, V. Bićanić, 1995. **Ekološki zahtjevi pred biljnom proizvodnjom Hrvatske s aspekta suvremenih trendova u svjetskom gospodarstvu, XXXI. Agronomsko savjetovanje, str. 8-9, Pula.**
- Bašić, F., A. Butorac, V. Bićanić, I. Žugec, 1993. **Rahmenrichtlinien im Alternativen Landbau, Symposium "Alternative Landwirtschaft", AMA-Arbeitsgemeinschaft Messen-Austria, FKM, ARGE Alpen Adria, Rieder Messe, Ried im Innkreis.**
- Bašić, F., V. Bićanić, B. Bertić, J. Igrc-Barčić, 1995. **Sustainable management in arable farming of Croatia, International workshop on water pollution and protection in agricultural practice, Hrvatske vode br. 12, 237-253, Zagreb.**
- Bogunović, M., Vidaček, Ž., Husnjak, S., Sraka, M. Petošić, D., 1998. **Zemljišni informacijski sustav Županije zagrebačke, PZS, vol. 63, No. 4, p. 187-193, Zagreb.**
- Bogunović, M., Vidaček, Ž., Racz, Z., Husnjak, S., Sraka, M., 1997. **Namjenska pedološka karta Republike Hrvatske i njena uporaba. Agronomski glasnik 5-6, str. 369-399, Zagreb.**
- Butorac, A. 1963. **Toplinsko stanje tla i najkarakterističniji pragovi temperature tla za neka mjesta u glavnim poljoprivrednim rajonima Hrvatske, Agr. glasnik 12/63.**
- Butorac, A., 1963. **Uvjetna bilanca vlage prema hidrotermičkom koeficijentu Seljaninova za neka mjesta u Hrvatskoj, Agr. glasnik 8/63.**
- Butorac, A., 1984. **Valorizacija žetvenih ostataka, Polj. znan. smotra, 65:229-243.**
- Butorac, A., 1994. **Conservation tillage in Eastern Europe. Book title: Conservation tillage in temperate agroecosystems. p.p. 357-374. Lewis Publishers Inc. Boca Raton, USA.**
- Butorac, A., F. Bašić, I. Turšić, M. Mesić, 1992. **The response of some field crops to soil compaction. Proceedings-International Conference "Soil compaction and soil management", Tallin, pp. 276-285.**
- Butorac, A., F. Bašić, I. Turšić, S. Redžepović, 1988. **Utjecaj pojačanog "prometa" organske tvari u tlu na prinos nekih oraničnih kultura i promjene u tlu. Polj. aktualnosti, 1-2:475-489.**
- Butorac, A., F. Tomić, 1987. **Sadašnje stanje hidro i agromelioracija u Hrvatskoj i smjernice za njihovo korištenje u praksi. Polj. aktualnosti, 1-2:85-105.**
- Butorac, A., I. Turšić, J. Butorac, M. Mesić, F. Bašić, N. Vuletić, M. Berdin, I. Kisić, 1999. **Results of Long-term Experiments with Growing Flue-cured Tobacco (Nicotiana tabacum L.) in Monoculture and Different Types of Crop Rotations. J. Agronomy & Crop Science, 183, p. 271-285. Berlin.**
- Butorac, A., Bašić, F., Kisić, I., **Alternativni sustavi gospodarenja i njihov utjecaj na kvalitetu vode, Zbornik znanstvenog skupa "Poljoprivreda i gospodarenje vodama", 53-77, Bizovačke toplice, 1994.**
- Durn, G., L. Palinkaš, F. Bašić, S. Miko, V. Babić, 1992. **Heavy metals in liming material of NW Croatia and possible impact on their permissible content in arable soils, Geologia Croatica, Vol. 46/1, 145-155, Zagreb.**
- Gračanin, M. 1950. **Mjesečni kišni faktori i njihovo značenje u pedološkim istraživanjima, Poljoprivredna znanstvena smotra 12:51-67.**
- Kisić, I., F. Bašić, A. Butorac, O. Nestroy, J. Marušić, M. Mesić, M. Sabolić, J. Petraš, 1999. **Zaštita tla od erozije s motrišta održivog gospodarenja tlom. Hrvatske vode, br. 26. str. 15-26, Zagreb.**



- Kisić, I., M. Mesić, F. Bašić, A. Butorac, 1999. **Kalcifikacija i gnojidba tala gorske Hrvatske** (Projekt financiran od strane MPŠ RH Vijeća za istraživanje u poljoprivredi - Razvoj službi za potporu obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima), Fond str. dok. Zavoda za OPB Agronomskog fakulteta u Zagrebu, str. 16. Zagreb.
- Kisić, I., 1999. **Influence of tillage systems on soil erosion by water on stagnosol in central Croatia**. Newsletter of European Society for Soil Conservation (New PhD thesis).
- Kisić, I., F. Bašić, M. Mesić, 1999. **Ekološki uravnotežene mjere gospodarenja u održivoj poljoprivredi**. Skup nevladinih organizacija iz Hrvatske i Bosne i Hercegovine, str. 8-9, Sarajevo.
- Kisić, I., F. Bašić, M. Mesić, A. Butorac, 1998. **Soil erosion in different tillage systems on stagnosol in Croatia**. Proceedings - CD, Scientific registration n<sup>o</sup>: 1351, Symposium n<sup>o</sup>: 20, Montpellier.
- Mesić, M., A. Butorac, F. Bašić, I. Kisić, 1998. **The influence of sugar factory waste lime and phosphogypsum upon selected chemical properties of an acid semigley**. 16<sup>th</sup> World Congress of Soil Science, Proceedings - CD, Scientific registration n<sup>o</sup>: 2206 Symposium n<sup>o</sup>: 21, Montpellier.
- Mesić, M., A. Butorac, F. Bašić, S. Redžepović, Sanja Sikora, 1994. **Liming, manuring and fertilization of maize for better productivity and low environment impact**. 15<sup>th</sup> World Congress of ISSS, Acapulco, 7b:159-161.
- Mesić, M., A. Butorac, F. Bašić, I. Gašpar, I. Kisić, 1997. **Influence of mineral nitrogen rates on the nitrate leaching from drained pseudogley**. 7<sup>th</sup> Gumpensteiner Lysimetertagung "Lysimeter und nachhaltige Landnutzung", s.169-170., Bal Gumpenstein.
- Mesić, M., A. Butorac, F. Bašić, I. Kisić, I. Gašpar, 1999. **Efficiency of Mineral Nitrogen rates Applied in Maize Fertilization**, 10<sup>th</sup> Nitrogen Workshop, Copenhagen, Denmark.
- Mesić, M., A. Butorac, F. Bašić, I. Kisić, I. Gašpar, 1998. **Prvi rezultati istraživanja održive gnojidbe dušikom na pseudogleju središnje Hrvatske**, XXXIV. znanstveni skup hrvatskih agronoma, Zbornik sažetaka, str. 166-167, Opatija.
- Mesić, M., A. Butorac, F. Bašić, I. Kisić, I. Gašpar, 1999. **Utjecaj različitih količina mineralnog dušika primijenjenih za uljnu repicu na količinu dušika u vodi iz drenskih cijevi**. XXXV. Znanstveni skup hrvatskih agronoma, str. 53-54, Opatija.
- Mihalić, V. 1981. **Učešće poljoprivrede u kontaminaciji životnog prostora, zbornik radova znanstvenog skupa "Ekosistemi i mogućnosti njihovog racionalnog korištenja"**, Novi Sad, 589-599.
- Mihalić, V., A. Butorac, 1982. **Ameliorative soil tillage**. Proc. 9<sup>th</sup> ISTRO Conf, Osijek, 1-23.
- Mihalić, V., A. Butorac, Rajka Strunjak, I. Folivarski, 1971. **Istraživanja sa zaoravanjem kukuruzovine u uzgoju kukuruza u monokulturi**. Savr. polj. 19:111-120.
- Mihalić, V., A. Butorac, Rajka Strunjak, I. Folivarski, 1973. **Zaoravanje kukuruzovine u monokulturi kukuruza na aluvijalnom tlu**. Agron. glasnik, 1-2:17-34.
- Mihalić, V., Bašić, F., **Temelji bilinogojstva, udžbenik za srednje poljoprivredne škole**, Školska knjiga, str. 216, Zagreb, 1997.
- Penzar, B., Makjanić, B. 1980. **Osnovna statistička obrada podataka u klimatologiji**, Sveučilište u Zagrebu, 159 str., Zagreb.
- Penzar, I., Branka Penzar, 1985. **Agroklimatologija**, Školska knjiga, Zagreb
- Petošić, D., 1993. **Funkcionalnost sustava detaljne odvodnje u Posavini**. Doktorska disertacija, Agronomski fakultet Zagreb.

- Racz, Z. 1992. **Svjetski i domaći trendovi zaštite tala i poljoprivredne proizvodnje od Stockholma do Rio de Janeira**, *Socijalna ekologija*, Vol. 1, No 3, 399-405, Zagreb.
- Racz, Z., 1992. **Značaj tla u prirodnim i agroekosustavima**, *Socijalna ekologija*, Vol.1, No 1, 105-118, Zagreb.
- Racz, Z., **Tlo i ekološki problemi današnjice**, *Poljoprivredna znanstvena smotra*, Vol. 55, br. 1-2, 183-195, Zagreb, 1990.
- Žugec, I., Butorac, A, Bićanić, V., Bašić, F., **Anwendungsmöglichkeiten alternativer Bodenbearbeitung für landwirtschaftlichen Kulturen in Kroatien**, *Symposium "Alternative Landwirtschaft"*, AMA-Arbeitsgemeinschaft Messen-Austria, FKM, ARGE Alpen Adria, Rieder Messe, Ried im Innkreis, 1993.
- FAO, 1976. **A framework for land evaluation**. *Soil Bull. No. 32*. FAO, Rome and ILRI, Wageningen, Publ. No. 22.
- Statistički ljetopis 1991. - 1999. **Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, Zagreb**

## Promjena korištenja tla

- Bašić, F., 1993.: **Land resources evaluation of Croatia**, *Agricultural sector review*, FAO, Department of General Agronomy, University of Zagreb, rukopis, stručni spisi Zavoda za opću proizvodnju bilja Agronomskog fakulteta, p. 41, Zagreb, 1993.
- Bašić, F., F. Tomić, 1995.: **Classification of soil damages in Croatia**, *Second international conference - soil monitoring in Czech Republic*, Brno.
- Bogunović, M., 1988. **Vertična tla Hrvatske**, *Poljoprivredna znanstvena smotra*, Vol. 53, br. 3-4, str. 133-172.
- Bogunović, M., Rapajić, M., 1993.: **Digitalizacija Osnovne pedološke karte Republike Hrvatske**. *Bilten za daljinska istraživanja i fotointerpretaciju*. Vol. 12, str. 65-76. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb.
- Bogunović, M., Škorić, A., Racz, Z., Vidaček, Ž., 1990.a. **Vertic hydromorphic soils of the Sava river valley and problems of their utilization**. *Zemljište i biljka*, vol. 40, No. 1, p. 13-27, Beograd.
- Bogunović, M., Škorić, A., Racz, Z., Vidaček, Ž., 1990.b. **Vertic soils as factor of productivity of the agro-ecological system of the Sava river basin**. *The International Conference - Soil and agro-eco-systems production*, October 22-25, 1990. PODA, Ročník I, Informačný Bulletin, VUPU, Bratislava, 83-91.
- Burschel, P., E. Kuersten, B. C. Larson, 1993.: **Die Rolle und Forstwirtschaft im Kohlenstoffhaushalt**. *Forstliche Forschungsberichte München*, 126.
- Husnjak, S., 1993.: **Stacionarna istraživanja režima vlažnosti i pedomehaničkih svojstava hidromelioriranih tala dijela Srednje Posavine**, *Magistarski rad*, Agronomski fakultet Zagreb.
- Racz, Z., A. Škorić, M. Bogunović, J. Martinović, I. Ružić, 1991.: **Raspoloživi podaci i mogućnosti izrade pedoloških karata rizika od kemijskih polutanata na primjeru Hrvatske**, *Znanst. savj. "Oštećenje zemlj. i problemi njegove zaštite"*, 19, Tuzla.
- Racz, Z., M. Bogunović, J. Martinović, K. Kvastek, A. Bognar, 1992.: **Soil degradation and potential pollutants on Croatian coast and surrounding mountains**, 18, Zagreb.
- Sever, S., D. Horvat (ur.), 1996.: **Razvoj i organizacija Hrvatskoga energetskega sektora. Gospodarenje šumama u Hrvatskoj, Proizvodnja i potrošnja energenata i energije**, *Energetski institut "Hrvoje Požar"*, 76 str., Zagreb.

- Škorić, A., 1986.: **Postanak, razvoj i sistematika tla.** *Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu, str 172, Zagreb.*
- Tomić F., Bašić, F., Mađar S., Romić, D., Petošić, D., Šimunić, I., Klačić, Ž. 1997. **Značaj odvodnje i navodnjavanja u ostvarivanju održive poljoprivrede u Hrvatskoj.** *XXXIII Znanstveni skup hrvatskih agronoma s međunarodnom suradnjom, Pula.*
- Tomić F., Marušić J., Bašić F., Mađar J., Romić D., Petošić D., Šimunić I., Klačić Ž., 1997. **Značenje odvodnje u ostvarivanju održive poljoprivrede u Hrvatskoj,** *Zbornik sažetaka XXXIII skupa hrvatskih aronoma, 13, Pula.*
- Tomić, F., J. Marušić, Z. Buntić, 1993. **Uređenje poljoprivrednih površina u Hrvatskoj.** *Hrvatske vode, broj 1, str. 51-60.*

## Otpad

- Državni zavod sa statistiku, **Statistički ljetopis 1999.**
- “Hrvatske vode”, 2000.: **Emisija otpadnih voda u Republici Hrvatskoj - Podaci za proračun emisije stakleničkih plinova,**
- FAO, 2000.: **FAOSTAT Statistical Database.** <<http://apps.fao.org>
- Fundurulja, D., Mužinić, M., 2000.: **Procjena količina komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj od 1990. - 1998. i 1998. - 2010.**
- Potočnik, V., 2000.: **Izješće: Podloge za proračun emisije metana 1990.-1998., Podaci o krutom otpadu u Hrvatskoj 1990.-1998.**
- Schaller, A., 2000.: **Republika Hrvatska: Prvo nacionalno izvješće o klimi, Pregled postojećeg stanja u gospodarenju otpadom - odlagališta otpada.**

## Biološka raznolikost i prirodni kopneni ekosustavi

- Austin, M. P., 1998.: **An ecological perspective on biodiversity investigation: examples from Australian eucalyptus forests.** *Ann. Missouri. Bot. Gard. 85:2-17.*
- Beniston, M.; Diaz, H. F.; Bradley, R. S., 1997.: **Climatic change at high elevation sites: an overview.** *Climatic Change, 36:233-251.*
- Beniston, M.; Fox, D. G., 1995.: **Impacts of climate change on mountain regions.**
- U Watson, R. T.; Zinyowera, M. C.; Moss, R. H. eds.: **Climate change 1995.: Impacts, adaptations and mitigation of climate change: Scientific-technical analysis. Contribution of Working group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on climate change.** *Cambridge University Press, Cambridge 193-213.*
- Botkin, D. B.; Nisbet, R. A., 1992.: **Projecting the effects of climate change on biological diversity in forests.**
- U Peters, R. L.; Lovejoy, T. E. eds.: **Global warming and biological diversity.** *Yale University Press, London 277-293.*
- Brown, J. H.; Gibson, A. C., 1983.: **Biogeography.** *C. V. Mosby Company, London vi-xi, 1-643.*
- Davis, A. J.; Jenkinson, L. S.; Lawton, J. H.; Shorrocks, B.; Wood, S., 1998.: **Making mistakes when predicting shifts in species range in response to global warming.** *Nature, 391(19):783-786.*
- Davis, M. B., 1983.: **Quaternary history of deciduous forests of Eastern North America and Europe.** *Ann. Missouri. Bot. Gard. 70:550-563.*
- Davis, M. B.; Zabinski, C., 1992.: **Changes in geographical range resulting from greenhouse warming: Effects on biodiversity in forests.**
- U Peters, R. L.; Lovejoy, T. E. eds.: **Global warming and biological diversity.** *Yale University Press, London 297-308.*

- Dawson, W. D., 1992.: **Physiological response of animals to higher temperature.**
- U Peters, R. L.; Lovejoy, T. E. eds.: **Global warming and biological diversity.** Yale University Press, London 158-170.
- Fleming, R. A.; Candau, J.-N., 1998.: **Influences of climatic change on some ecological processes of an insect outbreak system in Canada's boreal forests and the implications for biodiversity.** *Environ. Monitor. Assess.* 49:235-249.
- Horvatić, S., 1967.: **Analitička flora Jugoslavije.** *Flora analytica Iugoslaviae.* Institut za botaniku Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 1(1):1-216.
- Jelaska, S. D., 1999.: **Analiza flore dijela Medvednice primjenom geografskog informacijskog sustava.** *Magistarski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 1-47, XLVIII-LXXXII.*
- Kappelle, M.; Vuuren, M. M. I. Van; Baas, P., 1999.: **Effect of climate change on biodiversity: a review and identification of key research issues.** *Biodiversity and Conservation*, 8:1383-1397.
- Kirschbaum, M. U. F.; Fischlin, A., 1995.: **Climate change impacts on forest.** U Watson, R. T.; Zinyowera, M. C.; Moss, R. H. eds.: **Climate change 1995. Impacts, adaptations and mitigation of climate change: Scientific-technical analysis.** *Contribution of Working group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on climate change.* Cambridge University Press, Cambridge 97-129.
- Korneck, D.; Sukopp, H., 1988.: **Rote Liste der Bundesrepublik Deutschland ausgestorbenen, verschollenen und gefährdeten farn- und Blütenpflanzen und ihre Auswertung für den Arten und Biotopschutz.** *Schr.-R. f. Vegetationskde.* 19:1-210.
- Kutle, A. ur., 1999.: **Pregled stana biološke i krajobrazne raznolikosti Hrvatske sa strategijom i akcijskim planovima zaštite.** *Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, Zagreb V-XVII, 3-151.*
- Leemans, R., 1999.: **Applying global change scenarios to assess changes in biodiversity.** *RIVM Report, 481508 012:2-65.*
- Marković, L., 1972.: **Sporobolus neglectus Nash, nova adventivna vrsta Jugoslavije.** *Acta Bot. Croat.* 32:237-242.
- Myers, J. P.; Lester, R. T., 1992.: **Double jeopardy for migration animals: Multiple hits and resource asynchrony.** U Peters, R. L.; Lovejoy, T. E. eds.: **Global warming and biological diversity.** Yale University Press, London 193-200.
- Nikolić, T., 2000.: **Analiza Popisa flore Hrvatske.** *Nat. Croat.* (in press)
- Pavletić, Z., 1972.: **Avellinia michelli (Savi) Parl. - nova biljka u flori Jugoslavije.** *Acta Bot. Croat.* 31:211-213.
- Regula-Bevilacqua, Lj., 1969.: **Salvia peloponnesiaca Boiss. et Heldr. nova biljka hrvatske Flore.** *Acta Bot. Croat.* 28:467-468.
- Rubenstein, D. I., 1992.: **The greenhouse effect and changes in animal behavior: Effects on social structure and life-history strategies.**
- U Peters, R. L.; Lovejoy, T. E. eds.: **Global warming and biological diversity.** Yale University Press, London 180-192.
- Ruess, L.; Michelsen, A.; Jonasson, S., 1999a.: **Simulated climate change in subarctic soils: response in nematode species composition and dominance structure.** *Nematology*, 1(5):513-526.
- Ruess, L.; Michelsen, A.; Schmidt, I. K.; Jonasson, S., 1999b.: **Simulated climate change affecting microorganisms, nematode density and biodiversity in subarctic soils.** *Plant and Soil*, 212:63-67.
- Tracy, C. R., 1992.: **Ecological response of animals to climate.** U Peters, R. L.; Lovejoy, T. E. eds.: **Global warming and biological diversity.** Yale University Press, London 171-179.

- Trinajstić, I., 1975.: **Bidens bipinnata L. - nova adventivan vrsta u flori Hrvatske.** *Acta Bot. Croat.* 34:171-173.
- Trinajstić, I., 1983.: **Ballota acetabulosa (L.) Bentham - nova vrsta u flori Jugoslavije.** *Povrem. Izd. Muz. Grada Šibenika*, 10: 365-370.
- Trinajstić, I.; Pavletić, Zi., 1989.: **Guizotia abyssinica (L.F.) Cass.- nova pridošlica u flori Hrvatske.** *Fragm. Herbol. Jugosl.* 1(18):99-101.
- Trinajstić, I.; Pavletić, Zi.; Pandža, M., 1995.: **Damasonium polyspermum Cosson (Alismataceae) nova vrsta u flori Hrvatske.** *Acta Bot. Croat.* 54:35-39.
- Watson, R. T.; Zinyowera, M. C.; Moss, R. H., 1995.: **Climate change 1995. Impacts, adaptations and mitigation of climate change: Scientific-technical analysis.** *Contribution of Working group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on climate change.* Cambridge University Press, Cambridge.
- Westman, W. E.; Malanson, G. P., 1992.: **Effects of climate change on Mediterranean-type ecosystems in California and Baja California.** U Peters, R. L.; Lovejoy, T. E. eds.: **Global warming and biological diversity.** Yale University Press, London 258-276.
- Whitford, W. G., 1992.: **Effects of climate change on soil biotic communities and soil processes.** U Peters, R. L.; Lovejoy, T. E. eds.: **Global warming and biological diversity.** Yale University Press, London 124-136.
- Woodward, F. I., 1992.: **A review of the effects of climate on vegetation: Ranges, competition, and composition.** U Peters, R. L.; Lovejoy, T. E. eds.: **Global warming and biological diversity.** Yale University Press, London 105-1

## Šumarstvo

- Bachmann, P., 1997.: **Wachsen unsere Baeme anders als früher?** *Österreichische Forstzeitung*, Nr. 5, s. 5, Beč.
- Burschel, P., E. Kuersten, B. C. Larson, 1993.: **Die Rolle und Forstwirtschaft im Kohlenstoffhaushalt.** *Forstliche Forschungsberichte München*, 126.
- Bušić, G., 1997.: **Proizvodnost fluvisola varaždinske Podravine u odnosu na uspijevanje bijele topole (Populus alba L.).** *Magistarski rad, Šumarski fakultet Zagreb*, 131 str.
- Cvitan, L., 1998.: **Desetogodišnji i tridesetogodišnji oborinski ciklusi u Zagrebu i Splitu. Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama,** HAZU, 41-46, Zagreb.
- Gračan, J., I. Anić, S. Matić, 1998.: **Potrajno gospodarenje i očuvanje biološke raznolikosti hrvatskih šuma.** *Šumarski list CXXII(9/10):* 437-442.
- Harapin, M., P. Vratarić, J. Vukelić, V. Bičanić, 1993.: **Zaštita i očuvanje europskih šuma.** *Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva Republike Hrvatske & Javno poduzeće "Hrvatske šume" p.o. Zagreb*, 55 str., Zagreb.
- Juras, J., M. Pasarić, I. Penzar, 1998.: **O promjenama temperature zraka od 18. do 20. stoljeća u Zagrebu. Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama,** HAZU, 33-40, Zagreb.
- Karjalainen, T., G-J. Nabuurs, J. Liski, A. Pussinen, T. Lapvetelainen, T. Eggers, 2000.: **Carbon Sequestration in Forests.** *EFI news: 8(1):* 5-7.
- Klepac, D., 1998.: **Hrvatsko šumarstvo u XIX. i XX. stoljeću. Sveučilišna šumarska nastava u Hrvatskoj 1898-1998, knjiga II, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu,** 9-31, Zagreb.
- Matić, S., 1999.: **The forests of Croatia - country report. Virgin forests and forest reserves in Central and East european countries,** *Department of forestry and renewable forest resources - Biotechnical faculty*, 17-24, Ljubljana.



- Matić, S., 1989.: **Uzgojne mjere u sastojinama narušenim sušenjem hrasta lužnjaka.** *Glas. šum. pokuse* 25: 66-77.
- Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, 1998a: **Utjecaj klimatskih promjena na strukturu i razvoj šumskih ekosustava.** *Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama*, HAZU, 239-250, Zagreb.
- Matić, S., I. Anić, M. Oršanić, 1998b: **Utjecaj promjena stanišnih prilika na strukturu, razvoj i proizvodnju nizinskih šumskih ekosustava.** *Održivo gospodarsko, korištenje nizinskih rijeka i zaštita prirode i okoliša*, 83-93, Zagreb.
- Matić, S., Š. Meštrović, J. Vukelić, 1997.: **Gospodarenje šumama i šumskim prostorom na području grada Zagreba i Zagrebačke županije.** *Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu*, 213 str., Zagreb.
- Matić, S., M. Oršanić & I. Anić, 1996.: **Neke karakteristike i problemi prebornih šuma obične jele (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj.** *Šumarski list* 120(3/4): 91-99.
- Matić, S., B. Prpić, Đ. Rauš, Š. Meštrović, 1994.: **Obnova šuma hrasta lužnjaka u šumskom gospodarstvu Sisak.** *Glasnik za šumske pokuse* 34: 229-336.
- Matić, S., M. Harapin, 1986.: **Uzgajanje i zaštita šuma.** *Šume i prerada drveta Jugoslavije, Savez inženjera i tehničara šumarstva i prerade drva*, 177-195, Zagreb.
- Mayer, B., 1991a: **Naplavine u Ormoškome akumulacijskom jezeru - teret budućnosti.** *Radovi* 27(2): 123-132.
- Mayer, B., 1991b: **Uspostava kriterija za šumsko-proizvodno vrednovanje površina Varaždinskih podravskih šuma oštećenih izgradnjom hidroelektrana.** *Radovi* 26(2): 255-266.
- Meštrović, Š., G. Fabijanić, 1995.: **Priručnik za uređivanje šuma.** 416 str. Zagreb.
- Pandžić, K., M. Sijerković, 1998.: **Scenarij globalnih klimatskih promjena i njihova interpretacija.** *Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama*, HAZU, 25-32, Zagreb.
- Prpić, B., Z. Seletković, I. Tikvić, 1998.: **Klimatski, kemijski i biološki uzroci propadanja šuma u Europi i Hrvatskoj.** *Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama*, HAZU, 229-238, Zagreb.
- Rauš, Đ. (ur.), 1992.: **Šume u Hrvatskoj.** *Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i "Hrvatske šume" p.o. Zagreb*, 340 str., Zagreb.
- Rauš, Đ., J. Vukelić (ur.), 1994.: **Silvae Nostrae Croatiae.** *Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva Republike Hrvatske*, 327 str., Zagreb.
- Sabadi, R. (ur.), 1994.: **Pregled šumarstva i drvoprerađivačkog sektora u Republici Hrvatskoj.** *Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva Republike Hrvatske i "Hrvatske šume" p.o. Zagreb*, 120 str., Zagreb.
- Sever, S., D. Horvat (ur.), 1996.: **Razvoj i organizacija Hrvatskoga energetskega sektora.** *Gospodarenje šumama u Hrvatskoj, Proizvodnja i potrošnja energenata i energije*, *Energetski institut "Hrvoje Požar"*, 76 str., Zagreb.
- Šumarska enciklopedija. Tom 1, 2 i 3, Zagreb, 1980.*
- Šumskogospodarska osnova područja Republike Hrvatske.** *Javno poduzeće "Hrvatske šume" p.o. Zagreb*, 1996., Zagreb.
- Tomičić, B. (ur.), 1993.: **Hrvatske šume 93.** *Ljetopis u riječi, slici i brojci*, "Hrvatske šume" p.o. Zagreb, 44 str., Zagreb.
- Trinajstić, I., 1998.: **Utjecaj općih klimatskih promjena na prostorni raspored klimazonalnih oblika šumske vegetacije u Hrvatskoj.** *Prilagodba poljoprivrede i šumarstva klimi i njenim promjenama*, HAZU, 259-268, Zagreb.
- Vukelić, J., Đ. Rauš, 1998.: **Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj.** *Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu*, 310 str., Zagreb.



- Birrong, W., C.D. Schönwiese, 1988.: **Statistische Untersuchungen europäischer Nieder-schlagsvariationen in Zusammenhang mit atmosphärischen Zirkulationsparametern**, *Meteorol. Rdsch.*, 41, 53-62.
- Böhm, R., I. Auer, 1994.: **A Search for Greenhouse Signal Using Daytime and Nighttime Temperature Series**, u Heino, R. (ed.) *Proceedings of the Workshop on Climate Variations in Europe, Kirkkonummi, Finska, 15-18. svibanj 1994*, 141-151.
- Brázdil, R. (ed.), 1986.: **Variation of Atmospheric Precipitation in the CSSR with Respect to Precipitation Changes in the European Region**, *Folia Fac. Sci. Nat. Brno: J. E. Purkyne University*, 169 str.
- Brázdil, R., 1990.: **Climatic Fluctuations in Bohemia from the 16<sup>th</sup> Century until the Present**, *Theor. Appl. Climatol.*, 42, 121-128.
- Brázdil, R., 1992.: **Fluctuations of Atmospheric Precipitation in Europe**, *Geo. Journal*, 27(3), 275-291.
- Brázdil, R., F. Šamaj, Š. Valovič, 1985.: **Variation of Spatial Annual Precipitation Sums in Central Europe in the Period 1881-1980**, *J. Climatol.*, 5, 617-631.
- Brazdil, R.; M. Budikova, I. Auer, R. Böhm, T. Cegnar, P. Faško, M. Lapin, M. Gajić-Čapka, K. Zaninović, E. Koleva, T. Niedzwiedz, Z. Ustrnul, S. Szalai, R. O. Weber, 1996.: **Trends of maximum and minimum daily temperatures in Central and Southeastern Europe**. *Int. J. Climatol.*, Vol. 16, 765-782.
- Gajić-Čapka, M., 1993.: **Fluctuations and Trends of Annual Precipitation in Different Climatic Regions in Croatia**, *Theor. Appl. Climatol.* 47, 215-221.
- Gajić-Čapka, M., K. Zaninović, 1997.: **Changes in Temperature Extremes and Their Possible Causes at the SE Boundary of the Alps**, *Theor. Appl. Climatol.*, 57, 89-94.
- Gajić-Čapka, M., K. Zaninović, 1998.: **Sekularne varijacije nekih komponenti vodne ravnoteže u Primorju**, *Zbornik radova*, 53-59.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 1992., Houghton, J. T., B. A. Callander, S. K. Varney, (eds.), **Climate Change 1992: The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment**, *Cambridge University Press, Cambridge*, 200 str.
- Schönwiese, C.-D., U. Stähler, W. Birrong, 1990.: **Temperature and Precipitation Trend in Europe and Their Possible Link With Greenhouse-induced Climate Change**, *Theor. Appl. Climatol.*, 41, 173-175.
- Stefanicki, G., P. Talkner, R. O. Weber, 1994.: **Temperature Trends of the Alpine Region in this Century**. *Proceedings International Tagung für Alpine Meteorologie, Ann. Meteorol., N. F.*, 30, 221-224.
- Šamaj, F., R. Brázdil, Š. Valovič, 1986.: **Reihe der Monats- und Jahresgebietssmittel des Niederschlags auf dem Gebiet der DDR im Zeitraum 1881-1980**, *Z. Meteorol.*, 1, 64-73.
- Ullrich, R., C.-D. Schönwiese, W. Birrong, 1991.: **Recent Long-term Precipitation Fluctuations and Trends in Europe and other Regions**, *XVI General Assembly EGS, Wiesbaden, Annales Geophysicae, Suppl 9, C 124*.
- Weber, R. O., P. Talkner, I. Auer, R. Böhm, M. Gajić-Čapka, K. Zaninović, R. Brázdil, 1997.: **20<sup>th</sup>-Century Changes of Temperature in the Mountain Regions of Central Europe**, *Clim. Change*, 36, 327-344.
- Zaninović, K., M. Gajić-Čapka, 1995.: **Extreme Temperature Changes in this Century in Croatia**, *Hrv. meteor. čas.*, 30, 21-26.

- Zaninović, K., M. Gajić-Čapka, 1998.: **Climatic Changes of Water Balance Components at Osijek, XIX<sup>th</sup> Conference of the Danube Countries, Osijek, Proceedings, 111-116.**
- Zaninović, Ksenija; Gajić-Čapka, Marjana, 2000.: **Changes in Components of the Water Balance in the Croatian Lowlands. *Theor. Appl. Climatol.*, 65, 1-2, 111-117.**
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Houghton, J. T., L.G.Miera Filho, B. A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg, K. Maskell: **Climate Change 1995.: The Science of Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, 572 pp.**
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): T.R.Carter, M. L. Parry, H. Harasawa, S. Nashioka: **IPCC Technical Guidelines for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations, 1994.**
- Jeftić J., Kečkeš S. and Pernetta J. C., 1996.: **Climate Change and the Mediterranean, Vol.2, 564 pp.**
- UNEP, 1992.: **Regional changes in climate in the Mediterranean basin due to the global greenhouse gas warming, MAP Technical Reports Series, 66, Athens, 172 pp.**
- Pleško, Nada; Poljaković, Zdravko; Ferković, Milan; Hančević, Janko; Zaninović, Ksenija; Ružak, Branka, 1979.: **Korelacija cerebrovaskularnog inzulta i vremenskih prilika. III Simpozij o cerebrovaskularnim bolestima, Zagreb, 6-8.12.1979., Zbornik radova, 178-182.**
- Pleško, Nada; Goldner, Vladimir; Rezaković, Dženana; Zaninović, Ksenija; Zečević, Dušan, 1983.: **Karakteristike vremenskih prilika u sedmodnevnim razdobljima s velikim brojem infarkta miokarda u Zagrebu. *Acta Medica Iugoslavica*, 37, Zagreb, 3-17.**
- Pleško, Nada; Rezaković, Dženana; Goldner, Vladimir; Zaninović, Ksenija; Cerić, Reuf; Vuletić, Josip; Batinić, Zlatko; Zečević, Dušan; Bunarević, Anka; Dominis, Marija Višnjic, Ivo, 1983.: **Korelacija vremenskih nizova meteoroloških parametara s incidencijom infarkta miokarda. *Liječnički vjesnik, godište 105, 4, Zagreb, 133-136.***
- Pleško, Nada; Zaninović, Ksenija; Škavić, Josip; Strinović, Davor; Gusić, Stjepan; Kubat, Milovan, 1985.: **Samoubojstva u odnosu na vremenske prilike. *Radovi medicinskog fakulteta u Zagrebu*, 26, (1), 39-46.**
- Pleško, Nada; Zaninović, Ksenija, 1986.: **Meteorološki parametri kao faktor rizika cerebrovaskularnog inzulta. *Rasprave RHMZ SRH*, 21, Zagreb, 21-28.**
- Pleško, Nada, 1986: **Fizikalne karakteristike atmosfere kontinentalnog dijela Hrvatske značajne za humanu biometeorologiju, doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, 169 str.**
- Pleško, Nada; Klein-Pudar, Miroslava; Zaninović, Ksenija, 1991.: **Veza meteoroloških faktora i parametara koagulacije krvi kod cerebrovaskularnih bolesnika, *Hrvatski meteorološki časopis (ranije Rasprave)*, vol. 26, 65-76.**
- Pleško, Nada; Jasprica-Hrelec, Vlasta; Bošan-Kilibarda, Ingrid; Banek, Berislav, 1991.: **Corelation od Psychosis and Suicide Attempts with Meteorological Factors, *Hrvatski meteorološki časopis*, vol. 26, 77-86.**
- Pleško, Nada; Krstić-Burić, Milica; Pleško, Sanja, 1994.: **Dependence of Children's Sino-bronchial syndrome on Weather in Continental Part of Croatia, *Annalen der Meteorologie*, 30, 352-355.**
- Pleško, Nada; Krstić-Burić, Milica; Medar-Lasić, Maja; Milković, Đurđica; Bašić-Grbac, Maja, 1994: **Weather conditions and the Sino-bronchial syndrome in Children in Zagreb, *Hrvatski meteorološki časopis*, vol. 29, 1-10.**

- Zaninović, Ksenija; Pleško, Nada, 1987.: **Pojava cerebrovaskularnog infarkta ovisnosti o tipovima vremena i frontama.** *Rasprave RHMZ SRH, Zagreb, 22, 19-24*
- Zaninović, Ksenija; Pleško, Nada, 1988.: **Vrijeme i astme kod djece na liječenju u bolnici u Velom Lošinj, elaborat, Državni hidrometeorološki zavod, nepublicirano.**
- Zaninović, Ksenija; Pleško, Nada; Poljaković, Zdravko; Klein-Pudar, Miroslava; Pistotnik, Marijan, 1992: **Changes in Coagulability of Blood in Patients with Cerebrovascular Disease in Various Meteorological Situations, Acta med. Croat., 46, 85-89.**
- Zaninović, Ksenija, 1994.: **Fizikalna osnova za bioklimatsku klasifikaciju Hrvatske, Magistarski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 80 str.**
- Zaninović, Ksenija: 1999.: **Utjecaj vremena na astme, Zbornik radova s II hrvatskog znanstveno-stručnog skupa "Zaštita zraka 99", Šibenik, 22-25. rujna 1999., 393-400.**

## Hidrologija

- Bonacci, O., 1987. **Hast Hydrology.** Springer Verlag, Berlin, 174 pp.
- Bonacci, O., Trninic, D. 1991. **Hydrologische, durch die Aktivitat des Menschen hervorgerufene Verenderungen im Flussgebiet der Sava bei Zagreb.** *Wasserwirtschaft 81 (4), 171-175.*
- Bonacci, O., Tadic, Z., Trninic, D. 1992. **Effects of dams and reservoirs on the hydrological characteristics of the lower Drava river.** *Regulated Rivers 7 (4), 349-357.*
- Bonacci, O. 1993. **Climte changes and precipitation: Example from three long monthly precipitation series measured in Croatia.** *Proceedings of the International Symposium on Precipitation and Evapotranspiration (Bratislava) Vol. 2, 107-113.*
- Bonacci, O. 1993. **The Vrana lake hydrology (Island of Cres-Croatia),** *Water Resources Bulletin 39 (3), 407-414.*
- Bonacci, O. 1995. **Znanstveni sustav o globalnoj promjeni klime na Zemlji,** *Građevinar 47 (10), 635-641.*
- Bonacci, O., 2000. **Monthly and annual runoff coefficients in Dinaric karst: example of the Gradole karst spring catchment.** *Hydrology Sciences Journal, (in press)*
- Georgakakos, K.P., 1990.: **On improved hydrologic forecasting - resulting from WMO real - time forecasting experiment,** *J. of Hydrology, 114, 17-46.*
- Gereš, D., 1993.: **Penmanova metoda. U: Priručnik za hidrotehničke melioracije, II kolo, knjiga 2, str. 23-44, ur. Z. Kos, Rijeka-Zagreb.**
- Gereš, D., 1994.: **Hidrološki pristup upravljanja vodnim režimom teških tala u cilju primjene kod hidrotehničkih melioracija, disertacija, Građevinski fakultet, Zagreb.**
- Gereš, D., 1998.: **Sustainable irrigation development. XIXth Conference of the Danube Countries, Osijek, 15.-19. june 1998., 619-622.**
- Jones, P. D., Raper, S.C.B., Bradley, R.S., Diaz, H.F., Kelly, P.M., Wigley, T.M.I., 1986.: **Northern hemisphere surface air temperature variations 1851 - 1984.** *J. of Clim. and appl. Meteor., 25, 161-179.*
- Magdalenic, A., Vazdar, T., Hlevnjak, B., 1995. **Hydrogeology of the Gradole Spring drainage area in Central Istria.** *Geol. Croat. 48/I, 97.106.*
- Morton, F.I., 1983.: **Operational estimate of areal evapotranspiration and their significance to the science and practise of hydrology.** *J. of Hydrology, 66, 1-76.*

- Nemec, J. and Schaake, J., 1982.: **Sensitivity of water resources to climate variation**, *Hydr. Sci.*, 27, 3, 9, 327-343.
- Serban, P. and Corbus, C., 1996.: **Impact od the climatic changes on the water balance of a basin**. *XVIIIth Conference of the Danube Countries, Graz, Proc.*, Vol. 19/1, A 143-148.
- Stanescu, V., A., Bonacci, O. 1994. **Man's and climate change influences on the water resources**. *Proceedings of the XVII Conference of the Danube Countries on Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management (Budapest)*, Vol, I, 319-333.
- Turc, L., 1954. **Le bilan d'eau des sols**. *Troisieme journee de l'hydraulique*, Alger, 36-43.
- Turc, L., 1961. **Evaluation des besoins en eau d'irrigation; evapotranspiration potentielle**. *Ann. Agr.* 12, 13-49

# Prilog





Hrvatska 1990. godina	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFC, PFC i SF <sub>6</sub>		UKUPNO	Udjel
	(Gg)	(Gg)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	(Gg)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	(Gg)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	%
<b>Energetika</b>	<b>28367,267</b>	<b>68,782</b>	<b>1444,422</b>	<b>0,318</b>	<b>98,580</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>29910</b>	<b>75,93</b>
Pretvorba energije	5896,546	0,189	3,969	0,046	14,260			5915	15,02
Izgaranje goriva u industriji	6545,887	0,508	10,668	0,066	20,460			6577	16,70
Promet	4046,038	0,777	16,317	0,040	12,400			4075	10,34
<i>Domaći zračni</i>	295,612	0,002	0,042	0,008	2,480			298	0,76
<i>Cestovni</i>	3479,921	0,756	15,876	0,030	9,300			3505	8,90
<i>Željeznički</i>	137,525	0,010	0,210	0,001	0,310			138	0,35
<i>Domaći vodeni</i>	132,980	0,009	0,189	0,001	0,310			133	0,34
Ostali sektori	3616,102	7,519	157,899	0,106	32,860			3807	9,66
<i>Usluge</i>	782,137	0,094	1,974	0,006	1,860			786	2,00
<i>Kućanstva</i>	1994,779	7,363	154,623	0,093	28,830			2178	5,53
<i>Poljoprivreda/šumarstvo/ribolov</i>	839,186	0,062	1,302	0,007	2,170			843	2,14
Ostalo (neraspoređeno) *	7846,694	0,979	20,559	0,060	18,600			7886	20,02
Fugitivna emisija	416,000	58,810	1235,010					1651	4,19
<i>Ugljen</i>		2,322	48,762					49	0,12
<i>Tekuće gorivo i prirodni plin</i>	416,000	56,488	1186,248					1602	4,07
<b>Industrijski procesi</b>	<b>2345,368</b>	<b>0,752</b>	<b>15,792</b>	<b>2,992</b>	<b>927,520</b>	<b>0,139</b>	<b>938,600</b>	<b>4227</b>	<b>10,73</b>
Proizvodnja cementa	1022,903	0,752	15,792	2,992	927,520	0,139	938,600	1023	2,60
Proizvodnja vapna	145,070							145	0,37
Uporaba vapnenca i dolomita	18,906							19	0,05
Proizvodnja i uporaba sode	25,740							26	0,07
Proizvodnja amonijaka	491,551							492	1,25
Proizvodnja dušične kiseline								928	2,35
Proizvodnja ostalih kemijskih proizvoda								16	0,04
Proizvodnja željeza i čelika	334,893							335	0,85
Proizvodnja ferolegura	194,933							195	0,49
Proizvodnja aluminija **	111,372							1050	2,67
<b>Poljoprivreda</b>	<b>0,000</b>	<b>75,322</b>	<b>1581,762</b>	<b>8,835</b>	<b>2738,850</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>4321</b>	<b>10,97</b>
Crijevna fermentacija		64,064	1345,344	1,215	0,000			1345	3,42
Gospodarenje stajskim gnojivom		11,051	232,071	7,616	376,650			609	1,55
Gospodarenje poljoprivrednim tlom				0,004	2360,960			2361	5,99
Spaljivanje poljoprivrednih ostataka		0,207	4,347		1,240			6	0,01
<b>Promjene u korištenju zemljišta i šumarstvo</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>
Šume i ostala drvena biomasa (ponor)	-6505,130							-6505	-16,51
Promjene ugljika u tlu								0	0,00
<b>Otpad</b>	<b>0,000</b>	<b>37,774</b>	<b>793,254</b>	<b>0,450</b>	<b>139,500</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>933</b>	<b>2,37</b>
Odlaganje komunalnog otpada		37,774	793,254					793	2,01
Ljudski sekret				0,450	139,500			140	0,35
<b>Ostalo</b>	<b>0,000</b>		<b>0,000</b>		<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>
<b>UKUPNA EMISIJA</b>	<b>30712,6</b>	<b>182,6</b>	<b>3835,2</b>	<b>12,6</b>	<b>3904,5</b>	<b>0,139</b>	<b>938,600</b>	<b>39391</b>	<b>100,00</b>
<b>NETO EMISIJA (izvori i ponori)</b>	<b>24207,5</b>	<b>182,6</b>	<b>3835,2</b>	<b>12,6</b>	<b>3904,5</b>	<b>0,139</b>	<b>938,600</b>	<b>32886</b>	
<b>Udjel plinova u ukupnoj emisiji (%)</b>	<b>77,97</b>		<b>9,74</b>		<b>9,91</b>		<b>2,38</b>	<b>100,00</b>	
<b>Udjel plinova u neto emisiji (%)</b>	<b>73,61</b>		<b>11,66</b>		<b>11,87</b>		<b>2,85</b>	<b>100,00</b>	

\* - korekcija prema članku 4.6. Konvencije (94 posto emisije), a ostalo je statistička razlika i ne-energetska potrošnja goriva

\*\* - PFC: 0,13 CF<sub>4</sub> + 0,013 C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>

Hrvatska 1991. godina	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFC, PFC i SF <sub>6</sub>		UKUPNO	Udjel
	(Gg)	(Gg)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	(Gg)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	(Gg)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	%
<b>Energetika</b>	<b>23838,526</b>	<b>63,624</b>	<b>1336,104</b>	<b>0,247</b>	<b>76,570</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>25251</b>	<b>75,16</b>
Pretvorba energije	3846,946	0,120	2,520	0,030	9,300			3859	11,49
Izgaranje goriva u industriji	4732,072	0,393	8,253	0,049	15,190			4756	14,15
Promet	2916,561	0,586	12,306	0,026	8,060			2937	8,74
<i>Domaći zračni</i>	80,904	0,001	0,021	0,002	0,620			82	0,24
<i>Cestovni</i>	2581,142	0,568	11,928	0,022	6,820			2600	7,74
<i>Željeznički</i>	146,654	0,010	0,210	0,001	0,310			147	0,44
<i>Domaći vodeni</i>	107,861	0,007	0,147	0,001	0,310			108	0,32
Ostali sektori	3003,322	4,915	103,215	0,072	22,320			3129	9,31
<i>Usluge</i>	539,795	0,065	1,365	0,004	1,240			542	1,61
<i>Kućanstva</i>	1735,553	4,793	100,653	0,062	19,220			1855	5,52
<i>Poljoprivreda/šumarstvo/ribolov</i>	727,974	0,057	1,197	0,006	1,860			731	2,18
Ostalo (neraspoređeno) *	8883,625	1,130	23,730	0,070	21,700			8929	26,58
Fugitivna emisija	456,000	56,480	1186,080					1642	4,89
<i>Ugljen</i>		4,876	102,396					102	0,30
Tekuće gorivo i prirodni plin	456,000	51,604	1083,684					1540	4,58
<b>Industrijski procesi</b>	<b>1611,767</b>	<b>0,547</b>	<b>11,487</b>	<b>2,628</b>	<b>814,680</b>	<b>0,096</b>	<b>648,300</b>	<b>3086</b>	<b>9,19</b>
Proizvodnja cementa	647,459							647	1,93
Proizvodnja vapna	86,932							87	0,26
Uporaba vapnenca i dolomita	15,689							16	0,05
Proizvodnja i uporaba sode	21,752							22	0,06
Proizvodnja amonijaka	471,503							472	1,40
Proizvodnja dušične kiseline				2,628	814,680			815	2,42
Proizvodnja ostalih kemijskih proizvoda		0,547	11,487					11	0,03
Proizvodnja željeza I čelika	110,611							111	0,33
Proizvodnja ferolegura	181,424							181	0,54
Proizvodnja aluminija **	76,397					0,096	648,300	725	2,16
<b>Poljoprivreda</b>	<b>0,000</b>	<b>71,912</b>	<b>1510,152</b>	<b>9,141</b>	<b>2833,710</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>4344</b>	<b>12,93</b>
Crijevna fermentacija		61,062	1282,302		0,000			1282	3,82
Gospodarenje stajskim gnojivom		10,850	227,850	1,165	361,150			589	1,75
Gospodarenje poljoprivrednim tlom				7,976	2472,560			2473	7,36
Spaljivanje poljoprivrednih ostataka		0,000	0,000	0,000	0,000			0	0,00
<b>Promjene u korištenju zemljišta i šumarstvo</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>
Šume i ostala drvena biomasa (ponor)	-6505,130							-6505	-19,36
Promjene ugljika u tlu								0	0,00
<b>Otpad</b>	<b>0,000</b>	<b>37,019</b>	<b>777,399</b>	<b>0,450</b>	<b>139,500</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>917</b>	<b>2,73</b>
Odlaganje komunalnog otpada		37,019	777,399					777	2,31
Ljudski sekret				0,450	139,500			140	0,42
<b>Ostalo</b>	<b>0,000</b>		<b>0,000</b>		<b>0,000</b>			<b>0</b>	<b>0,00</b>
<b>UKUPNA EMISIJA</b>	<b>25450,3</b>	<b>173,1</b>	<b>3635,1</b>	<b>12,5</b>	<b>3864,5</b>	<b>0,096</b>	<b>648,300</b>	<b>33598</b>	<b>100,00</b>
<b>NETO EMISIJA (izvori i ponori)</b>	<b>18945,2</b>	<b>173,1</b>	<b>3635,1</b>	<b>12,5</b>	<b>3864,5</b>	<b>0,096</b>	<b>648,300</b>	<b>27093</b>	
<b>Udjel plinova u ukupnoj emisiji (%)</b>	<b>75,75</b>		<b>10,82</b>		<b>11,50</b>		<b>1,93</b>	<b>100,00</b>	
<b>Udjel plinova u neto emisiji (%)</b>	<b>69,93</b>		<b>13,42</b>		<b>14,26</b>		<b>2,39</b>	<b>100,00</b>	

\* - korekcija prema članku 4.6. Konvencije (97 posto emisije), a ostalo je ne-energetska potrošnja goriva

\*\* - PFC: 0,087 CF<sub>4</sub> + 0,009 C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>

Hrvatska 1992. godina	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFC, PFC i SF <sub>6</sub>		UKUPNO	Udjel
	(Gg)	(Gg)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	(Gg)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	(Gg)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	%
<b>Energetika</b>	<b>14186,306</b>	<b>58,691</b>	<b>1232,511</b>	<b>0,157</b>	<b>48,670</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>15467</b>	<b>67,01</b>
Pretvorba energije	4514,102	0,136	2,856	0,035	10,850			4528	19,62
Izgaranje goriva u industriji	3730,067	0,318	6,678	0,038	11,780			3749	16,24
Promet	2781,336	0,524	11,004	0,024	7,440			2800	12,13
<i>Domaći zračni</i>	32,051	0,000	0,000	0,001	0,310			32	0,14
<i>Cestovni</i>	2485,774	0,506	10,626	0,021	6,510			2503	10,84
<i>Željeznički</i>	96,718	0,007	0,147	0,001	0,310			97	0,42
<i>Domaći vodeni</i>	166,793	0,011	0,231	0,001	0,310			167	0,72
Ostali sektori	2494,699	3,882	81,522	0,060	18,600			2595	11,24
<i>Usluge</i>	393,708	0,047	0,987	0,002	0,620			395	1,71
<i>Kućanstva</i>	1463,012	3,787	79,527	0,053	16,430			1559	6,75
<i>Poljoprivreda/šumarstvo/ribolov</i>	637,979	0,048	1,008	0,005	1,550			641	2,78
Ostalo (neraspoređeno) *	189,102	0,000	0,000	0,000	0,000			189	0,82
Fugitivna emisija	477,000	53,831	1130,451					1607	6,96
<i>Ugljen</i>		1,608	33,768					34	0,15
<i>Tekuće gorivo i prirodni plin</i>	477,000	52,223	1096,683					1574	6,82
<b>Industrijski procesi</b>	<b>1577,881</b>	<b>0,464</b>	<b>9,744</b>	<b>3,436</b>	<b>1065,160</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>2653</b>	<b>11,49</b>
Proizvodnja cementa	774,676							775	3,36
Proizvodnja vapna	54,491							54	0,24
Uporaba vapnenca i dolomita	10,537							11	0,05
Proizvodnja i uporaba sode	14,681							15	0,06
Proizvodnja amonijaka	606,765							607	2,63
Proizvodnja dušične kiseline				3,436	1065,160			1065	4,61
Proizvodnja ostalih kemijskih proizvoda		0,464	9,744					10	0,04
Proizvodnja željeza I čelika	0,000							0	0,00
Proizvodnja ferolegura	116,731							117	0,51
Proizvodnja aluminija	0,000							0	0,00
Potrošnja HFC, PFC i SF6						0,000	0,000	0	0,00
<b>Poljoprivreda</b>	<b>0,000</b>	<b>67,081</b>	<b>1408,701</b>	<b>8,554</b>	<b>2651,740</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>4060</b>	<b>17,59</b>
Crijevena fermentacija		56,588	1188,348		0,000			1188	5,15
Gospodarenje stajskim gnojivom		10,493	220,353	1,090	337,900			558	2,42
Gospodarenje poljoprivrednim tlom				7,464	2313,840			2314	10,02
Spaljivanje poljoprivrednih ostataka								0	0,00
<b>Promjene u korištenju zemljišta i šumarstvo</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>
Šume i ostala drvena biomasa (ponor)	-6505,130							-6505	-28,18
Promjene ugljika u tlu								0	0,00
<b>Otpad</b>	<b>0,000</b>	<b>36,580</b>	<b>768,180</b>	<b>0,428</b>	<b>132,680</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>901</b>	<b>3,90</b>
Odlaganje komunalnog otpada		36,580	768,180					768	3,33
Ljudski sekret				0,428	132,680			133	0,57
<b>Ostalo</b>	<b>0,000</b>		<b>0,000</b>		<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>
<b>UKUPNA EMISIJA</b>	<b>15764,2</b>	<b>162,8</b>	<b>3419,1</b>	<b>12,6</b>	<b>3898,3</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>23082</b>	<b>100,00</b>
<b>NETO EMISIJA (izvori i ponori)</b>	<b>9259,1</b>	<b>162,8</b>	<b>3419,1</b>	<b>12,6</b>	<b>3898,3</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>16576</b>	
<b>Udjel plinova u ukupnoj emisiji (%)</b>	<b>68,30</b>		<b>14,81</b>		<b>16,89</b>		<b>0,00</b>	<b>100,00</b>	
<b>Udjel plinova u neto emisiji (%)</b>	<b>55,86</b>		<b>20,63</b>		<b>23,52</b>		<b>0,00</b>	<b>100,00</b>	

\* - ne-energetska potrošnja goriva

Hrvatska 1993. godina	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFC, PFC i SF <sub>6</sub>		UKUPNO	Udjel
	(Gg)	(Gg)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	(Gg)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	(Gg)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	%
<b>Energetika</b>	<b>15145,994</b>	<b>63,447</b>	<b>1332,387</b>	<b>0,155</b>	<b>48,050</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>16526</b>	<b>72,54</b>
Pretvorba energije	5184,890	0,155	3,255	0,036	11,160			5199	22,82
Izgaranje goriva u industriji	3657,877	0,310	6,510	0,037	11,470			3676	16,13
Promet	2948,633	0,524	11,004	0,026	8,060			2968	13,03
<i>Domaći zračni</i>	64,412	0,000	0,000	0,002	0,620			65	0,29
<i>Cestovni</i>	2661,908	0,509	10,689	0,022	6,820			2679	11,76
<i>Željeznički</i>	101,075	0,007	0,147	0,001	0,310			102	0,45
<i>Domaći vodeni</i>	121,238	0,008	0,168	0,001	0,310			122	0,53
Ostali sektori	2484,258	3,523	73,983	0,056	17,360			2576	11,30
<i>Usluge</i>	489,318	0,055	1,155	0,003	0,930			491	2,16
<i>Kućanstva</i>	1356,902	3,421	71,841	0,048	14,880			1444	6,34
<i>Poljoprivreda/šumarstvo/ribolov</i>	638,038	0,047	0,987	0,005	1,550			641	2,81
Ostalo (neraspoređeno) *	194,336	0,000	0,000	0,000	0,000			194	0,85
Fugitivna emisija	676,000	58,935	1237,635					1914	8,40
<i>Ugljen</i>		1,538	32,298					32	0,14
<i>Tekuće gorivo i prirodni plin</i>	676,000	57,397	1205,337					1881	8,26
<b>Industrijski procesi</b>	<b>1253,102</b>	<b>0,499</b>	<b>10,479</b>	<b>2,590</b>	<b>802,900</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>2066</b>	<b>9,07</b>
Proizvodnja cementa	648,494							648	2,85
Proizvodnja vapna	60,253							60	0,26
Uporaba vapnenca i dolomita	9,604							10	0,04
Proizvodnja i uporaba sode	12,534							13	0,06
Proizvodnja amonijaka	471,336							471	2,07
Proizvodnja dušične kiseline				2,590	802,900			803	3,52
Proizvodnja ostalih kemijskih proizvoda		0,499	10,479					10	0,05
Proizvodnja željeza i čelika	0,000							0	0,00
Proizvodnja ferolegura	50,881							51	0,22
Proizvodnja aluminija	0,000							0	0,00
Potrošnja HFC, PFC i SF <sub>6</sub>						0,000	0,000	0	0,00
<b>Poljoprivreda</b>	<b>0,000</b>	<b>55,570</b>	<b>1166,970</b>	<b>6,808</b>	<b>2110,480</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>3277</b>	<b>14,39</b>
Crijevena fermentacija		47,143	990,003		0,000			990	4,35
Gospodarenje stajskim gnojivom		8,427	176,967	0,907	281,170			458	2,01
Gospodarenje poljoprivrednim tlom				5,901	1829,310			1829	8,03
Spaljivanje poljoprivrednih ostataka								0	0,00
<b>Promjene u korištenju zemljišta i šumarstvo</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>
Šume i ostala drvena biomasa (ponor)	-6505,130							-6505	-28,55
Promjene ugljika u tlu								0	0,00
<b>Otpad</b>	<b>0,000</b>	<b>37,208</b>	<b>781,368</b>	<b>0,424</b>	<b>131,440</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>913</b>	<b>4,01</b>
Odlaganje komunalnog otpada		37,208	781,368					781	3,43
Ljudski sekret				0,424	131,440			131	0,58
<b>Ostalo</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>
<b>UKUPNA EMISIJA</b>	<b>16399,1</b>	<b>156,7</b>	<b>3291,2</b>	<b>10,0</b>	<b>3092,9</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>22783</b>	<b>100,00</b>
<b>NETO EMISIJA (izvori i ponori)</b>	<b>9894,0</b>	<b>156,7</b>	<b>3291,2</b>	<b>10,0</b>	<b>3092,9</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>16278</b>	
<b>Udjel plinova u ukupnoj emisiji (%)</b>	<b>71,98</b>		<b>14,45</b>		<b>13,58</b>		<b>0,00</b>	<b>100,00</b>	
<b>Udjel plinova u neto emisiji (%)</b>	<b>60,78</b>		<b>20,22</b>		<b>19,00</b>		<b>0,00</b>	<b>100,00</b>	

\* - ne-energetska potrošnja goriva

Hrvatska 1994. godina	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFC, PFC i SF <sub>6</sub>		UKUPNO	Udjel
	(Gg)	(Gg)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	(Gg)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	(Gg)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	%
<b>Energetika</b>	<b>14235,251</b>	<b>57,903</b>	<b>1215,963</b>	<b>0,153</b>	<b>47,430</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>15499</b>	<b>70,89</b>
Pretvorba energije	3924,562	0,124	2,604	0,025	7,750			3935	18,00
Izgaranje goriva u industriji	3814,872	0,301	6,321	0,035	10,850			3832	17,53
Promet	3124,039	0,568	11,928	0,028	8,680			3145	14,38
<i>Domaći zračni</i>	64,412	0,000	0,000	0,002	0,620			65	0,30
<i>Cestovni</i>	2878,225	0,556	11,676	0,024	7,440			2897	13,25
<i>Željeznički</i>	94,207	0,006	0,126	0,001	0,310			95	0,43
<i>Domaći vodeni</i>	87,195	0,006	0,126	0,001	0,310			88	0,40
Ostali sektori	2567,650	3,667	77,007	0,059	18,290			2663	12,18
<i>Usluge</i>	552,401	0,065	1,365	0,003	0,930			555	2,54
<i>Kućanstva</i>	1372,245	3,556	74,676	0,051	15,810			1463	6,69
<i>Poljoprivreda/šumarstvo/ribolov</i>	643,004	0,046	0,966	0,005	1,550			646	2,95
Ostalo (neraspoređeno) *	199,128	0,108	2,268	0,006	1,860			203	0,93
Fugitivna emisija	605,000	53,135	1115,835					1721	7,87
<i>Ugljen</i>		1,379	28,959					29	0,13
<i>Tekuća goriva i prirodni plin</i>	605,000	51,756	1086,876					1692	7,74
<b>Industrijski procesi</b>	<b>1438,784</b>	<b>0,479</b>	<b>10,059</b>	<b>2,801</b>	<b>868,310</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>2317</b>	<b>10,60</b>
Proizvodnja cementa	793,810							794	3,63
Proizvodnja vapna	59,654							60	0,27
Uporaba vapnenca i dolomita	15,504							16	0,07
Proizvodnja i uporaba sode	15,213							15	0,07
Proizvodnja amonijaka	474,728							475	2,17
Proizvodnja dušične kiseline				2,801	868,310			868	3,97
Proizvodnja ostalih kemijskih proizvoda		0,479	10,059					10	0,05
Proizvodnja željeza i čelika	0,000							0	0,00
Proizvodnja ferolegura	79,875							80	0,37
Proizvodnja aluminija	0,000							0	0,00
Potrošnja HFC, PFC i SF <sub>6</sub>						0,000	0,000	0	0,00
<b>Poljoprivreda</b>	<b>0,000</b>	<b>50,780</b>	<b>1066,380</b>	<b>6,590</b>	<b>2042,900</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>3109</b>	<b>14,22</b>
Crijevena fermentacija		42,358	889,518		0,000			890	4,07
Gospodarenje stajskim gnojivom		8,422	176,862	0,836	259,160			436	1,99
Gospodarenje poljoprivrednim tlom				5,754	1783,740			1784	8,16
Spaljivanje poljoprivrednih ostataka								0	0,00
<b>Promjene u korištenju zemljišta i šumarstvo</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>
Šume i ostala drvena biomasa (ponor)	-6505,130							-6505	-29,76
Promjene ugljika u tlu								0	0,00
<b>Otpad</b>	<b>0,000</b>	<b>38,401</b>	<b>806,421</b>	<b>0,421</b>	<b>130,510</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>937</b>	<b>4,29</b>
Odlaganje komunalnog otpada		38,401	806,421					806	3,69
Ljudski sekret				0,421	130,510			131	0,60
<b>Ostalo</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>
<b>UKUPNA EMISIJA</b>	<b>15674,0</b>	<b>147,6</b>	<b>3098,8</b>	<b>10,0</b>	<b>3089,2</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>21862</b>	<b>100,00</b>
<b>NETO EMISIJA (izvori i ponori)</b>	<b>9168,9</b>	<b>147,6</b>	<b>3098,8</b>	<b>10,0</b>	<b>3089,2</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>15357</b>	
<b>Udjel plinova u ukupnoj emisiji (%)</b>	<b>71,70</b>		<b>14,17</b>		<b>14,13</b>		<b>0,00</b>	<b>100,00</b>	
<b>Udjel plinova u neto emisiji (%)</b>	<b>59,71</b>		<b>20,18</b>		<b>20,12</b>		<b>0,00</b>	<b>100,00</b>	

\* - ne-energetska potrošnja goriva

Hrvatska 1995. godina	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFC, PFC i SF <sub>6</sub>		UKUPNO	Udjel
	(Gg)	(Gg)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	(Gg)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	(Gg)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	(Gg CO <sub>2</sub> eq)	%
<b>Energetika</b>	<b>15081,941</b>	<b>58,203</b>	<b>1222,263</b>	<b>0,157</b>	<b>48,670</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>16353</b>	<b>73,47</b>
Pretvorba energije	4459,922	0,155	3,255	0,032	9,920			4473	20,10
Izgaranje goriva u industriji	3617,023	0,284	5,964	0,034	10,540			3634	16,32
Promet	3337,203	0,601	12,621	0,030	9,300			3359	15,09
<i>Domaći zračni</i>	88,684	0,001	0,021	0,003	0,930			90	0,40
<i>Cestovni</i>	3044,158	0,586	12,306	0,025	7,750			3064	13,77
<i>Željeznički</i>	106,086	0,007	0,147	0,001	0,310			107	0,48
<i>Domaći vodeni</i>	98,275	0,007	0,147	0,001	0,310			99	0,44
Ostali sektori	2777,689	3,763	79,023	0,061	18,910			2876	12,92
<i>Usluge</i>	601,402	0,070	1,470	0,003	0,930			604	2,71
<i>Kućanstva</i>	1595,980	3,651	76,671	0,053	16,430			1689	7,59
<i>Poljoprivreda/šumarstvo/ribolov</i>	580,307	0,042	0,882	0,005	1,550			583	2,62
Ostalo (neraspoređeno) *	193,104	0,009	0,189	0,000	0,000			193	0,87
Fugitivna emisija	697,000	53,391	1121,211					1818	8,17
<i>Ugljen</i>		1,099	23,079					23	0,10
<i>Tekuće gorivo i prirodni plin</i>	697,000	52,292	1098,132					1795	8,06
<b>Industrijski procesi</b>	<b>1169,490</b>	<b>0,400</b>	<b>8,400</b>	<b>2,694</b>	<b>835,140</b>	<b>0,006</b>	<b>7,800</b>	<b>2021</b>	<b>9,08</b>
Proizvodnja cementa	584,885							585	2,63
Proizvodnja vapna	62,268							62	0,28
Uporaba vapnenca i dolomita	11,191							11	0,05
Proizvodnja i uporaba sode	14,387							14	0,06
Proizvodnja amonijaka	462,854							463	2,08
Proizvodnja dušične kiseline				2,694	835,140			835	3,75
Proizvodnja ostalih kemijskih proizvoda		0,400	8,400					8	0,04
Proizvodnja željeza i čelika	0,000							0	0,00
Proizvodnja ferolegura	33,905							34	0,15
Proizvodnja aluminija	0,000							0	0,00
Potrošnja HFC, PFC i SF <sub>6</sub> **						0,006	7,800	8	0,04
<b>Poljoprivreda</b>	<b>0,000</b>	<b>48,061</b>	<b>1009,281</b>	<b>6,069</b>	<b>1881,390</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>2891</b>	<b>12,99</b>
Crijevna fermentacija		40,443	849,303		0,000			849	3,82
Gospodarenje stajskim gnojivom		7,618	159,978	0,796	246,760			407	1,83
Gospodarenje poljoprivrednim tlom				5,273	1634,630			1635	7,34
Spaljivanje poljoprivrednih ostataka								0	0,00
<b>Promjene u korištenju zemljišta i šumarstvo</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>
Šume i ostala drvena biomasa (ponor)	-6505,130							-6505	-29,22
Promjene ugljika u tlu								0	0,00
<b>Otpad</b>	<b>0,000</b>	<b>41,164</b>	<b>864,444</b>	<b>0,421</b>	<b>130,510</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>995</b>	<b>4,47</b>
Odlaganje komunalnog otpada		41,164	864,444					864	3,88
Ljudski sekret				0,421	130,510			131	0,59
<b>Ostalo</b>	<b>0,000</b>		<b>0,000</b>		<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>
<b>UKUPNA EMISIJA</b>	<b>16251,4</b>	<b>147,8</b>	<b>3104,4</b>	<b>9,3</b>	<b>2895,7</b>	<b>0,006</b>	<b>7,800</b>	<b>22259</b>	<b>100,00</b>
<b>NETO EMISIJA (izvori i ponori)</b>	<b>9746,3</b>	<b>147,8</b>	<b>3104,4</b>	<b>9,3</b>	<b>2895,7</b>	<b>0,006</b>	<b>7,800</b>	<b>15754</b>	
<b>Udjel plinova u ukupnoj emisiji (%)</b>	<b>73,01</b>		<b>13,95</b>		<b>13,01</b>		<b>0,04</b>	<b>100,00</b>	
<b>Udjel plinova u neto emisiji (%)</b>	<b>61,86</b>		<b>19,71</b>		<b>18,38</b>		<b>0,05</b>	<b>100,00</b>	

\* - ne-energetska potrošnja goriva

\*\* - potrošnja HFC





