

# Potencijal obnovljivih izvora energije za smanjenje emisija CO2

---

**Vitaljić, Nenad**

**Scientific master's theses / Magistarski rad**

**2006**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:401337>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-20**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)





SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I  
BRODOGRADNJE



---

**POTENCIJAL OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE ZA  
SMANJENJE EMISIJA CO<sub>2</sub>**

**MAGISTARSKI RAD**

Pristupnik:  
Nenad Vitaljić, dipl. inž.

ZAGREB, 2006.









SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I  
BRODOGRADNJE



---

# POTENCIJAL OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE ZA SMANJENJE EMISIJA CO<sub>2</sub>

## MAGISTARSKI RAD

Voditelj magistarskog rada:  
prof. dr. sc. Neven Duić

Pristupnik:  
Nenad Vitaljić, dipl. inž.

ZAGREB, 2006.



## PODACI ZA BIBLIOGRAFSKU KARTICU

<b>UDK:</b>	620.91 : 549.88
<b>Ključne riječi:</b>	sunčeva energija, bioenergija, vjetroenergija, hidroenergija, potencijal, smanjenje emisija, CO <sub>2</sub> , gospodarski razvoj, Dalmacija
<b>Key words:</b>	Solar energy, bioenergy, wind energy, hydroenergy, potential, emission decrease, CO <sub>2</sub> , economic development, Dalmatia
<b>Znanstveno područje:</b>	TEHNIČKE ZNANOSTI
<b>Znanstveno polje:</b>	Strojarstvo
<b>Institucija u kojoj je rad izrađen:</b>	Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilište u Zagrebu
<b>Voditelj rada:</b>	prof. dr. sc. Neven Duić
<b>Broj stranica:</b>	132
<b>Broj slika:</b>	38
<b>Broj tablica:</b>	50
<b>Broj korištenih bibliografskih jedinica:</b>	80
<b>Datum obrane:</b>	10. 10. 2006. g.
<b>Povjerenstvo:</b>	dr. sc. Nikola Ružinski, red. prof. – predsjednik povjerenstva dr. sc. Neven Duić, izv. prof. – voditelj magistarskog rada dr. sc. Željko Bogdan, red. prof. – član povjerenstva dr. sc. Srećko Švaić, red. prof. – član povjerenstva dr. sc. Ivan Zulim, red. prof. FESB-a Split – član povjerenstva
<b>Institucija u kojoj je rad pohranjen:</b>	Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilište u Zagrebu





# MAGISTARSKI ZADATAK



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet strojarstva i brodogradnje  
Poslijediplomski znanstveni studij  
Smjer: Energetika i nuklearna tehnika



Zagreb, 05.09.2005.

## Zadatak za magistarski rad

Kandidat: NENAD VITALJIĆ

Naslov zadatka: **POTENCIJAL OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE ZA SMANJENJE EMISIJA CO<sub>2</sub>**

Sadržaj zadatka:

Rad će obuhvatiti problem emisije stakleničkih plinova u Splitsko-dalmatinskoj županiji.

Analizirat će se potrošnja energije u Splitsko-dalmatinskoj županiji i dati prognoza energetske potrebe za gospodarski razvitak do 2020. godine. Promatrat će se načini smanjenja emisije CO<sub>2</sub> koja nastaje izgaranjem goriva, bez negativnog utjecaja na gospodarski razvitak i ograničenja u potrošnji energije.

Napravit će se analiza energetskeg potencijala obnovljivih izvora energije na području Splitsko-dalmatinske županije.

Dobivene analize poslužit će za izradu dvaju scenarija potrošnje energije za gospodarski razvitak županije.

Referentni scenarij ukupne potrošnje energije županije do 2020. godine, ili temeljni scenarij. Scenarij će se temeljiti na pretpostavci uključivanja novih tehnologija u gospodarstvo uz izostanak novih mjera potpore energetskeg efikasnosti i obnovljivim izvorima energije.

Drugi će biti scenarij "ublaženja". Ovaj će scenarij u dobivenoj strukturi potrošnje energije za gospodarski razvitak do 2020. godine predvidjeti mogućnost maksimalnog udjela postojećeg potencijala obnovljivih izvora energije na području županije, a gdje je energija sunca dominantna.

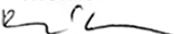
Za oba scenarija izračunat će se emisija stakleničkih plinova metodom proporcionalnosti u strukturi potrošnje županije, a na osnovi postojećih proračuna na nivou RH (prema IPCC metodologiji).

Dobiveni rezultati će se prokomentirati, te donijeti odgovarajući zaključci i smjernice.

Zadatak zadan: 20. 09. 2005.

Rad predan: 04. 09. 2006.


Mentor:

  
Doc.dr.sc. Neven Duić

  
Predsjednik Odbora za  
poslijediplomske studije:

  
Prof.dr.sc. Branko Novaković

Voditelj smjera:

  
Prof.dr.sc. Mladen Andriassy



## ZAHVALA

*Zahvaljujem voditelju rada profesoru dr. sc. Nevenu Duiću, koji mi je nesebično pomogao izabrati temu i definirati rad, te ga znanstveno obraditi i dovesti u prikazani oblik spreman za obranu.*

*Zahvaljujem profesoru dr. sc. Željku Bogdanu, na čijem kolegiju sam dobio novi pristup o obnovljivim izvorima energije, te drugačije vrednovanje mjesta i uloge koja im pripada.*

*Zahvaljujem svome poduzeću Brodosplit Brodogradilište d.o.o. koje mi je u završnoj etapi poslijediplomskog studiji pomoglo pri izradi ovoga rada.*

*Zahvaljujem profesorici Ljiljani Lučin koja mi je svojom lektorskom vještinom pomogla prikazana istraživanja dovesti u jednostavan i razumljiv čitalački oblik.*

*Zahvaljujem svima koji su mi savjetima, prijedlozima ili na bilo koji drugi način, svjesno ili nesvjesno, pomogli pri izradi ovog rada.*

*Posebno zahvaljujem svojoj obitelji, supruzi Ini, sinu Pavi i kćeri Dinki, koji su mi cijelo vrijeme bili poticaj i neiscrpni izvor energije bez koje ne bih mogao ovaj rad dovesti do kraja.*



# SADRŽAJ:

## NASLOV RADA

PODACI ZA BIBLIOGRAFSKU KARTICU.....	1
MAGISTARSKI ZADATAK.....	3
ZAHVALA .....	5
PREDGOVOR .....	V
SAŽETAK .....	VI
ABSTRACT.....	VII
POPIS OZNAKA.....	VIII
POPIS SLIKA.....	X
POPIS TABLICA.....	XI
1. UVOD .....	1
2. METODOLOGIJA RADA.....	13
2.1. UVOD U METODOLOGIJU.....	13
2.2. OBILJEŽJA SPLITSKO-DALMATINSKE ŽUPANIJE .....	16
2.2.1. Opća obilježja Splitsko-dalmatinske županije.....	16
2.2.2. Energetska bilanca Splitsko-dalmatinske županije.....	19
2.3. ENERGETSKA BILANCA SDŽ PREMA UDJELIMA U RH .....	20
2.3.1. Energetski razvoj Splitsko-dalmatinske županije 1996 - 2003. g.....	20
2.3.2. Opis postupka izračuna .....	23
2.4. REFERENTNI SCENARIJ.....	26
2.4.1. Referentni scenarij energetskog razvoja Republike Hrvatske do 2020. g.....	26
2.4.2. Obnovljiva energija u referentnom scenariju Republike Hrvatske.....	28
2.4.3. Opis postupka izračuna .....	29
2.5. POTENCIJAL OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE.....	32
2.5.1. Sunčeva energija .....	32
2.5.2. Energija vjetra .....	35
2.5.3. Energija malih hidroelektrana .....	37
2.5.4. Energija biomase .....	41
2.6. UBLAŽENI SCENARIJ.....	45

2.6.1. Opis načina rada .....	45
2.6.2. Primjena sunčeve energije i biogoriva – 1. korak.....	46
2.6.3. Ukupni potencijal obnovljivih izvora energije Splitsko-dalmatinske županije .....	56
2.6.4. Primjena preostalih obnovljivih izvora energije – 2. korak .....	57
<b>2.7. IPCC METODOLOGIJA .....</b>	<b>60</b>
2.7.1. Opis IPCC metodologije .....	60
2.7.2. Primjer proračuna emisija CO <sub>2</sub> iz energetskeg sektora .....	61
2.7.3. Iskustva izvješćivanja o emisijama stakleničkih plinova .....	67
<b>2.8. FINANCIJSKI EFEKTI SMANJENJA EMISIJA CO<sub>2</sub>.....</b>	<b>68</b>
2.8.1. Opis načina rada .....	68
2.8.2. Sunčeva energija, financijski efekti smanjenja emisija CO <sub>2</sub> .....	70
2.8.3. Energija vjetra, financijski efekti smanjenja emisija CO <sub>2</sub> .....	71
2.8.4. Energija malih hidroelektrana, financijski efekti smanjenja emisija CO <sub>2</sub> .....	73
2.8.5. Energija biomase, financijski efekti smanjenja emisija CO <sub>2</sub> .....	75
<b>2.9. UKUPNE EMISIJE STAKLENIČKIH PLINOVA .....</b>	<b>77</b>
<b>2.10. PROVJERA ULAZNIH PODATAKA.....</b>	<b>80</b>
2.10.1. Opis načina rada .....	80
2.10.2. Proračun emisija CO <sub>2</sub> SDŽ za 2003. g. proporcionalnim načinom .....	81
2.10.3. Proračun emisija CO <sub>2</sub> SDŽ za 2003. g. IPCC metodologijom .....	82
<b>3. REZULTATI .....</b>	<b>83</b>
<b>3.1. ENERGETSKE BILANCE ZA 2003. g.....</b>	<b>83</b>
3.1.1. Splitsko-dalmatinska županija.....	83
3.1.2. Republika Hrvatska .....	90
<b>3.2. REFERENTNI SCENARIJ.....</b>	<b>94</b>
<b>3.3. UBLAŽENI SCENARIJ.....</b>	<b>96</b>
3.3.1. Maksimalni zamjenski potencijal sunčeve energije i biogoriva 2020. g. ....	96
3.3.2. Ukupni potencijal obnovljivih izvora energije 2020. g. ....	97
3.3.3. Ublaženi scenarij energetskeg razvoja .....	98
<b>3.4. PRORAČUN EMISIJA CO<sub>2</sub> IZ ENERGETSKOG SEKTORA .....</b>	<b>100</b>
3.4.1. Emisije CO <sub>2</sub> Splitsko-dalmatinske županije 2003. g. ....	100
3.4.2. Referentni scenarij – emisije CO <sub>2</sub> SDŽ 2020. g. ....	102
3.4.3. Ublaženi scenarij – emisije CO <sub>2</sub> SDŽ 2020.g. ....	104
<b>3.5. UKUPNE EMISIJE STAKLENIČKIH PLINOVA .....</b>	<b>106</b>
3.5.1. Proračun ukupnih emisija stakleničkih plinova SDŽ za 2003. g. ....	106
3.5.2. Referentni scenarij - proračun ukupnih emisija SDŽ 2020. g. ....	107
3.5.3. Ublaženi scenarij - proračun ukupnih emisija SDŽ 2020. g. ....	108
<b>3.6. USPOREDBA REFERENTNOG I UBLAŽENOG SCENARIJA.....</b>	<b>109</b>
3.6.1. Oblici energije .....	109
3.6.2. Emisija CO <sub>2</sub> iz energetskeg sektora .....	111
3.6.3. Ukupne emisije stakleničkih plinova.....	113
3.6.4. Financijski efekti smanjenja emisija u energetskeg sektoru.....	114
<b>4. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>119</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>127</b>

<b>ŽIVOTOPIS .....</b>	<b>133</b>
<b>CURRICULUM VITAE .....</b>	<b>134</b>





## PREDGOVOR

Ljudi oduvijek nastoje živjeti boljim i kvalitetnijim životom. Razvoj je nezaustavljivi proces koji to omogućava. Razvojni programi trebaju paziti na okoliš, ne smiju izazvati njegove nekontrolirane promjene, jer bi se na taj način ugrozila šira društvena zajednica i bio bi doveden u pitanje sam smisao razvoja.

Prema teritorijalnom ustroju Republike Hrvatske, Splitsko-dalmatinska županija je jedna od 21 teritorijalne jedinice. Početkom devedesetih godina Splitsko-dalmatinska županija je uradila prve tranzicijske korake. Restrukturirala je svoje gospodarstvo na tržišnim temeljima. Od onda još uvijek nije ostvarila značajniji razvoj, naročito gledajući prema europskim kriterijima koje nastoji ostvariti. Danas se taj zaostatak u razvojnom smislu čini još i većim. Sukladno razvoju Republike Hrvatske u cjelini i ulaskom u Europsku uniju, otvara se mogućnost tehnoloških intervencija u razvojne, infrastrukturne i gospodarske mehanizme. Ti uplivi bi, svojom veličinom i oblicima korištene energije za ostvarenje, mogli bitno utjecati na njezin okoliš a time i na antropogene klimatske promjene. Splitsko-dalmatinska županija prostire se velikim obalnim područjem s otocima i ima sačuvani kopneni i morski ekosustav. Raspolaze velikim bogatstvom šuma i specifičnim načinom poljoprivredne proizvodnje. Ima značajnu osunčanost tijekom godine, bogatstvo voda, učestalost puhanja vjetrova, a sve su to čimbenici koji ukazuju na ekološku sačuvanost i bogatstvo obnovljivih izvora energije. Ujedno su i elementi koji aktiviraju potrebu za dodatnim naporom u rješavanju problema razvoja Splitsko-dalmatinske županije, na način da se iskoristi vlastiti potencijal obnovljivih izvora energije te da se navedeni sačuvani ekološki sustav ne poremeti.

Temeljem iznijetog došlo se do ideje po kojoj Splitsko-dalmatinska županija ima dovoljan potencijal energije iz obnovljivih izvora koji može biti dovoljan za vlastiti gospodarski razvoj. Koja je struktura energetske potrošnje Splitsko dalmatinske županije? Koliko energije treba za njezin razvoj? Koji su to energetske resursi u Županiji, koliki je njihov potencijal, u kojoj mjeri i kojim tehnologijama ih koristiti da bi razvoj bio moguć u punoj mjeri, a da ne utječe na klimatske promjene i ne ugrožava okoliš? Upravo odgovore na ta pitanja pokušala je dati ova radnja.

## SAŽETAK

Splitsko-dalmatinska županija svojim potencijalom obnovljivih izvora energije, u kojem prednjači sunčeva energija, u stanju je osigurati nesmetani vlastiti gospodarski razvoj uz znatno smanjenje emisija CO<sub>2</sub>, te dodatno doprinijeti Republici Hrvatskoj u mjerama koje se provode na smanjenju emisija CO<sub>2</sub> u energetske sektoru. Da bi se dokazala postavljena hipoteza nužno je imati i bilancu neposredne energetske potrošnje. Zadnja snimka stanja energetske potrošnje Splitsko-dalmatinske županije izrađena je za 1996. godinu. U radu su definirane metode za računanje potrošnje Splitsko-dalmatinske županije prema podacima o potrošnji Republike Hrvatske za određenu godinu. Metode se temelje na udjelima u energetske potrošnji Splitsko-dalmatinske županije u potrošnji Republike Hrvatske za 1996. g. Na taj način se došlo do bilance neposredne potrošnje energije Splitsko-dalmatinske županije u 2003. g., te su određene energetske potrebe Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. i to za dva moguća scenarija. Referentni scenarij je pretpostavio razvoj korištenjem uobičajenih oblika energije, zasnovan je na gorivima fosilnog podrijetla, uz zanemarivo uključivanje obnovljivih izvora energije i novih tehnologija za njihovu primjenu. Da bi se mogao uraditi drugi, ublaženi scenarij, koji u bilancu energetske potreba maksimalno uključuje obnovljive izvore energije, trebalo je istražiti koliki je njihov potencijal u Splitsko-dalmatinske županiji. Obradeni su potencijali sunčeve energije, energije vjetrova, malih hidroelektrana i energije biomase, uz postojeći potencijal hidroelektrana. Provedenom analizom pokazalo se da je njihov potencijal dostatan za energetske razvoj do 2020. g. U radu je korištena IPCC metodologija izračuna emisija stakleničkih plinova iz energetske sektora. Prema njoj izračunate su emisije CO<sub>2</sub> iz energetske sektora Splitsko-dalmatinske županije za oba scenarija. Obradeni su i specifični troškovi primjene obnovljivih izvora za smanjenje emisija i urađeno je investicijsko vrednovanje ublaženog scenarija u odnosu na referentni scenarij. Razrađena je metoda kojom su izračunate ukupne emisije stakleničkih plinova. Svi provedeni proračuni prikazani su grafički i tabelarno. Dobiveni rezultati su prikazani i uspoređeni u posebnom poglavlju. Postavljena hipoteza je potvrđena u cijelosti. Rezultati su u zaključku prokomentirani.

### **Ključne riječi:**

sunčeva energija, bioenergija, vjetroenergija, hidroenergija, potencijal, smanjenje emisija, CO<sub>2</sub>, gospodarski razvoj, Dalmacija

## **ABSTRACT**

### **POTENTIAL OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN REDUCTION OF CO<sub>2</sub> EMISSIONS**

The Split-Dalmatia County has a significant potential of renewable sources dominated by the solar energy. It is therefore capable of providing energy for its economic development and considerable reduction of CO<sub>2</sub> emissions with the additional contribution to the Republic of Croatia in measures carried out to reduce CO<sub>2</sub> emissions in energy sector. To prove this hypothesis, among other things, it is necessary to have the balance of the immediate power demand. The latest power demand data in the Split-Dalmatia County available is for the year 1996. The paper defines the methods for calculating the Split-Dalmatia County demand in relation to the Republic of Croatia demand in 1996. In this way the balance was calculated for the immediate Split-Dalmatia County power demand in 2003, based on which the Split-Dalmatia County power needs were calculated for the two scenarios until 2020. The referent scenario implied the development by using the usual types of energy based on the fossil fuels, with irrelevant involvement of renewable energy sources and new transformation technologies. In order to make a new tempered scenario, which includes maximum renewable energy sources in the balance, it was necessary to find out their potential in the Split-Dalmatia County. The solar energy, wind power, small hydroelectric plants, and biomass energy were treated together with the existing hydroelectric plants potential. The performed analysis showed that their potential is sufficient for energy development by 2020. The IPCC method of calculating greenhouse gas emissions from the energy sector was used. Using it the CO<sub>2</sub> emissions for the Split-Dalmatia County energy sector were calculated for both scenarios. The specific costs of renewable energy sources in emission reduction were also calculated and the evaluation was made for the tempered scenario in relation to the referent scenario. The method was developed for the calculation of the total greenhouse gas emissions. All carried out calculations are shown graphically and in tables. The obtained results are shown and compared in the separate chapter. The set hypothesis was completely proven. The results were commented in the conclusions.

#### **Key words:**

Solar energy, bioenergy, wind energy, hydroenergy, potential, emission decrease, CO<sub>2</sub>, economic development, Dalmatia

## POPIS OZNAKA

Oznaka	Objašnjenje	Jedinica
APO	Agencija za posebni otpad, Zagreb	
BIOEN	Program korištenja energije biomase i otpada	
CDM	Clean Development Mechanism	
CH <sub>4</sub>	metan	
CO <sub>2</sub>	ugljični dioksid	
COP	Conference of the Parties	
CORINAIR	CO-oRdinated INformation on the Environment in the European Community - AIR	
DZZS	Državni zavod za statistiku	
EIHP	Energetski institut Hrvoje Požar	
ELTO	elektrana - toplana	
ENWIN	Program korištenja energije vjetra	
ET	emission trading	
EU	Europska unija	
GHG	green house gases (staklenički plinovi)	
HE	hidroelektrana	
HEP	Hrvatska elektroprivreda	
HFC	vodikfluorougljici	
INA	Industrija nafte Zagreb	
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	
JI	joint implementation	
KEO	Katastar emisija u okoliš	
MAHE	Program izgradnje malih hidroelektrana	
MUP	Ministarstvo unutarnjih poslova	
MZOPUG	Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva	
N <sub>2</sub> O	didušikov oksid	
PFC	perfluorougljici	
RH	Republika Hrvatska	
SDŽ	Splitsko-dalmatinska županija	
SF <sub>6</sub>	sumporni heksaflorid	
SRES	Special Report on Emissions Scenarios	

SUNEN	Program korištenja sunčeve energije	
UNEP	United Nations Environment Programme	
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization	
WASP	Wind Atlas and Application Programme	
WMO	World Meteorological Organization	
ZGO	Zbrinjavanje gradskog otpada, Zagreb	
$C_{BIOEN_{spec}}$	specifični trošak smanjenja emisija CO <sub>2</sub> za bioelektranu	kn/tCO <sub>2</sub>
$C_{BIOPR_{spec}}$	specifični trošak smanjenja emisija CO <sub>2</sub> zamjenom goriva u prometu	kn/tCO <sub>2</sub>
$C_{MAHE_{spec}}$	specifični trošak smanjenja emisija CO <sub>2</sub> za malu hidroelektranu	kn/tCO <sub>2</sub>
$C_{SUN_{spec}}$	specifični trošak smanjenja emisija CO <sub>2</sub> za sunčevu energiju	kn/tCO <sub>2</sub>
$C_{WIND_{spec}}$	specifični trošak smanjenja emisija CO <sub>2</sub> za vjetroelektranu	kn/tCO <sub>2</sub>
$CE_{biodiz}$	cijena energije biodizel goriva	kn/GJ
$CE_{BIOEN}$	cijena električne energije iz bioelektrane	kn/GJ
$CE_{diz}$	cijena energije dizel goriva	kn/GJ
$CE_e$	cijena električne energije iz elektrane na fosilna goriva	kn/GJ
$CE_{MAHE}$	cijena električne energije iz male hidroelektrane	kn/GJ
$CE_{sun}$	cijena niskotemperaturne sunčeve energije	kn/GJ
$CE_t$	cijena niskotemperaturne toplinske energije iz fosilnih goriva	kn/GJ
$CE_{wind}$	cijena električne energije iz vjetroelektrane	kn/GJ
$CO_2 eq$	mjera utjecaja plina na staklenički efekt u odnosu na CO <sub>2</sub>	kg
$EM_{biodiz}CO_2$	emisije CO <sub>2</sub> izgaranjem biogoriva u motoru	tCO <sub>2</sub> /GJ
$EM_{BIOEN}CO_2$	emisija CO <sub>2</sub> iz bioelektrane	tCO <sub>2</sub> /GJ
$EM_{diz}CO_2$	emisije CO <sub>2</sub> izgaranjem dizel goriva u motoru	tCO <sub>2</sub> /GJ
$EM_eCO_2$	emisije CO <sub>2</sub> iz elektrana na fosilna goriva	tCO <sub>2</sub> /GJ
$EM_{MAHE}CO_2$	emisija CO <sub>2</sub> iz male hidroelektrane	tCO <sub>2</sub> /GJ
$EM_{sun}CO_2$	emisija CO <sub>2</sub> iz sustava na sunčevu energiju	tCO <sub>2</sub> /GJ
$EM_tCO_2$	emisije CO <sub>2</sub> iz toplane na fosilna goriva	tCO <sub>2</sub> /GJ
$EM_{wind}CO_2$	emisija CO <sub>2</sub> iz vjetroelektrane	tCO <sub>2</sub> /GJ
$E_{sd}$	srednja dnevna sunčeva energija	J/m <sup>2</sup> dan
$E_{sg}$	srednja godišnja sunčeva energija	J/m <sup>2</sup> g
$v$	izmjerena brzina vjetra	m/s
$v_1$ i $v_2$	procijenjene brzine vjetra na 10 m iznad tla	m/s

## POPIS SLIKA

Slika 1. Shematski opis metodologije rada.....	14
Slika 2. Splitsko-dalmatinska županija u okviru Republike Hrvatske.....	17
Slika 3. Referentni scenarij - neposredna potrošnja energije RH do 2020. g., oblici energije.....	26
Slika 4. Referentni scenarij - neposredna potrošnja energije RH do 2020. g., struktura sektora.....	27
Slika 5. Referentni scenarij - neposredna potrošnja energije RH do 2020. g., obnovljiva energija.....	29
Slika 6. Referentni scenarij - neposredna potrošnja energije RH do 2020. g., udio SDŽ .....	30
Slika 7. Referentni scenarij - povećanje neposredne potrošnje energije SDŽ do 2020. g., po oblicima .....	30
Slika 8. Referentni scenarij - povećanje neposredne potrošnje energije SDŽ do 2020. g., po sektorima ....	31
Slika 9. Energetska karta - $E_{sg}$ srednja godišnja sunčeva energija na prostoru RH.....	32
Slika 10. Prostorna razdioba srednje godišnje brzine vjetra (m/s) na visini 10 m iznad tla.....	35
Slika 11. Potezi korištenja malih hidroelektrana na području SDŽ u I. fazi [36] .....	39
Slika 12. Industrijska potrošnja SDŽ 2020. g., zamjenjivost sunčevom energijom i biogorivom .....	49
Slika 13. Prometna potrošnja SDŽ 2020. g., 20 % zamjenjivost biogorivima .....	50
Slika 14. Kućna potrošnja SDŽ 2020. g., zamjenjivost sunčevom energijom i biogorivom.....	52
Slika 15. Potrošnja uslužnog sektora SDŽ 2020. g., zamjenjivost sunčevom energijom i biogorivom .....	53
Slika 16. Poljoprivredna potrošnja SDŽ 2020. g., zamjenjivost sunčevom energijom i biogorivom .....	54
Slika 17. Potrošnja graditeljstva SDŽ 2020. g., zamjenjivost sunčevom energijom i biogorivom .....	55
Slika 18. Neposredna potrošnja energije SDŽ 2003. g., udjeli oblika energije .....	84
Slika 19. Neposredna potrošnja energije SDŽ 2003. g., udjeli sektora.....	84
Slika 20. Industrijska potrošnja energije SDŽ 2003. g., udjeli oblika energije .....	86
Slika 21. Industrijska potrošnja energije SDŽ 2003. g., udjeli industrijskih grana .....	86
Slika 22. Potrošnja energije u prometu SDŽ 2003. g., udjeli oblika energije .....	87
Slika 23. Potrošnja energije u prometu SDŽ 2003. g., udjeli vrsta prometa.....	88
Slika 24. Opća potrošnja energije SDŽ 2003. g., udjeli oblika energije .....	89
Slika 25. Opća potrošnja energije SDŽ 2003. g., udjeli sektora .....	89
Slika 26. Neposredna potrošnja energije RH 2003. g., udjeli oblika energije.....	91
Slika 27. Neposredna potrošnja energije RH 2003. g., udjeli sektora.....	92
Slika 28. Referentni scenarij - neposredna potrošnja energije SDŽ 2020. g., udjeli oblika energije.....	95
Slika 29. Referentni scenarij - neposredna potrošnja energije SDŽ 2020. g., udjeli sektora.....	95
Slika 30. Maksimalni supstitucijski potencijal sunčeve energije i biogoriva SDŽ 2020. g.....	97
Slika 31. Maksimalni supstitucijski potencijal svih obnovljivih izvora SDŽ 2020 g. ....	98
Slika 32. Ublaženi scenarij – oblici energije u neposrednoj potrošnji SDŽ u 2020. g. ....	99
Slika 33. Izvori emisija CO <sub>2</sub> iz energetskeg sektora SDŽ 2003. g. ....	101
Slika 34. Izvori emisija CO <sub>2</sub> iz energetskeg sektora SDŽ 2020. g. - referentni scenarij .....	103
Slika 35. Izvori emisija CO <sub>2</sub> iz energetskeg sektora SDŽ 2020. g. - ublaženi scenarij .....	105
Slika 36. Usporedba količina i oblika energije referentnog i ublaženog scenarija SDŽ 2020. g. ....	110
Slika 37. Usporedba emisija CO <sub>2</sub> referentnog i ublaženog scenarija SDŽ 2020. g.....	112
Slika 38. Usporedba ukupnih emisija referentnog i ublaženog scenarija SDŽ 2020. g.....	114

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Stanovništvo SDŽ prema popisu 2001. g.....	18
Tablica 2. Bilanca energetske potrošnje SDŽ 1996. g.....	21
Tablica 3. Bilanca energetske potrošnje RH 1996. g.....	22
Tablica 4. Matrica - energetska potrošnja SDŽ prema udjelima u RH .....	23
Tablica 5. Srednja dnevna sunčeva energija Splitsko-dalmatinske županije .....	33
Tablica 6. Podaci o brzinama prizemnog vjetra u meteorološkim postajama SDŽ .....	36
Tablica 7. Zbirna procjena potencijala energije vjetra za sve odabrane lokacije SDŽ .....	36
Tablica 8. Ukupni tehnički potencijal malih vodotoka s potezima korištenja na području SDŽ .....	38
Tablica 9. Tehnički iskoristivi potencijal malih hidroelektrana na području SDŽ u I. fazi [36] .....	38
Tablica 10. Mogućnost dodatnog korištenja vodotoka na postojećim hidroelektranama .....	39
Tablica 11. Supstitucijski potencijal malih hidroelektrana SDŽ .....	40
Tablica 12. Supstitucijski potencijal biomase u SDŽ .....	43
Tablica 13. Industrijska potrošnja SDŽ, oblici energije i njihova zamjenjivost .....	48
Tablica 14. Industrijska potrošnja SDŽ 2020. g., zamjenjivost sunčevom energijom i biogorivom.....	49
Tablica 15. Prometna potrošnja SDŽ 2020. g., 20 % zamjenjivost biogorivima .....	50
Tablica 16. Kućna potrošnja SDŽ, oblici energije i njihova zamjenjivost .....	52
Tablica 17. Kućna potrošnja SDŽ 2020. g., zamjenjivost sunčevom energijom i biogorivom .....	52
Tablica 18. Potrošnja uslužnog sektora SDŽ, oblici energije i njihova zamjenjivost .....	53
Tablica 19. Potrošnja uslužnog sektora SDŽ 2020. g., zamjenjivost sunčevom energijom i biogorivom ....	53
Tablica 20. Poljoprivredna potrošnja SDŽ, oblici energije i njihova zamjenjivost .....	54
Tablica 21. Poljoprivredna potrošnja SDŽ 2020. g., zamjenjivost sunčevom enerijom i biogorivom.....	54
Tablica 22. Potrošnja graditeljstva SDŽ, oblici energije i njihova zamjenjivost.....	55
Tablica 23. Potrošnja graditeljstva SDŽ 2020. g., zamjenjivost sunčevom energijom i biogorivom .....	55
Tablica 24. Prvi korak izrade ublaženog scenarija – sunčeva energija i biogorivo u prometu.....	56
Tablica 25. Drugi korak izrade ublaženog scenarija - preostala energija iz referentog scenarija.....	58
Tablica 26. IPCC metodologija proračuna emisija CO <sub>2</sub> iz energetskeg sektora, zaglavlje tablice.....	62
Tablica 27. IPCC metodologija proračuna emisija CO <sub>2</sub> iz energetskeg sektora, 1. korak (primjer SDŽ 2003. g.) .....	63
Tablica 28. IPCC metodologija proračuna emisija CO <sub>2</sub> iz energetskeg sektora, 2. i 3. korak (primjer SDŽ 2003. g.) .....	64
Tablica 29. IPCC metodologija proračuna emisija CO <sub>2</sub> iz energetskeg sektora, 4, 5. i 6. korak (primjer SDŽ 2003. g.) .....	65
Tablica 30. Ukupne emisije stakleničkih plinova RH 1995. g., po sektorima i vrstama plinova.....	78
Tablica 31. Ukupne emisije stakleničkih plinova RH 1995. g., udjeli sektora i plinova .....	78
Tablica 32. Tablica za proračunavanje ukupnih emisija stakleničkih plinova SDŽ.....	79
Tablica 33. Proračun emisija CO <sub>2</sub> energetskeg sektora SDŽ 2003. g., proporcionalnom metodom .....	81
Tablica 34. Bilanca energetske potrošnje SDŽ 2003. g. ....	83
Tablica 35. Bilanca energetske potrošnje RH 2003. g.....	90
Tablica 36. Referentni scenarij - bilanca energetske potrošnje SDŽ 2020. g.....	94



Tablica 37. Ublaženi scenarij - bilanca energetske potrošnje SDŽ 2020. g.....	99
Tablica 38. Proračun emisija CO <sub>2</sub> iz energetskeg sektora SDŽ 2003. g.....	101
Tablica 39. Specifična emisija CO <sub>2</sub> iz energetskeg sektora SDŽ 2003. g.....	102
Tablica 40. Referentni scenarij - proračun emisija CO <sub>2</sub> iz energetskeg sektora SDŽ 2020. g.....	102
Tablica 41. Referentni scenarij - specifična emisija CO <sub>2</sub> iz energetskeg sektora SDŽ 2020. g.....	104
Tablica 42. Ublaženi scenarij - proračun emisija CO <sub>2</sub> iz energetskeg sektora SDŽ 2020. g.....	104
Tablica 43. Ublaženi scenarij - specifična emisija CO <sub>2</sub> iz energetskeg sektora SDŽ 2020. g.....	104
Tablica 44. Proračun ukupnih emisija stakleničkih plinova SDŽ 2003. g.....	106
Tablica 45. Intenzitet ukupnih emisija SDŽ 2003. g.....	107
Tablica 46. Referentni scenarij - proračun ukupnih emisija stakleničkih plinova SDŽ 2020. g.....	108
Tablica 47. Referentni scenarij - intenzitet ukupnih emisija SDŽ 2020. g.....	108
Tablica 48. Ublaženi scenarij - proračun ukupnih emisija stakleničkih plinova SDŽ 2020. g.....	109
Tablica 49. Ublaženi scenarij - intenzitet ukupnih emisija SDŽ 2020. g.....	109
Tablica 50. Procjena troškova za realizaciju ublaženog scenarija .....	115

## 1. UVOD

Vrijeme i klima imaju značajni utjecaj na život na Zemlji. Dio su svakodnevnog iskustva ljudskog življenja i njegovih nasušnih potreba za zdravlje, proizvodnju hrane i blagostanje. Zbog antropogenog djelovanja, kao što je korištenje neobnovljivih izvora energije za industrijsku i kućnu uporabu, prometne potrebe, mijenjajući namjenu tla urbanizacijom, sječom šuma u poljoprivredne svrhe, čovjek proizvodi ugljične spojeve i mijenja koncentraciju ugljika u litosferi, biosferi i atmosferi, mijenja fizičke i biološke uvjete na Zemljinoj plohi, a time i utjecaj sunčeve energije. Sve to ima za posljedicu regionalne i globalne klimatske promjene. Staklenički plinovi, uzročnici promjena, u daleko najvećem udjelu sadrže ugljične spojeve. Ugljik se nalazi svugdje, sastavni je element u stijinama i solima na kopnu i pod morem, atmosferskim plinovima i u živim bićima. Svi elementi na planetu su u ciklusu različitih spojeva i prelaze iz jednog spoja u drugi različitim kemijskim reakcijama. Ugljični ciklus na zemaljskoj kugli odnosi se na kemijski postupak kruženja ugljika od jednog spremišta do drugog. Spremišta ugljika su različite starosti. U nekim oblicima ugljik se zadržava relativno kratko vrijeme, od minute do nekoliko dana, a u drugim desetljeća ili čak milenije. Izgaranjem fosilnih goriva, ugljik pohranjen duboko u utrobi Zemlje prenosi se u atmosferu. Sječom šuma uništava se prirodni «organ» koji fotosintezom smanjuje koncentraciju ugljika u atmosferi. Ukoliko se ugljični krug ne stabilizira, može izazvati značajni rast jačine sunčeve energije, srednje globalne temperature na površini Zemlje, zatopljenje, tj. promjenu klime [1] [2] [3].

Najnovija znanstvena istraživanja pokazuju da je prosječna temperatura na površini Zemlje porasla za  $0,6^{\circ}\text{C}$  od 1800. godine. Zbog antropogenih emisija, prosječna globalna temperatura Zemlje do 2100. godine porast će od  $1,4$  do  $5,8^{\circ}\text{C}$ . Posljedice porasta temperature su dizanje prosječne razine mora, promjena hidrološkog ciklusa (prostorna i vremenska preraspodjela padalina) i širenje pustinja. Tu su također uključene i velike poplave i duga sušna razdoblja, kao i povećana učestalost tajfuna i tornada. Da bi se predvidjele moguće promjene klime na globalnoj i regionalnoj razini u sljedećih stotinjak godina radi se na modeliranju mogućih antropoloških klimatskih promjena, s ciljem zaštite okoliša i zaštite od mogućih negativnih društveno-ekonomskih posljedica. Za to je zaduženo posebno tijelo pod nazivom IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). IPCC je osnovala Svjetska meteorološka organizacija WMO (World Meteorological Organization) i Organizacija UN-a za provođenje programa o zaštiti okoliša UNEP-a (United Nations Environment Programme). Zadatak IPCC-a je znanstvena procjena tehničkih i društveno ekonomskih informacija,

ačajnih za razumijevanje klimatskih promjena, njihov potencijalni učinak, prilagodbe i ublaženja. Otvoren je za sve članice UN-a i WMO. Radne grupe IPCC-a donose smjernice djelovanja. Razrađene su različite društveno-ekonomske pretpostavke razvoja i opisane su u SRES scenarijima (The Emissions Scenarios of the Special Report on Emissions Scenarios). Različiti scenariji rezultiraju različitim nivoima u projekciji buduće emisije stakleničkih plinova i aerosola, kao i posljedicama koje mogu izazvati. Scenariji su razrađeni za četiri ekstremna moguća pristupa: ekonomski, ekološki, globalni i lokalni [2] [4].

Na 3. zasjedanju Stranaka (Conference of the Parties – COP3) UNFCCC-a (United Nations Framework Convention on Climate Change), koje je održano 11. prosinca 1997. godine u Kyotu, u Japanu, prihvaćen je tekst Kyoto protokola koji obvezuje razvijene zemlje da smanje emisiju stakleničkih plinova. Dogovoreno je da stupi na snagu 90 dana od datuma kada Protokol ratificira najmanje 55 država čija je emisija najmanje 55 % emisije zemalja potpisnica aneksa B Protokola (razvijene zemlje) u 1990. godini. Unatoč velikoj polaznoj emisiji SAD-a (19t CO<sub>2</sub>/stan.) i postignuću Australije da može povećati svoje emisije 8 %, ove države su odlučile ne ratificirati Kyoto protokol. Potrebnih 55 % emisije je postignuto 28. listopada 2004. godine kad je Kyoto protokol potpisala Rusija. Tim potpisom ukupno ga je ratificirala 141 stranka s udjelom 61,6 % u ukupnoj emisiji stakleničkih plinova. Kyoto protokol je službeno stupio na snagu 16. veljače 2005. godine [1]. Republika Hrvatska potpisala je Kyoto protokol 1999. godine, ali ga još nije ratificirala. Razlog je što treba smanjiti emisije za 5 % u razdoblju 2008 - 2012. g. u odnosu na referentnu 1990. g. S obzirom na malu polaznu emisiju u toj godini, to je za Hrvatsku teško ostvariv zadatak koji je, nepromišljenim prijedlogom 1997. g., sama sebi nametnula. Referentne godine emisija plinova je bila mala, osobito stoga što se nisu obuhvatile one iz elektrana smještenih u bivšim republikama Jugoslavije (termoelektrane Obrenovac, Kakanj, Tuzla i Gacko). Iz tih elektrana se, temeljem Ugovora o dugoročnoj suradnji, izgradnji energetskih objekata i isporuci električne energije između elektroprivrede Hrvatske i elektroprivreda susjednih republika, Hrvatska opskrbljivala električnom energijom. Također je, zbog prelaska na tržišno gospodarstvo, došlo do smanjenja ili ukidanja pojedinih, ionako malobrojnih, energetski intenzivnih industrijskih tvrtki (Koksara Bakar, Tvornica elektroda i ferolegura u Šibeniku, visoke peći u Željezari Sisak). Za ulazak u EU Hrvatska Protokol iz Kyota mora ratificirati. Hrvatska je stoga uputila Tajništvu Okvirne konvencije u Marakechu 2001. g. na Konferenciji stranaka (COP7) UNFCCC zahtjev za povećanje visine emisije bazne godine. Svoj zahtjev Hrvatska temelji na članku 4.6. UNFCCC-a, koji predviđa određenu fleksibilnost za države s

ekonomijom u tranziciji. Na 8. konferenciji Stranaka 2002. godine u New Delhiju, pomoćno tijelo UNFCCC-a za tehnička pitanja donijelo je zaključak da je članak 4.6. Konvencije primjenjiv za Hrvatsku, kao i da njime nije određen način ostvarivanja fleksibilnosti. Nastavak pregovora odvijao se i tijekom 2002, 2003. i 2004. godine te su se nastavili i u svibnju 2005. na sastanku Pomoćnog tijela za provedbu Konvencije. Na 11. konferenciji o promjeni klime u Montrealu 8. prosinca 2005. g. Republika Hrvatska je predstavila svoje zahtjeve. Na istom zasjedanju, 9. prosinca 2005. g., donesena je odluka po kojoj će se, kako je predviđeno člankom 4. stavkom 6. Konvencije, Hrvatskoj dozvoliti novi proračun godišnje razine emisija stakleničkih plinova koja je bila određena na temelju referentne 1990. godine. Odlukom se Hrvatskoj dozvoljava određeni stupanj fleksibilnosti prilikom određivanja referentne visine emisija stakleničkih plinova u odnosu na njezinu povijesnu razinu. Odbor za provedbu odluka Konvencije će na svojoj sljedećoj sjednici razmotriti razinu emisija stakleničkih plinova u baznoj godini za Hrvatsku i predložiti njezino prihvaćanje na sljedećem zasjedanju Stranaka Konvencije o zaštiti klime navodi se u tekstu Odluke [5] [6].

Republika Hrvatska u narednom razdoblju treba riješiti i operacionalizirati dvojaki problem. Jedan je izgradnja novih kapaciteta energetskog sektora za osiguranje gospodarskog razvitka, a drugi je provođenje mjera za smanjenje emisija stakleničkih plinova u svim sektorima, od kojih je energetski prevladavajući [7]. Potrebno je definirati i operacionalizirati energetski razvoj s obzirom na realno očekivani gospodarski razvoj nakon tranzicijskog perioda [8]. U razdoblju od 2010. do 2017. postupno će izaći iz pogona elektrane na mazut. Još uvijek je otvoreno pitanje oblika energije koji će ga zamijeniti [9]. Prema jednim scenarijima gospodarskog razvoja dodijeljene kvote emisije CO<sub>2</sub> Kyoto protokolom mogu biti dostignute u 2003. g., prema drugim, stavljajući izvan pogona sve stare elektrane na fosilna goriva, ta granica može biti pomaknuta na 2015. g., dok je opća procjena da obveze Kyoto protokola neće biti zadovoljene samo mjerama u sektoru proizvodnje električne energije [10]. Moguće rješenje je i proizvodnja električne energije izgradnjom nuklearne elektrane [11]. Stejeće se dojam, iz navedene literature, da je Republika Hrvatska ispustila iz ozbiljnijih razmatranja proizvodnju električne energije iz nuklearne elektrane. To čudi, tim više, jer je suvlasnik u NE Krško iz koje Republika Slovenija pokriva 39 % svojih potreba, dok je hrvatski dio proizvedene električne energije iznosio u 2004. godini 15 % ukupno potrošene električne energije u toj godini [12].

Prema sadašnjem tijeku aktivnosti dogodit će se da će se istjecanjem radnog vijeka NE Krško, elektroprivreda Hrvatske zateći u problemima. Za Hrvatsku je krajnji trenutak za konačno donošenje odluke. Prednost nuklearne elektrane je stabilna, predvidiva i niža cijena električne energije u odnosu na termoelektrane na fosilna goriva [15]. Nedostaci su veliki kapitalni troškovi, relativno duga gradnja i dug povrat novca, manjak javne i političke potpore, a ponajviše neupućenost u problem sigurnosti dugoročnog odlaganja visokoradioaktivnog otpada. Početkom 90-tih godina Europska unija je pokrenula izradu veoma opsežne studije čiji je cilj bio kvantificiranje utjecaja na okoliš elektrana svih vrsta. Kvantificiranje se ogledalo u definiranju tzv. eksternih troškova zbog rada elektroenergetskih objekata. Eksterni troškovi određuju štetu u okolišu koju uzrokuje ne samo pogon elektroenergetskog objekta već i cijeli njegov energetska ciklus. Studija koja je rađena u dvije faze (Extern E95 i Extern E97), potvrdila je već ranije izražena mišljenja o relativnoj prednosti nuklearnih elektrana u odnosu na termoelektrane s gledišta utjecaja na okoliš [16].

Pored definiranja strategije proizvodnje električne energije u skladu s energetska razvojem Hrvatske, postoje i druge mjere unutar energetska sektora kojima se može značajno i ekonomično reducirati emisija CO<sub>2</sub>, naročito u neposrednoj potrošnji energije i prometu [11], a time i udovoljiti zahtjevima Kyoto protokola. Zbirni prikaz mjera u energetici dan je u Prvom nacionalnom izvješću [7]. U Prvom nacionalnom izvješću napravljene su procjene troškova mjera za smanjenje emisije. Podaci se temelje na metodologiji iz “Economics of Greenhouse Gas Limitations - Methodological Guidelines” (UNEP, 1998).

Uzroci emisija, odnosno antropogene klimatske promjene, započele su industrijskim razvojem. Napravljene su slikoviti grafički prikazi procjene povećanja količine sunčeve energije uslijed povećanja koncentracije plinova atmosfere i drugih mehanizama s procijenjenim izravnim utjecajima na globalne klimatske promjene koje su se dogodile djelovanjem čovjeka od početka industrijske revolucije do danas (1750 - 2000. g.) [2]. Era nafte višestruko je promijenila način života i rada te uvjete na Zemljinoj kugli. Tada je počela globalizacija u tehnološkom smislu, a ovo danas je završno informatičko i gospodarsko povezivanje radi ubrzanja protoka novca, sirovina, proizvoda i ljudi, odnosno profitna globalizacija. Počelo se suočavati s posljedicama prevelikog korištenja fosilnih goriva i počelo se razmišljati - a što nakon [9] [30]? Svaki kraj ima neke svoje specifičnosti na kojima se kroz povijest gradila kultura rada, življenja i stanovanja, a pri tome se razmišljalo kako sve to uskladiti s okruženjem. Pogledom na Splitsko-dalmatinsku županiju vidi se nastanak niza

malih mjesta, ali dovoljno velikih za urbani život stanovništva u njima. Da bi se sačuvala plodna zemlja naselja su građena na rubnim dijelovima polja, na osunčanim stranama i u zavjetrini. Kuće su građene u funkciji svjetla i topline stanovanja, prostori za čuvanje blaga i ljetine isto tako. Sve je bilo usklađeno, poljoprivredna dobra, uzgoj, lov i ribolov, s ljudskim potrebama i navikama. Čovjek je iz stadija lovca i skupljača plodova prešao u stadij ekonomista gdje je u okućnici uzgajao skupljena sjemenja biljaka i pripitomljene životinje. Pri tome se radilo o ambijentalnim vrstama prilagođenim klimi. Dolaskom nafte i strojeva počeo je proizvoditi nove industrijske proizvode, stoku je počeo uzgajati u štalama, živinu u peradarnicima, bilje u plastenicima, proizvodio je sve što se moglo prodati na tržištu, koje je postalo globalno. Globalni socioekonomski energetskei metabolizam postao je problem održivog razvoja [42]. Pri tome je u tropima počeo stvarati uvjete niskih temperatura, a na sjeveru plastenike za uzgoj tropskih vrsta. U određenom trenutku jeftine nafte sve se izmijenilo, gradio se sustav kao da će ti energetskei uvjeti biti vječni - velike tvornice, radna snaga koncentrirana u gradove, arhitektura koja iziskuje rasvjetu 24 sata dnevno, klimatiziranje i ventiliranje prostora tijekom cijele godine, grijanje ulica i trgova itd. Danas je došlo do svijesti ljudi da to treba mijenjati. Jedno od rješenja je u budućnosti iskorištavati i obnovljive izvore energije u što većoj mjeri. Zbog opravdanog straha da se ne ponove greške iz prošlosti ili da ne nastanu novi problemi pretjeranom uporabom obnovljivih izvora energije, intervencije u energetskei sektor su stvorile veliko zanimanje javnog mnijenja i očekuje se da će se buduće promjene događati pod njegovim velikim utjecajem. Prelazak s fosilnih goriva iznjedrit će i novu "post-normalnu" znanost određenu neodređenostima, brzim i velikim intervencijama s velikim udjelom javnog mnijenja [44]. U tom predstojećem razdoblju, svaka sredina ima svoje potencijale koje mora prepoznati i upoznati da bi ih mogla na pravi način koristiti. Jedan od načina je da se okrene u povijest i vidi kako su to stari radili na njihovim prostorima. Definiranje odgovarajućih tehnologija za transformiranje, korištenje i upravljanje energijom je specifično i prema tome u novom pristupu svaka država morat će raditi svoj program prilagođen svojim potrebama i resursima [41]. Međutim, danas je problem složeniji jer se djeluje u liberaliziranom energetskeom tržištu u kojem se isprepliće interes profita i zaštite okoliša. Tako još uvijek u EU postoje dva pristupa tom problemu "feed-in tariffs" i "green certificates" [45], pri čemu i sama obnovljiva energija ne može izbjeći dinamičku ocjenu životnog vijeka tehnologije u cilju tržišnog vrednovanja, kao što je slučaj i sa svakim drugim proizvodom koji se prodaje na tržištu [43]. Razvoj se ne može zaustaviti. Kako doći do što više energije i što manje emisija stakleničkih plinova? Može li se to postići racionalizacijama i uporabom novih izvora energije i novih tehnologija? Na ta pitanja se

pokušavaju naći odgovori u znanstvenim i stručnim studijima, programima i projektima. Uglavnom se strateški programi i projekti donose na nacionalnoj razini [9] [17] [18] [19] [20] [24]. Premda zbog specifičnosti pojedinih regija a s obzirom da se određeni izvori obnovljivih energija nalaze na njihovim područjima iziskuje se i regionalni pristup u obradi problema [33] [34] [27] [36]. Najviše se uradilo u štednji energije i njenoj racionalizaciji u područjima dosadašnjeg nedopustivog razbacivanja energijom, a to su programi energetske efikasnosti u građevinarstvu i urbanizaciji, kogeneracijska i hibridna energetska postrojenja. Donose se mjere energetske učinkovitosti u građevinarstvu [22]. Koncipiraju se nove energetske efikasne kuće [21]. Koriste se razne konstrukcije za što veću učinkovitost sunčeve energije koje eksterno zagrijavaju zrak koji se potom ubacuje u zagrijavani prostor [54]. Konstrukcijskim integriranjem fotonaponskih kolektora u objekt želi se postići što veća efikasnost [50]. Općenito zgrada, naročito krov, postaje i nosač kolektora kod korištenja sunčeve energije, o čemu će više biti govora kasnije. Pored definiranja kuće sa što boljim iskorištavanjem sunčeve energije, radi se i na izradi urbanističkih smjernica da trgovi i ulice mogu optimalno koristiti sunčevu energiju, te da zgrade međusobno ne smetaju u njezinom korištenju [51]. Splitsko-dalmatinska županija spada u sam vrh po količini energije koja se prima sunčevim zračenjem na teritoriju Republike Hrvatske stoga je značajno vidjeti koje razvijene tehnologije upotrijebiti za njegovo korištenje. Jedan od najintragantnijih načina korištenja sunčeve energije je proizvodnja električne energije iz sunčeve energije što jeftinije, odnosno konkurentnu električnoj energiji proizvedenoj iz konvencionalnih izvora [46]. S individualnih sunčevih sustava za pojedinačne objekte postupno se prelazi na sustave sunčevih toplana za čitava naselja i proizvodne pogone. Izrađen je jedan takav pilot-projekt sunčeve toplane Marstal [29]. U EU se već uveliko koristi sunčeva energija i izgrađen je čitav niz karakterističnih energetske objekata na bazi sunčeve energije [28]. Zbog nestalnog izvora sunčeve energije uvijek se razmišlja i o dopunskom obliku energije i mogućim racionalizacijama. Analizira se primjena sunčeve energije s briketiranim biogorivom [48], te primjena ukapljenog naftnog plina u apsorpcijskim rashladnim uređajima u kombinaciji sa sunčevim kolektorima na jadranskim otocima [23]. Uporaba sunčeve energije u kombinaciji s toplinskim pumpama s mogućnošću grijanja i hlađenja, već sada ima komercijalnu primjenu u Španjolskoj koju karakterizira količina sunčevog zračenje slična Splitsko-dalmatinskoj županiji [47]. Istraživanjima je osmišljeno hibridno postrojenje za fotonaponsku proizvodnju struje u kombinaciji s koncentradorima visokotemperature primjene sunčeve energije i električnim parogeneratorom [49]. Da bi se spriječilo rasipanje energije kod sustava za klimatiziranje koristi se hidrosolarni krov kao hladnjak za poboljšanje efikasnosti [52].

Razvijeni su krovni sunčevi kolektori fotonaponsko / termalni koji, u kombinaciji s toplinskom pumpom vezanom za temperaturu tla, omogućavaju toplinsku primjenu tijekom cijele godine [53]. Korištenje energije vjetra karakteristično je od davnina na europskim obalnim dijelovima Atlantskog oceana. Sustavi elektrana na vjetar su razvijeni u značajnoj mjeri. Razvijeni su sustavi za optimalizaciju rada i upravljanja farmama elektrana na vjetar [56], sustavi za optimalno računanje udjela vjetra u kombiniranom postrojenju za proizvodnju struje [55]. Primjena korištenja energije vjetra u EU je otišla toliko daleko da je došlo do reakcija njezinog osporavanja u Deklaraciji Vijeća, Europa Nostra, od 3. rujna 2004. o utjecaju proizvodnje energije iz vjetra na neurbana područja, u kojoj se, između ostalog, konstatira da bi trebalo uložiti veće napore u promicanju svih oblika obnovljive energije. Vijeće također smatra da su se mnoge zemlje, do sada u prevelikoj mjeri, usredotočile na energiju vjetra, bilo na obali bilo pred obalom. Ove zemlje daju značajne poticaje za razvoj proizvodnje energije iz vjetra, omekšavajući zakone o planiranju i ne izrađujući uravnoteženu procjenu njenih prednosti i nedostataka, uz posljedicu da velikim područjima prekrasnog krajobraza diljem Europe sada dominiraju skupine sve većih turbina na vjetar svaka predstavlja malu elektranu, i time ova područja efektivno postaju industrijalizirana uz posljedičnu ozbiljnu štetu za prirodnu baštinu [32]. Slično je kod nas s malim hidroelektranama kod kojih se odredi tehnički potencijal, a zatim se u realizaciji projekta suočava s nizom prostorno-planskih ograničenja, uvjetima korištenja vodnih resursa, kao i ograničenjima sa stanovišta zaštite prirode i okoliša te zaštite kulturne baštine [36]. Kod valoriziranja mogućnosti korištenja energije vjetra i malih hidroelektrana treba uzeti u obzir i navedeno. Stručne studije i rasprave bave se stanjem i perspektivom elektrana na vjetar u Hrvatskoj [25]. Premda je korištenje biomase jedan od najstarijih oblika korištenja energije u vidu ogrjevnog drva, danas ono poprima druge oblike korištenja. Izrađuju se studije i analize karakteristika motora koji koristi biogorivo u odnosu na fosilno gorivo kao i cijene proizvodnje [58]. Uspoređuje se dizel gorivo s biodizel gorivom proizvedenim iz uljane repice koji ga u potpunosti može supstituirati kao pogonsko gorivo u motorima s unutarnjim izgaranjem [59]. EU za svoje članice računa njihove resurse biomase koje uključuje u zajedničku energetska bilancu i obvezuje članice za primjenu donesenih odluka [57]. Isto traži i očekuje od budućih članica. Republika Hrvatska je već sada odredila cilj, kao i zemlje članice EU, da se važećom dinamikom i udjelima u potrošnji do 2020. g., tradicionalna goriva u prometu postupno moraju zamjenjivati s biogorivima. Hrvatskoj je od UNID-a 2002. godine odobren i financiran projekt "Promocija proizvodnje bio dizelskog goriva u Republici Hrvatskoj". Cilj projekta je priprema uvođenja biodizel goriva kao obnovljivog izvora



energije u prometni sektor sukladno s donesenim odlukama a u cilju smanjenja potrošnje uvoznih fosilnih goriva [26].

Temeljem iznesenog pregleda znanstvenih radova može se zaključiti da u lokalnim sredinama diljem svijeta postoje veliki potencijali koji određuju energetske sektor i neposrednu energetske potrošnju. Oni se očituju u smislu naslijeđene ukupne energetske kulture, načina proizvodnje i vrsti tradicionalnih proizvoda, općenito u kulturi rada, življenja i stanovanja. Te potencijale treba probuditi i, skrećući s naftnog kolosijeka ponovno, ih staviti u optimalnu funkciju podupirući ih novim znanstvenim i tehnološkim spoznajama. U tom smislu i Splitsko-dalmatinska županija ima svoje specifičnosti. Ogladaju se u tome što je izostankom razvoja ostala u ekološkom smislu sa sačuvanim čistim morem i kopnom koje je bogato šumama, dok je u društvenom smislu, u gospodarstvu i poljoprivredi zadržala tradicionalna obilježja [33] [34]. Zbog sačuvanosti i nezagađenost znatnih vodnih bogatstva, kopnenog obalnog i morskog ekosustava povećana je osjetljivost na moguća zagađenja okoliša i klimatske promjene. Navedena bogatstva su, gospodarski i turistički, razvojni potencijal uz restrukturiranu industriju početkom devedesetih. Istovremeno je bogata obnovljivim izvorima energije gdje sunčeva energija ima dominantnu ulogu. Uzimajući u obzir prethodno izneseno, temeljem prikazanih mjera, predloženom energetske politikom Republike Hrvatske, programima i iskustvima drugim i ograničavajućim okolnosti za njihovo provođenje, postavlja se hipoteza: **Splitsko-dalmatinska županija svojim potencijalom obnovljivih izvora energije, u kojem prednjači sunčeva energija, u stanju je osigurati nesmetani vlastiti gospodarski razvoj uz znatno smanjenje emisija CO<sub>2</sub>, te dodatno doprinijeti Republici Hrvatskoj u mjerama koje se provode na smanjenju emisija CO<sub>2</sub> u energetske sektoru.**

Hipoteza se zasniva na sljedećem: Za proizvodnju električne energije u Splitsko-dalmatinskoj županiji ne troše se fosilna goriva, a današnja proizvodnja u hidroelektranama je dvostruko veća od potreba Županije [35]. Postoji velika mogućnost proizvodnje toplinske energije korištenjem sunčeve energije u industrijskom i općem sektoru. Hibridna postrojenja na bazi korištenja energije sunca i vjetera omogućavaju rješenja rasvjete manjih objekata, signalizacije pomorskih, zračnih i cestovnih putova na udaljenijim i otočnim dijelovima Županije gdje ne postoji izgrađena infrastruktura. Postojeće tehnologije korištenja sunčeve energije putem sunčevih toplana i blok-kotlovnica pružaju široku mogućnost niskotemperaturne primjene. Povećanje standarda u kućanstvima i turističkom sektoru pokazivat će prijeku potrebu za

klimatiziranjem prostora, grijanjem bazena itd. Povećat će se staklenička proizvodnja u poljoprivredi i stočarstvu. Tehnologija primjene visokotemperaturnih sunčevih sustava do te mjere se razvila da bi već i sada, u ovim uvjetima nepostojanja državnih poticaja i subvencija, prilikom investiranja u pojedine proizvodne tehnološke pogone i pogone za proizvodnju i preradu hrane, trebalo voditi računa i o mogućnostima ovih sustava, budući da su već na granici ekonomičnosti [18] [19]. Kapaciteti sunčeve energije su praktički neograničeni, isključivo ovise o prostoru za fizički smještaj kolektora i ekonomičnosti primijenjene tehnologije. Svega 20 % poljoprivrednih površina Splitsko-dalmatinske županije je obrađeno. Značajni dio poljoprivrednih površina se ne obrađuje ili je pod pašnjacima. Plantažnim uzgojem na tim površinama postoji potencijal za osiguranje proizvodnje biogoriva iz vlastitih izvora i na taj način bi se poštovala odluka Republike Hrvatske da će do 2020. g imati 20 % biogoriva za potrošnju u sektoru prometa [41]. Prvim nacionalnim izvješćem Republike Hrvatske, urađenom po Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC) za 2001. godinu, prikazani su rezultati emisija za razdoblje od 1990. do 1995. g. [7]. Upravo je energetska sektor najveći uzročnik emisija CO<sub>2</sub>, pa se najveći učinak za smanjenje emisija stakleničkih plinova može i ostvariti u energetska sektoru.

U daljnjem tekstu izlaže se kratak opis rada radi potvrđivanja postavljene hipoteze. Prvo se pristupilo izradi bilance energetske potrošnje Splitsko-dalmatinske županije. Za izradu nije bilo dostupnih novijih podataka o energetska potrošnji Splitsko-dalmatinske županije. Najnovije podatke, koji su poslužili kao temeljni dokumenti, objavili su MZOPUG i EIHP [7] [35] [36] [37]. To su: Bilanca neposredne potrošnje energije Splitsko-dalmatinske županije za 1996. g., Bilanca neposredne potrošnje energije Republike Hrvatske za 1996. g., Ukupne emisije i ponori CO<sub>2</sub> po sektorima Republike Hrvatske u 1995. g. i Emisije CO<sub>2</sub> iz energetska sektora Republike Hrvatske za 2003. g. Da bi se navedeni podaci mogli upotrijebiti razrađene su određene metode. Na osnovu udjela u energetska potrošnji Splitsko-dalmatinske županije u potrošnji Republike Hrvatske za 1996. g. definiran je model za računanje potrošnje Splitsko-dalmatinske županije prema podacima o potrošnji Republike Hrvatske za određenu godinu. Pretpostavilo se da će se njihovi razvoji odvijati istim stopama, te da je gospodarstvo Splitsko-dalmatinske županije 1996. g. restrukturirano i da se, na novonastalim osnovama strukture potrošača i energetska potreba, dalje razvija. Tako se došlo do Bilance neposredne potrošnje energije Splitsko-dalmatinske županije za 2003. g. i modela za izradu referentnog i ublaženog scenarija energetska razvitka Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g.

Referentni scenarij energetskog razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. ili temeljni scenarij, rađen je istom metodom kojom se došlo do neposredne potrošnje energije Splitsko-dalmatinske županije 2003. g. podržanom podacima iz referentnog scenarija energetskog razvoja Republike Hrvatske do 2020. g. i planirane strukture korištenja obnovljivih izvora prema referentnom scenariju energetskog razvitka RH [9]. Referentni scenarij se temelji na pretpostavci usporenog uključivanja novih tehnologija u industriju, poljoprivredu i zaštitu okoliša. Općenito ima manje skrbi za institucijsku i organizacijsku reformu energetskog sektora, tj. evidentan je izostanak potpore energetskoj efikasnosti i primjeni obnovljivih izvora energije. Dobivena je planirana neposredna potrošnja energije Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g., njezina struktura neposredne potrošnje po oblicima energije i struktura potrošnje po potrošačima.

Za izradu ublaženog scenarija posebno se obradio potencijal obnovljivih izvora energije na području Splitsko-dalmatinske županije (sunčeve energije, energije vjetra, malih hidroelektrana, energije biomase) uz postojeći potencijal hidroelektrana [17] [18] [19] [20] [25] [32] [36]. Ublaženi scenarij energetskog razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g., temeljem postavljene hipoteze, sagledava mogućnost, u strukturi planirane potrošnje energije za gospodarski razvoj do 2020. godine, iskorištavanja maksimalnog potencijala obnovljivih izvora energije kojima Županija raspolaže. Bilo je značajno utvrditi koliko se od ukupne potrošnje klasičnih oblika energije može supstituirati sa sunčevom energijom i utvrditi koliki je potrebni iznos biogoriva za supstituciju u prometu, jer je Republika Hrvatska postavila za cilj da će do 2020. g. za potrošnju goriva u prometu koristiti 20 % biogoriva [26]. Analizirana je neposredna potrošnja energije po namjeni s procjenom supstitucijskih mogućnosti obnovljivih izvora energije. Analiza je rađena u dva koraka. U prvom koraku paralelno se izradila analiza supstitucijskih potencijala sunčeve energije i biogoriva u prometu. Drugi korak, nakon utvrđenog maksimalnog supstitucijskog potencijala sunčeve energije i biogoriva, sagledava zamjenjivost s ostalim obnovljivim izvorima energije kojima raspolaže Splitsko-dalmatinska županija (energijom vjetra, energijom malih hidroelektrana i preostalom energijom iz biomase). Dobio se ukupni tehnički ostvarivi potencijal obnovljivih izvora Splitsko-dalmatinske županije, a temeljem njega i ublaženi scenarij energetskog razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. S ukupnom neposrednom potrošnjom energije, strukturom i oblicima energije namijenjenih potrošnji te strukturom potrošača koja je ista za oba scenarija. Koristeći IPCC metodologiju za oba scenarija izračunate su emisije CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora [7] [39] [40]. Obradeni su i financijski efekti smanjenja emisija u

energetskom sektoru. Napravilo se investicijsko vrednovanje ublaženog scenarija u odnosu na referentni scenarij za ostvarenje energetskog razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. [16] [27] [29] [41] [42]. Ukupne emisije stakleničkih plinova izračunate su proporcionalnom metodom prema objavljenim izračunatim emisijama za Republiku Hrvatsku [7]. U daljnjim poglavljima prikazana je detaljna metodologija rada. Dobiveni rezultati prikazani su u zasebnom poglavlju. Komentar dobivenih rezultata, s obzirom na postavljenu hipotezu, dat je u zaključku.



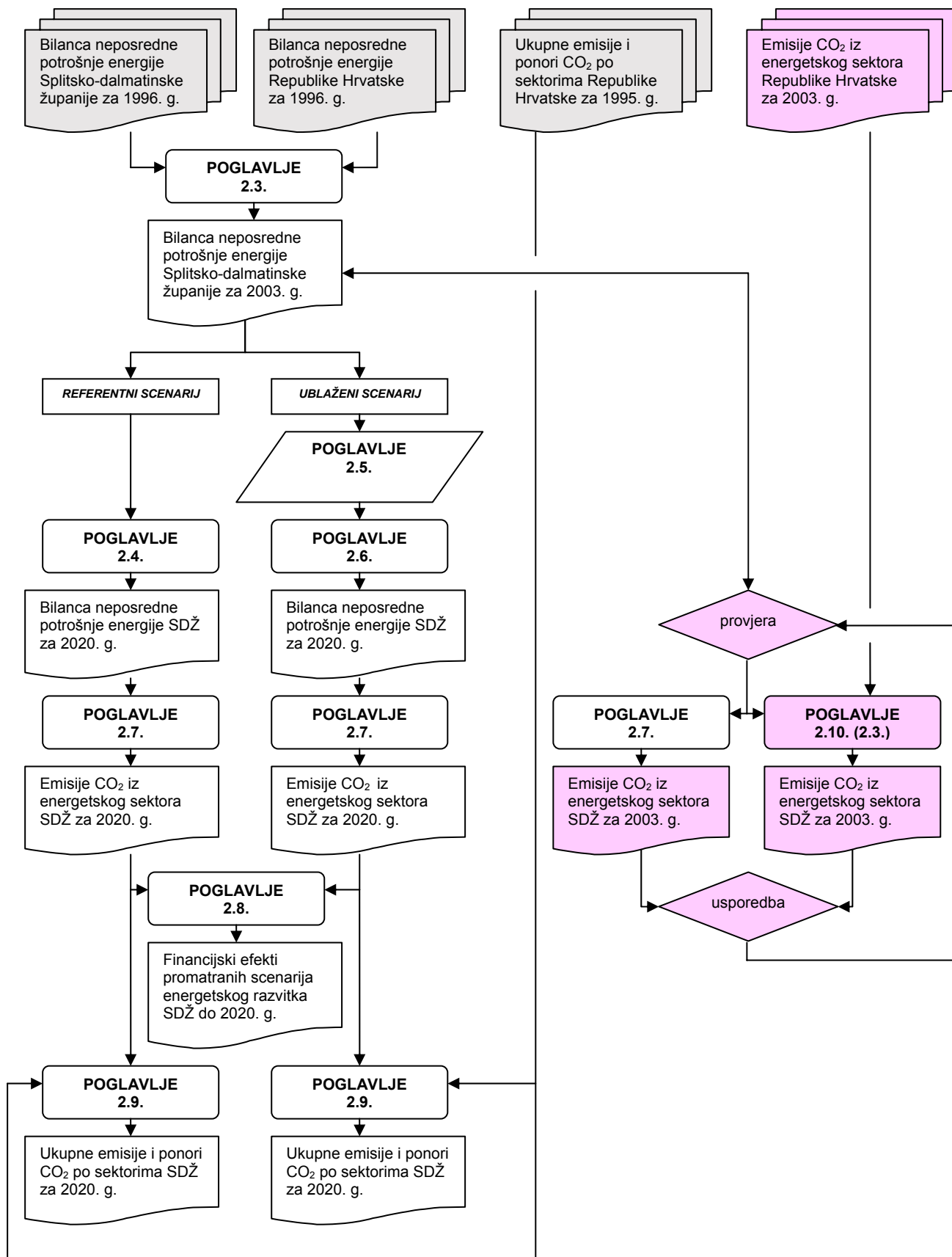
## 2. METODOLOGIJA RADA

### 2.1. UVOD U METODOLOGIJU

U uvodu je napisano da nema novijih dostupnih podataka o energetske potrošnji Splitsko-dalmatinske županije. Trebalo je pronaći metodu kojom bi se došlo do kvalitetnih podataka temeljem kojih bi se mogle raditi analize i proračuni emisija stakleničkih plinova Splitsko-dalmatinske županije. U ovom poglavlju opisana je ukupna metodologija rada. Prikazani su izračuni, način unošenja ulaznih podataka, matrice i matematički modeli računanja, dok su rezultati prikazani u posebnom poglavlju. Način rada shematski je prikazan (slika 1). Navedeni su temeljni dokumenti čiji su podaci bili dostupni (i na raspolaganju) za izradu radnje [7] [35] [36] [37]. Oni su polazni izvor podataka na temelju kojih se zasniva izrada radnje. Nadalje, iz sheme se vidi što služi za ulazni podatak određenom poglavlju i koji se rezultat obradom dobiva. Prilikom rada u svakom poglavlju je opisan proces kojim se, određenom metodom, obradilo podatke i način na koji se dobio izlazni dokument. U daljnjem tekstu uvodnog dijela daje se kratak opis i pregled po naslovima, redom kako su postavljeni u poglavlju koje se odnosi na metodologiju rada.

*2.2. Obilježja Splitsko-dalmatinske županije* - Prije same metodološke razrade prikazana su osnovna geografsko-socijalna obilježja Splitsko-dalmatinske županije s podacima o naseljenosti, zaposlenosti, navikama u potrošnji energije, o raspoloživim obnovljivim izvorima energije, općenito o svemu što utječe na neposrednu potrošnju energije, odnosno na energetske bilancu.

*2.3. Energetska bilanca SDŽ prema udjelima u RH* – Na osnovu dokumenata o udjelu energetske potrošnje Splitsko-dalmatinske županije u potrošnji Republike Hrvatske za 1996. g. modelira se proces računanja potrošnje Splitsko-dalmatinske županije prema podacima o potrošnji Republike Hrvatske za određenu godinu. Pri tome se pretpostavlja da će se njihovi razvoji odvijati istim stopama, te da je gospodarstvo Splitsko-dalmatinske županije 1996. godine restrukturirano i na novonastalim osnovama strukture potrošača i energetske potreba dalje će se razvijati. Dobiveni dokument je današnje stanje, odnosno Bilanca neposredne potrošnje energije Splitsko-dalmatinske županije 2003. g. On je ujedno polazište za izradu dvaju scenarija energetske razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g., referentnog i ublaženog.



Slika 1. Shematski opis metodologije rada

2.4. *Referentni scenarij* – Na osnovu dokumenata o energetskej potrošnji za 1996, 2003, 2010. i 2020. g. iznesenim u referentnom scenariju energetskog razvoja Republike Hrvatske do 2020. g., kao i podataka o korištenju obnovljive energije po tom scenariju, modelira se proces energetskog razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. a prema metodi prikazanoj u poglavlju 2.3. Rezultat provedenog postupka je referentni scenarij neposredne energetske potrošnje Splitsko-dalmatinske županije 2020. g.

2.5. *Potencijal obnovljivih izvora energije* – U ovom poglavlju prikupljeni su i obrađeni podaci o potencijalu obnovljivih izvora energije Splitsko-dalmatinske županije, koji se odnose na sunčevu energiju, energiju vjetra, malih hidroelektrana i biomase.

2.6. *Ublaženi scenarij* – Ukupna neposredna potrošnja energije dobivena referentnim scenarijem Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. analizira se s aspekta vrsta potrošača, količina i oblika potrošnje energije. Cilj je analize utvrditi mogućnost zamjene oblika energije s obnovljivom energijom temeljem podataka o ukupnom potencijalu obnovljivih izvora energije Splitsko-dalmatinske županije. Postupak analize se provodi u dva koraka. U prvom koraku analizira se mogućnost zamjene postojećih oblika energije sa sunčevom energijom i biogorivom u prometu. U drugom koraku analiziraju se preostali oblici obnovljivih izvora energije Splitsko-dalmatinske županije. Rezultat je Bilanca neposredne potrošnje energije Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. prema ublaženom scenariju.

2.7. *IPCC Metodologija* – Obrađen je način primjene IPCC metodologije za računanje emisija CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora. Ovom metodologijom izračunate su emisije CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora 2020. g. za referentni scenarij i ublaženi scenarij.

2.8. *Financijski efekti smanjenja emisija CO<sub>2</sub>* – U poglavlju je razrađena metodologija usporedbe financijskih podataka primjene referentnog scenarija u odnosu na ublaženi scenarij. Postupak je sljedeći: Izračuna se specifični investicijski trošak za smanjenje emisija CO<sub>2</sub> supstitucijom postojećeg goriva s gorivom koje ne emitira CO<sub>2</sub>  $C_{spec}^{kn}/t_{CO_2}$ . Izračun specifičnog investicijskog troška je napravljen za sve obnovljive izvore energije koji definiraju ublaženi scenarij energetskog razvoja Splitsko-dalmatinske županije. Rezultat je dokument o većem investiranju u energetske sektor u odnosu na referentni scenarij do 2020. g. radi smanjenja emisija CO<sub>2</sub> koje ublaženi scenarij pruža.

2.9. *Ukupne emisije stakleničkih plinova* – Razrađena je metoda za izračunavanje ukupnih emisija stakleničkih plinova svih šest sektora, temeljem IPCC metodologije izračunatih



podataka o emisijama CO<sub>2</sub> u energetsom sektoru. U Prvom nacionalnom izvješću Republike Hrvatske, prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime [7], izračunate su ukupne emisije i ponori stakleničkih plinova prema IPCC metodologiji za 1995. g. Iz rezultata je vidljivo da 73 % emisija proizvodi energetska sektor, u samom energetsom sektoru 92 % emisija odnosi se na emisije CO<sub>2</sub>. Znači, 68 % ukupnih emisija proizvode emisije CO<sub>2</sub> iz energetska sektora. Veličina udjela govori o važnosti izračuna emisija CO<sub>2</sub> iz energetska sektora. Dokument o emisijama CO<sub>2</sub> iz energetska sektora ulazni je podatak u ovoj metodologiji. Zato se u prethodnom dijelu rada usredotočilo na podatke za izradu energetska bilance Splitsko-dalmatinska županija. Tablica s ukupnim emisijama i ponorima CO<sub>2</sub> po sektorima Republike Hrvatska iz izvješća prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime [7], ovdje razrađenim postupkom, prerađena je u proporcionalnu matričnu tablicu pomoću koje se, unosom podatka o emisijama CO<sub>2</sub> iz energetska sektora, računaju ukupne emisije stakleničkih plinova.

*2.10. Provjera ulaznih podataka* - Cilj je u ovom poglavlju provjeriti Bilancu neposredne potrošnje energija Splitsko-dalmatinska županija za 2003. g., odnosno podatke dobivene metodom obrađenom u poglavlju 2.3. To je urađeno indirektno na način prikazan petljom (slika 1). Kao što se vidi u dijagramu na slici, smjer provjere ide sljedećim tijekom: Iz podataka o emisiji CO<sub>2</sub> energetska sektora Republike Hrvatska za 2003. g., koristeći proporcionalnu metodu prema udjelima (definiranu u poglavlju 2.3), u ovom poglavlju su izračunate emisije CO<sub>2</sub> iz energetska sektora Splitsko-dalmatinska županija za 2003. g. Paralelno s tim urađeno je sljedeće: Na raspolaganju su izračunate emisije CO<sub>2</sub> IPCC metodologijom iz energetska sektora Splitsko-dalmatinska županija za 2003. g. (poglavlje 2.7) a prema ulaznim podacima o neposrednoj potrošnji energija Splitsko-dalmatinska županija za 2003. g. dobivenim metodom u poglavlju 2.3. Na oba upotrijebljena načina dobivene su emisije CO<sub>2</sub> iz energetska sektora Splitsko-dalmatinska županija za 2003. g. Postignut je cilj usporedbe podataka iz različitih izvora, a dobiveni rezultati odstupaju za 5 %.

## **2.2. OBILJEŽJA SPLITSKO-DALMATINSKE ŽUPANIJE**

### **2.2.1. Opća obilježja Splitsko-dalmatinska županija**

*Prostorne i klimatska značajke:* Splitsko-dalmatinska županija jedna je od najvećih županija u Hrvatskoj. Svojem položajem na središnjem dijelu hrvatska Jadrana (slika 2) ima veliki

utjecaj na razvoj susjednih područja. Ona nema nekih značajnijih rudnih nalazišta na kojima bi se moglo razviti jače industrijsko gospodarstvo. To je bio jedan od razloga velikih povijesnih migracija, drastičnog smanjenja broja stanovnika čija je egzistencija bila bazirana na poljoprivredi, odnosno migriranja u gradove, što je dovelo do narušavanja prirodnih struktura sela i grada.



**Slika 2. Splitsko-dalmatinska županija u okviru Republike Hrvatske**

Područje Županije prostire se na površini oko 14.000 km<sup>2</sup>, od toga na površinu mora otpada oko 9.740 km<sup>2</sup>, a kopna 4.536 km<sup>2</sup>. Posebno su zanimljiva tri područja koja se međusobno razlikuju u geografskom, razvojnom i ambijentalnom smislu. Ta područja su zaobalje, priobalje i otoci. Zaobalje čini Trogirska zagora, zakozačje, zamosorski i zabiokovski kraj, Cetinska i Imotska krajina sa središnjim i jugoistočnim dijelom Svilajskog masiva, te južne padine Dinare i Kamešnice od Vještic gore do Aržana. Ono ima površinu oko 2.472 km<sup>2</sup> na kojoj živi 120.272 stanovnika prema popisu iz 2001. g. Ovaj teritorij je organiziran u 17 općina i gradskih uprava. Priobalni pojas ide od Gradca na jugoistočnoj strani do uvale Sićenica na zapadnoj strani. Njegova površina je oko 1.256 km<sup>2</sup> i tu živi 308.477 stanovnika. U ovom pojasu ima 15 gradskih i općinskih uprava. Otočni pojas obuhvaća otoke Šoltu, Brač, Veli i Mali Drvenik, Hvar, Vis i ostale manje otoke ukupne kopnene površine 808 km<sup>2</sup> sa 34.927 stanovnika. Teren je pretežno krševitog i vapnenačkog sastava, tako da se Županija svrstava u bezvodna područja. Nadzemni vodeni tokovi vezani su uz rijeku Cetinu i Jadro. Najveća kraška polja su Cetinsko-paško, Hrvatačko, Sinjsko, Mučko-postinjsko, Konjsko,

Dugopolje, Dalmansko, Imotsko, Rastok i Vrgorsko jezero. Planinski lanci se pružaju paralelno s obalom tako da otežavaju povezivanje ovog područja s kontinentalnim prostorom. Splitsko-dalmatinska županija se nalazi u klimatskoj zoni mediteranskog tipa. Osnovna obilježja ove klime su suha i vruća ljeta te blage i vlažne zime. Jadransko more, kao prirodni rezervoar relativno tople vode, čija je temperatura od 10<sup>0</sup> C do 26<sup>0</sup> C, ima najveći utjecaj na klimatske karakteristike na širem području. Ekstremne negativne temperature kreću se u zagori do -24<sup>0</sup> C, a u primorju do -6,5<sup>0</sup> C. Prevladavajući vjetrovi su bura i jugo čija je godišnja učestalost 35 do 55 %.

*Pučanstvo Splitsko-dalmatinske županije:* Tijekom 2001. g. obavljen je popis stanovništva Republike Hrvatske. Ukupan broj stanovnika Splitsko-dalmatinske županije je u razdoblju 1991-2001. opao sa 474.019 na 463.676, u odnosu prema površini županije od 4.523,64 km<sup>2</sup> indeks ukupne gustoće je 102,50, odnosno pad ukupne gustoće je za 0,97 indeksna poena. Na prostoru Splitsko-dalmatinske županije od 4.501 km<sup>2</sup> (oko 8 % površine Republike Hrvatske) živi 463.676 stanovnika, što čini 10,68 % stanovništva Republike Hrvatske, od kojih je oko 18 % zaposleno. Prema tom popisu stanovništva, radni kontingent iznosio je ukupno 296.386 osoba, odnosno 63,9 % ukupnog stanovništva, a što je na razini prosjeka Hrvatske. Stanovništvo je raspoređeno po sljedećem obrascu:

**Tablica 1. Stanovništvo SDŽ prema popisu 2001. g.**

	uk. br. stanovnika	gustoća naseljenosti (st./km <sup>2</sup> )	prosjeak starosti (g.)
<b>Otoci</b>	34.927	39,65	41,9
<b>Priobalje</b>	308.477	245,60	37,7
<b>Zaobalje</b>	120.272	48,65	37,9
<b>UKUPNO</b>	463.676	102,50	37,8

*Gospodarstvo Splitsko-dalmatinske županije:* U Splitsko-dalmatinskoj županiji najveći značaj imaju tri industrijske djelatnosti: brodogradnja, proizvodnja cementa i opskrba električnom energijom, plinom i vodom. Turizam Splitsko-dalmatinske županije tijekom dvanaest mjeseci 2004. godine ostvario je 1.363.579 posjetitelja. Turisti su ostvarili 7.003.008 noćenja od čega su domaći turisti ostvarili 10,3 %, a inozemni turisti 89,6 %. To je ostvareno u 146.856 smještajnih kapaciteta. Najviše hotelskih kapaciteta 80 % i privatnih smještajnih kapaciteta 70 %, koncentrirano je na području Makarske rivijere, na otoku Hvaru i na otoku Braču. Poljoprivredne površine u Županiji iznose 276.182 ha, a oranice, voćnjaci, vinogradi i livade zauzimaju 55.777 ha, što je 9,4 % ukupnih poljoprivrednih površina Republike Hrvatske. Nažalost, struktura korištenja poljoprivrednih površina je takva da obradive površine, u

ukupnim poljoprivrednim površinama, čine svega 20,8 %, što značajno odstupa od odnosa ukupnih poljoprivrednih površina i obradivih poljoprivrednih površina na razini države, gdje je taj odnos 61,6 %. Ovo znači da je veliki dio poljoprivrednih površina pod pašnjacima ili, što je još gore, veliki dio poljoprivrednih površina koje su se nekada obrađivale (npr. terase po našim otocima i priobalju) godinama se pretvorio u neobrađive površine. Pomorski i zračni promet Splitsko-dalmatinske županije, u skladu je s gospodarskim aktivnostima, a rezultira stalnim porastom prometa brodova, zrakoplova, putnika i tereta.

### 2.2.2. Energetska bilanca Splitsko-dalmatinske županije

*Ukupna potrošnja energije:* Postoji snimka ukupne energetske potrošnje Splitsko-dalmatinske županije za 1996. g. prikazana u studiji o energetsom razvitku Županije [35]. Ti su podaci u daljnjem tekstu prikazani i prokomentirani. Na području Splitsko-dalmatinske županije ukupna energetska potrošnja može se odrediti kao zbroj gubitaka energije za energetske transformacije, potrošnje energije za pogon, gubitaka u transportu i distribuciji i ukupne energija potrebne za neposrednu potrošnju. Na području Splitsko-dalmatinske županije ukupna proizvodnja električne energije se zasniva na obnovljivim izvorima energije, iz hidroelektrana. Pri tome je ukupna proizvodnje električne energije 10.480,7 TJ. Iznos od 4.566,8 TJ proizvedene električne energije pokriva sve gubitke i ukupnu potrošnju električne energije Splitsko-dalmatinske županije, dok se preostali iznos od 5.913,9 TJ potroši u drugim dijelovima Republike Hrvatske.

*Gubici energetske transformacije:* Na području Splitsko-dalmatinske županije postoje dvije grupe postrojenja za energetske transformacije. Dvije javne kotlovnice u gradu Splitu (kotlovnica Blatine i kotlovnica Spinut) i pet hidroelektrana (HE Zakučac, HE Kraljevac, HE Đale, HE Orlovac i HE Peruča). Prema prikazanim podacima za energetske transformacije u 1996. g. kotlovnice koriste 72,3 TJ srednje lakog loživog ulja za proizvodnju 61,5 TJ pare i vrele vode. Gubitak za energetske transformacije u kotlovnicama na području Županije je 10,8 TJ (15 %). Hidroelektrane koriste 28.620,1 TJ vodnih snaga za proizvodnju 10.480,7 TJ električne energije. Gubitak za energetske transformacije u hidroelektranama na području Županije iznosi 18.139,4 TJ (63 %). U prikazanom izvoru [35] koristi se podatak koji se uobičajio u hrvatskim energetske bilancama po kojem je efikasnost hidroelektrana 37 %, jednaka prosječnoj efikasnosti termoelektrana, što nije točno [59]. Uobičajeno se u svijetu koristi podatak efikasnosti od 100 %, pa će se ta efikasnost za vodne snage dalje upotrebljavati.

*Potrošnja energije za pogon:* Da bi se odredila ukupna potrošnja energije na području Splitsko-dalmatinske županije u obzir treba uzeti i potrošnju energije za pogon u energetskim postrojenjima. Drugim riječima, onu energiju koja se koristi kao vlastita potrošnja u postrojenjima koja proizvode bilo transformiranu bilo primarnu energiju. Na području Splitsko-dalmatinske županije potrošnja energije za pogon energetskih postrojenja ostvaruje se u hidroelektranama 37,7 (TJ) i elektroprivredi 2,2 (TJ) i to isključivo u vidu električne energije.

*Gubici u transportu i distribuciji:* U transportu i distribuciji nekih oblika energije dolazi do gubitaka. Na području Splitsko-dalmatinske županije gubici su ostvareni samo u prijenosu i distribuciji električne energije. Oni su u 1996. godini iznosili 188.864 MWh ili 679,9 TJ.

*Ukupna energija za neposrednu potrošnju:* Analizom navedenog izvora, a po odbitku svih gubitaka, ukupno se preda neposrednoj potrošnji 17.121,7 TJ energije. Od toga se u Županiji proizvodi 1.547,3 TJ u vidu ogrjevnog drva i 3.847,0 TJ u vidu električne energije. Ako se tome pridoda 5.913,9 TJ izvezene električne energije, onda se može kazati da se od ukupno potrošene energije u Županiji proizvede 66 %. Kada se promatraju oblici energije u neposrednoj potrošnji s najvećim udjelom od 66,2 % sudjeluju tekuća goriva. Nakon njih slijedi električna energija sa 22,5 %, ogrjevno drvo sa 9,0 %, te ugljen sa 1,9 %. Udio pare i vrele vode vrlo je mali i iznosi 0,4 %. Promatrano po sektorima udio industrijske potrošnje iznosi 4.032 TJ (23,6 %). Udio potrošnje u prometu iznosi 6.836,7 TJ (39,9 %), dok udio energije za opću potrošnju iznosi 6.253,1 TJ (36,5 %).

## **2.3. ENERGETSKA BILANCA SDŽ PREMA UDJELIMA U RH**

### **2.3.1. Energetski razvoj Splitsko-dalmatinske županije 1996 - 2003. g.**

Prethodno opisana i prokomentirana energetska potrošnja Splitsko-dalmatinske županije za 1996. godinu jedina je do sada izrađena snimka godišnje energetske bilance. Osim tih, drugih podataka o neposrednoj energetske potrošnji Splitsko-dalmatinske županije nema. Izvješća o radu INE i HEP-a daju podatke uglavnom financijske prirode pa nisu mogli biti korištena u ovom radu za ažuriranje neposredne energetske potrošnje. Da bi se došlo do današnjih podataka o energetske potrošnji Splitsko-dalmatinske županije, trebalo je definirati određenu metodu izračunavanja iz raspoloživih podataka i pokazatelja. Za to je poslužila strategija

energetskog razvoja Republike Hrvatske. Ona predviđa za prvih petnaestak godina značajno različitu stopu porasta domaćeg proizvoda po razdobljima. Razdoblje od 2001. do 2004. g. trebalo je poslužiti za uspostavljanje zdravih ekonomskih temelja za dugoročno održiv gospodarski razvoj. Razdoblje 2005 - 2010. g. treba kapitalizirati stvorene zdrave ekonomske temelje iz prethodnog razdoblja. U sljedećoj razvojnoj fazi, od 2011. do 2015. godine, predviđeno je značajno poboljšanje strukturnih značajki hrvatskog gospodarstva. Po fazama bi to značilo porast domaćeg proizvoda u prvom razdoblju za 5,2 % godišnje, u drugom 3,9 % godišnje te u trećem razdoblju 4,8 % godišnje. Nakon toga se očekuje prosječna godišnja stopa porasta domaćeg proizvoda oko 4 %. Za Hrvatsku bi to značilo povećanje domaćeg proizvoda do 2020. godine 2,6 puta u odnosu na ostvarenje iz 2000. godine. U strukturi se ne bi događale značajne promjene s obzirom da je već danas struktura domaćeg proizvoda Hrvatske vrlo slična onima razvijenih zemalja. To znači da bi se udio usluga sa 61 % povećao na 66 %, udio sekundarnog sektora bi ostao na oko 25 % dok bi primarni sektor smanjio svoj udio na oko 8 %. Ovakav razvoj domaćeg proizvoda je temeljna odrednica potrošnje korisne energije u referentnom scenariju Republike Hrvatske i Splitsko-dalmatinske županije.

**Tablica 2. Bilanca energetske potrošnje SDŽ 1996. g.**

Bilanca energetske potrošnje Splitsko-dalmatinske županije za 1996. g.	Ukupno ugljen	Ogjevno drvo	Plinsko gorivo	Motorni benzin	Mlazno gorivo	Dizeo gorivo	Ekstra teko loživo ulje	Loživo ulje	Ukupno tekuće gorivo	Električna energija	Para i vrela voda	UKUPNO
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
<b>NEPOSREDNA POTROŠNJA</b>	330,2	1547,3	577,1	3360,0	945,1	2741,0	1279,4	2433,1	10758,6	3847,0	61,5	17121,7
<b>INDUSTRIJA:</b>	290,4		45,6				291,4	2433,1	2724,5	971,5		4032,0
željeza i čelika	114,0		29,8				69,8	2,6	72,4	244,8		461,0
obojenih metala			14,7							5,0		19,7
stakla i nemetalnih minerala												0,0
kemijska	170,3		0,3				8,9	2,5	11,4	118,8		300,8
građevinskog materijal							116,1	2187,7	2303,8	366,5		2670,3
papira	61,0									1,3		62,3
prehrambena			0,9				71,5	84,4	155,9	47,2		204,0
ostala							25,0	155,9	180,9	188,0		368,9
<b>PROMET:</b>			44,8	3326,3	945,1	2520,5			6791,9			6836,7
željeznički						101,7			101,7			101,7
cestovni i pomorski			44,8	3326,3		2418,8			5745,1			5789,9
zračni					945,1				945,1			945,1
<b>OPĆA POTROŠNJA:</b>	39,8	1547,3	486,7	33,7		220,6	987,9		1242,2	2875,6	61,5	6253,1
kućanstva	36,0	1524,0	473,0				340,5		340,5	2188,0	57,5	4619,0
usluge	3,8	23,3	13,7				500,5		500,5	658,1	4,0	1203,4
poljoprivreda				8,0		111,0	81,2		200,2	7,4		207,6
graditeljstvo				25,7		109,6	65,7		201,0	22,1		223,1
<b>GUBICI PRIJENOSA I DISTRIBUCIJE</b>												679,9
<b>POTROŠNJA ZA POGON</b>												39,9
<b>GUBICI TRANSFORMACIJA</b>												72,3
<b>SVEUKUPNO</b>												17913,8

Tijekom razdoblja od 1998. do 2003. godine, bruto domaći proizvod ostvario je porast s prosječnom godišnjom stopom od 3 %, dok je ukupna potrošnja energije porasla prosječno za 2,3 % a bruto potrošnja električne energije za 3 %. Energetska intenzivnost, ukupna energija utrošena za ostvarenje jedne jedinice bruto domaćeg proizvoda je na jednakoj razini kao i u 1998. godini, dok je intenzivnost neto utrošene električne energije ostvarila povećanje s prosječnom godišnjom stopom od 0,3 %.

Metoda je osmišljena za procjenu današnje ukupne energetske potrošnje Splitsko-dalmatinske županije, odnosno za 2003. g., jer je to posljednja godina za koju postoje objavljeni statistički izvještaji o energetske potrošnji Republike Hrvatske pomoću kojih se može izvršiti procjena energetske potrošnje Splitsko-dalmatinske županije. Polazište proračuna postavljenom metodom je prema ranije napisanom 1996. g., jer za tu godinu postoje usporedivi podaci o energetske potrošnji Splitsko-dalmatinske županije i Republike Hrvatske. Ti podaci su prikazani u tablici 2. i tablici 3.

**Tablica 3. Bilanca energetske potrošnje RH 1996. g.**

Bilanca energetske potrošnje Republike Hrvatske za 1996. g.	Ukupno ugljen	Ogrijevno drvo	Plinsko gorivo	Motorni benzin	Mlazno gorivo	Dizel gorivo	Etetra lako loživo ulje	Loživo ulje	Ukupno tekuće gorivo	Električna energija	Para i vrela voda	UKUPNO
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
<b>NEPOSREDNA POTROŠNJA</b>	4462,2	13680,0	46168,0	27913,3	3974,0	28521,7	207674	10312,8	91489,2	37100,9	10913,0	203813,3
<b>INDUSTRIJA:</b>	3931,8		21229,3				2028,7	8978,4	11007,1	9239,4	3703,0	49110,6
željeza i čelika												3319,2
obojenih metala												431,2
stakla i nemetalnih minerala												3450,7
kemijska												10837,8
građevinskog materijal												11505,2
papira												2747,0
prehrambena												9989,7
ostala												7240,4
<b>PROMET:</b>			651,8	27195,4	3974,0	22901,1		631,0	54701,5	870,1		56223,4
željeznički												1857,9
cestovni i pomorski												50371,1
zračni												3994,4
<b>OPĆA POTROŠNJA:</b>	530	13680,0	24287,0	717,9		5620,6	18738,7	703,3	25780,5	26991,4	7210,0	98478,9
kućanstva												66977,0
usluge												19179,3
poljoprivreda												8388,2
graditeljstvo												3950,4
<b>GUBICI PRIJENOSA I DISTRIBUCIJE</b>												12400,0
<b>POTROŠNJA ZA POGON</b>												39700,0
<b>GUBICI TRANSFORMACIJA</b>												71900,0
<b>SVEUKUPNO</b>												<b>327813,3</b>

### 2.3.2. Opis postupka izračuna

Energetska bilanca Splitsko-dalmatinske županije za 1996. godinu (tablica 2), kao i podaci o energetskej potrošnji Republike Hrvatske za 1996. g. (tablica 3) prikazani su u tipskim tablicama konstruiranim za lakši unos podataka i izračun. Korištena je uobičajena metoda podjele i raščlambe potrošača, tj. ona koja se koriste na nivou Republike Hrvatske.

**Tablica 4. Matrica - energetska potrošnja SDŽ prema udjelima u RH**

Matrica računanja energetske potrošnje SDŽ prema udjelima u potrošnji RH	Ukupno ugljen	Ogrjevno drvo	Plinsko gorivo	Motorni benzin	Mlazno gorivo	Dizel gorivo	Ekstra lako loživo ulje	Loživo ulje	Ukupno tekuće gorivo	Električna energija	Para i vrela voda	UKUPNO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>NEPOSREDNA POTROŠNJA</b>	<b>0,0193</b>	<b>0,0904</b>	<b>0,0337</b>	<b>0,3123</b>	<b>0,0878</b>	<b>0,2548</b>	<b>0,1189</b>	<b>0,2262</b>	<b>0,6284</b>	<b>0,2247</b>	<b>0,0036</b>	<b>0,0840</b>
<b>INDUSTRIJA:</b>	<b>0,0720</b>		<b>0,0113</b>				0,1070	0,8930	<b>0,6757</b>	<b>0,2409</b>		<b>0,0821</b>
željeza i čelika	0,3926		0,0646				0,9641	0,0359	0,1570	0,5310		0,1143
obojenih metala			0,7462							0,2538		0,0094
stakla i nemetalnih minerala												0,0000
kemijska	0,5662		0,0010				0,7807	0,2193	0,0379	0,3949		0,0746
građevinskog materijal							0,0504	0,9496	0,8627	0,1373		0,6623
papira	0,9791									0,0209		0,0156
prehrambena			0,0044				0,4586	0,5414	0,7642	0,2314		0,0506
ostala							0,1382	0,8618	0,4904	0,5096		0,0915
<b>PROMET:</b>			0,0066	0,4897	0,1392	0,3711			0,9934			<b>0,1216</b>
željeznički						1,0000			1,0000			0,0149
cestovni i pomorski			0,0077	0,5790		0,4210			0,9923			0,8469
zračni					1,0000				1,0000			0,1382
<b>OPĆA POTROŠNJA:</b>	<b>0,0064</b>	<b>0,2474</b>	<b>0,0778</b>	<b>0,0271</b>		<b>0,1776</b>	<b>0,7953</b>		<b>0,1987</b>	<b>0,4599</b>	<b>0,0098</b>	<b>0,0635</b>
kućanstva	0,0078	0,3299	0,1024				1,0000		0,0737	0,4737	0,0124	0,7387
usluge	0,0032	0,0194	0,0114				1,0000		0,4159	0,5469	0,0033	0,1924
poljoprivreda				0,0400		0,5544	0,4056		0,9644	0,0356		0,0332
građiteljstvo				0,1279		0,5453	0,3269		0,9009	0,0991		0,0357
<b>GUBICI PRIJENOSA I DISTRIBUCIJE</b>												<b>0,0548</b>
<b>POTROŠNJA ZA POGON</b>												<b>0,0010</b>
<b>GUBICI TRANSFORMACIJA</b>												<b>0,0010</b>
<b>SVEUKUPNO</b>												<b>0,0546</b>

Neposredni potrošači energije dijele se u tri skupine: industriju, promet i opću potrošnju. Potrošnja energije u industriji analizira se kao potrošnja u industriji željeza i čelika, industriji obojenih metala, industriji stakla, kemijskoj industriji, industriji građevinskog materijala, industriji papira, prehrambenoj industriji i ostaloj industriji. Energija utrošena u prometu prati se kroz željeznički, cestovni, zračni, pomorski i riječni, javni gradski i cjevovodni transport, a potrošnja energije u općoj potrošnji dijeli se na potrošnju u kućanstvima, uslužnom sektoru, poljoprivredi i građevinarstvu. Metoda za izračunavanje se zasniva na dvjema pretpostavkama.



- Prva je pretpostavka da je razvoj Splitsko-dalmatinske županije od 1996. g. do danas rastao po istoj stopi kao i u Republici Hrvatskoj, pa su zadržani isti udjeli u energetske potrošnji kao i 1996. godine.
- Druga je pretpostavka da su podaci o energetske potrošnji Splitsko-dalmatinske županije iz 1996. godine relevantni za strukturnu procjenu energetske potrošnje po vrstama potrošača i upotrebljavanim oblicima energije danas, kao i za budući referentni scenarij. Zbog nastalih društvenih promjena u Splitsko-dalmatinskoj županiji 1996. godine gospodarstvo je dobrim dijelom restrukturirano i na tim odnosima se dalje razvija.

Tablice su tipske s podacima priređenim za lakše uspoređivanje i izračunavanje. Prikazani su izračunati udjeli Splitsko-dalmatinske županije u neposrednoj potrošnji energije u Republici Hrvatskoj (tablica 4), prema podacima za koje je pretpostavljeno da će ostati konstantni prema iznijetom (tablice 2. i 3).

Ovako formirana tablica 4. predstavlja matricu pomoću koje će se programiranim tabličnim kalkulatorom računati procjena potrošnje Splitsko-dalmatinske županije a temeljem podataka potrošnje Republike Hrvatske za promatranu godinu. Do podataka u tablici 4. došlo se na sljedeći način: U polje na adresi (stupac (12 ukupno) redak (neposredna potrošnja)) tablice 4. upisan je kvocijent, podataka na istoj adresi iz tablice 3. i tablice 2. Isti računski postupci su urađeni na adresi  $((12 \text{ ukupno})/(\text{industrija}))$ ,  $((12 \text{ ukupno})/(\text{promet}))$ ,  $((12 \text{ ukupno})/(\text{opća potrošnja}))$ ,  $((12 \text{ ukupno})/(\text{gubici transporta i distribucije}))$ ,  $(12 \text{ ukupno})/(\text{potrošnja za pogon})$ ,  $(12 \text{ ukupno})/(\text{gubici transformacije})$ ,  $((12 \text{ ukupno})/(\text{sveukupno}))$ . Ovom metodom dobiveni su udjeli Splitsko-dalmatinske županije u energetske potrošnji Republike Hrvatske po skupinama potrošača; označeni su masnom plavom bojom u tablici 4.

Za daljnje određivanje udjela po oblicima energije u matričnoj tablici 4, koristio se sljedeći postupak: Podaci o ukupnoj energiji predanoj potrošnji za Splitsko-dalmatinsku županiju iz tablice 2. u polju na adresi  $((12 \text{ ukupno})/(\text{neposredna potrošnja}))$  sadrže ukupni iznos neposredne potrošnje energije, a u preostatku retka taj iznos je raspoređen po iznosima pojedinih oblika energije koji ga sačinjavaju. Prema tim apsolutnim iznosima oblika energije u neposrednoj potrošnji iz tablice 2. izračunati su udjeli i upisani u tablicu 4; označeni su smeđom bojom.

Istim postupkom, prema apsolutnim iznosima iz tablice 2, u tablici 4. su izračunati udjeli ukupne potrošnje u industriji, prometu i općoj potrošnji, i to prema oblicima energije i

vrstama potrošača. Udjeli su također označeni smeđom bojom i zapisani su u recima industrija, promet i opća potrošnja te u stupcu 12.

Polja unutar sektora skupova potrošača: industrija, promet i opća potrošnja, prema apsolutnim iznosima oblika energije i vrsta potrošača upisani su u tablici 2. U tablici 4. upisani su udjeli tih iznosa i označeni su brojevima zelene boje.

Udjeli vrsta tekućih goriva u tablici 4. računati su prema apsolutnim iznosima iz tablice 2. a u odnosu na rubriku ukupno tekuća goriva i označeni su normalnim brojevima (bez podebljanja) plave boje.

Dobivena matrica u tablici 4. temeljna je podloga opisane metode za računanje energetske potrošnje Splitsko-dalmatinske županije prema podacima o energetske potrošnji Republike Hrvatske za promatranu godinu. Napravljeni program za računanje pomoću tabličnog kalkulatora u excelu radi na način da se podaci o bilanci energetske potrošnje određene godine za Republiku Hrvatsku unesu u tipsku tablicu (npr. za 1996. g. tablica 3). Podatke iz tablice 3. program množi s podacima iz tablice 4. Dobiveni rezultat je tablica s podacima o bilanci energetske potrošnje Splitsko-dalmatinske županije za tu godinu (tablica 2).

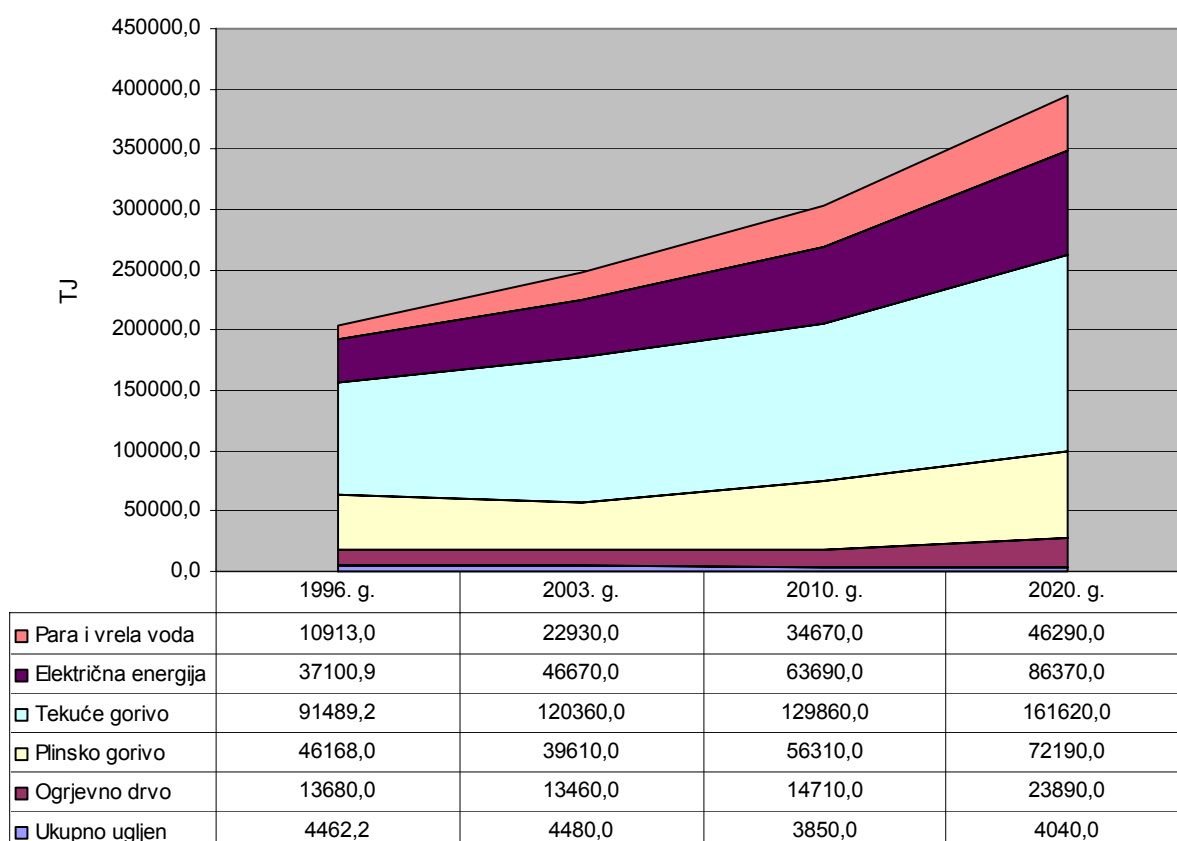
Komentirajući dobivene udjele u tablici 4. zaključuje se da je udio Županije u neposrednoj potrošnji u prosjeku 8 % neposredne potrošnje energije Republike Hrvatske. Od toga je udio industrijske potrošnje 8 %, prometa 12 %, opće potrošnje 6 %. Udio u gubicima uslijed prijenosa i distribucije iznosi 5 % gubitaka Republike Hrvatske. Udio Splitsko-dalmatinske županije u potrošnji energije za pogon je 0 %. Razlog zašto Splitsko-dalmatinska županija ima zanemariv udio u gubicima uslijed transformacije energije leži u tome što se minimalno koristi para i vrela voda proizvedena u javnim kotlovnica, a transformiranjem vodenih snaga u električnu energiju nema gubitaka transformacije pa su gubici transformacije 0 %. Udio u ukupnoj energetske potrošnji Splitsko-dalmatinske županije iznosi 5 % u odnosu na Republiku Hrvatsku.

Opisanom metodom je izračunata današnja bilanca Splitsko-dalmatinske županije prema podacima o energetske potrošnji Republike Hrvatske, objavljenim u godišnjem energetskom pregledu Energija u Hrvatskoj za 2003. g. Ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva. Dobiveni rezultati su prikazani u poglavlju 3.1. Energetske bilance za 2003. g., Splitsko-dalmatinska županija.

## 2.4. REFERENTNI SCENARIJ

### 2.4.1. Referentni scenarij energetskeg razvoja Republike Hrvatske do 2020. g.

Strukturne karakteristike razvoja energetskeg sektora posljedica su velikog broja utjecajnih čimbenika od kojih su najznačajniji: gospodarski razvoj, reforma energetskeg sektora i mjere državne politike, razvoj međunarodnog tržišta energije i međunarodni utjecaj, razvoj tehnologije i globalna ograničenja i zaštita okoliša. Svaki od čimbenika ima svoju dimenziju i utjecaj, a kao posljedica je različita potrošnja energije i različita struktura proizvodnje energije. Njihova osnova je scenarij gospodarskeg razvoja, a u našim razmatranjima uzeta je u obzir ista stopa gospodarskeg razvoja za Republiku Hrvatsku i Splitsko-dalmatinsku županiju.

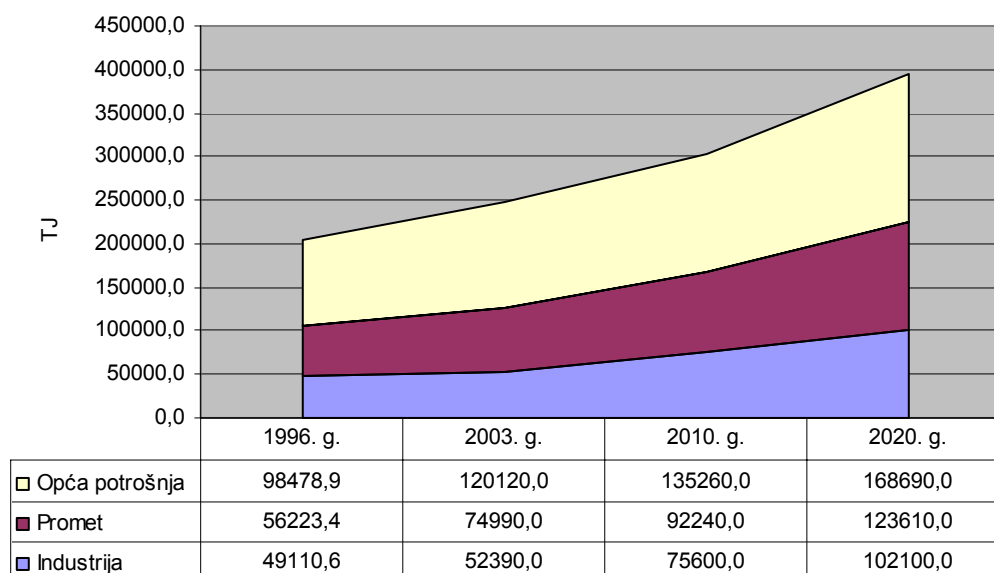


**Slika 3. Referentni scenarij - neposredna potrošnja energije RH do 2020. g., oblici energije**

Osnovne značajke referentnog scenarija temelje se na pretpostavljenim načelima usporenog uključivanja novih tehnologija u gospodarstvo te nedostatnoj aktivnosti državnih mjera u reformi i restrukturiranju energetskeg i ostalih sektora. Drugim riječima, to znači društveni

izostanak potpore energetskej efikasnosti i obnovljivim izvorima energije, promjenama u industriji, poljoprivredi, šumarstvu i zaštiti okoliša općenito. Scenarij uključuje određena tehnološka poboljšanja koja bi se dogodila neovisno o potrebama klimatskog programa, no u manjoj mjeri i sporijim tempom, što znači nastavak s uobičajenom praksom.

Prema predviđenom referentnom scenariju energetskeg razvoja Republike Hrvatske [9] u dijagramu (slika 3) prikazani su oblici energije u neposrednoj potrošnji, u promatranom razdoblju od 1996. do 2020. g. Prema njemu, neposredna potrošnja energije povećavat će se po prosječnoj stopi od 2,6 % godišnje. Porast će potrošnja svih oblika energije ali ne podjednako, što će izazvati određene promjene u strukturi kao što se i vidi u priloženom dijagramu.



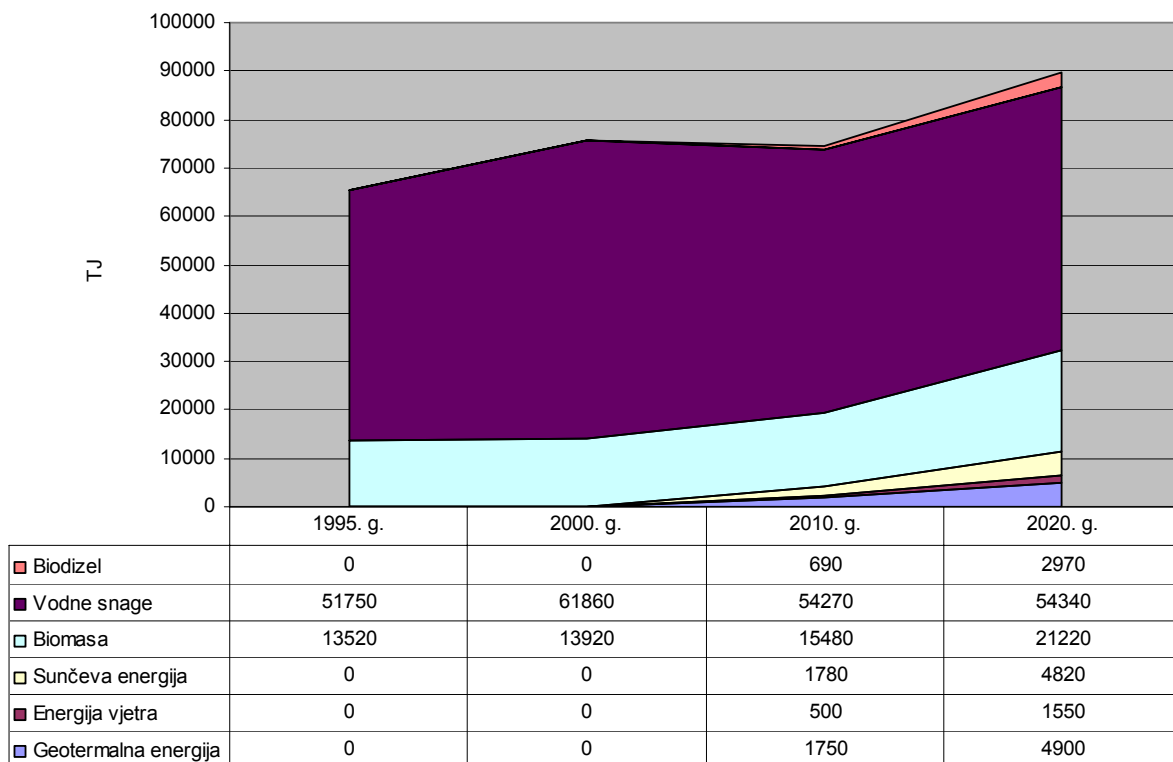
**Slika 4. Referentni scenarij - neposredna potrošnja energije RH do 2020. g., struktura sektora**

U strukturi potrošnje energije u pojedinim sektorima neće doći do značajnijih promjena, jer su se najznačajnije strukturne promjene već dogodile. Na slici 4, koja prikazuje trend sektorske strukture potrošnje, vidi se da su udjeli u strukturi potrošnje 2020. g. ostali isti u odnosu na 1996. g. Industrija s intenzivnom potrošnjom energije je značajno reducirala svoju gospodarsku aktivnost, pa se u budućnosti mogu očekivati tehnološka unapređenja, ali bez povećanja potrošnje energetske intenzivnih potrošača. Udio potrošnje energije u prometu će porasti do razine od 28 % u 2020. godini, dok će udio potrošnje u kućanstvima opasti, nakon 2010. godine na razinu ispod 30 %. U graditeljstvu, poljoprivredi i uslugama očekuje se lagani porast udjela u energetskej potrošnji.

Scenarij predviđa proizvodnju električne energije u većem dijelu na razini javne mreže a manjim dijelom u decentraliziranim proizvodnim objektima, tj. 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 % u 1995. na 31 % u 2020. godini. Izlaskom iz pogona termoelektrana na loživo ulje nakon 2015. godine, loživo ulje se neće više koristiti u proizvodnji električne energije. Nove potrebe, te zamjena mazuta po referentnom scenariju Republike Hrvatske, bi se zadovoljile iz termoelektrana na plin i ugljen.

#### 2.4.2. Obnovljiva energija u referentnom scenariju Republike Hrvatske

Europska komisija je 1997. g. izradila dokument pod nazivom "White paper", Bijeli papir, koji je po prvi puta postavio čvrsti kvantificirani cilj da se do 2010. godine na razini Europske unije 12 % ukupnih energetske potrebe pokrije iz obnovljivih izvora, što je dvostruko više u odnosu na tadašnje stanje. Nakon toga, izradila je dokument pod nazivom "Campaigne for Take-off", Poticajna kampanja, čiji je glavni zadatak podizanje interesa za obnovljive izvore energije u industriji, u javnosti i među investitorima. Naime, u "White paper-u" posebno su izdvojena tri sektora koji su tehnološki zreli (ili blizu tome) i koji trebaju postati temelj provedbe sveukupne strategije korištenja obnovljivih izvora, ali koji trebaju inicijalni stimulans i potporu za ubrzani prodor na tržište. To su: sunce, vjetar i biomasa, a dokumentima unutar svakog sektora bili su postavljeni indikativni ciljevi za pojedine aplikacije ili tehnološke segmente u razdoblju od 1999. do 2003. godine. Također, bili su definirani mehanizmi stimulacije i opseg financiranja u prvoj fazi do 2003. godine. U provedbi ove kampanje bitna je bila suradnja na nacionalnoj razini, ali isto tako i na razini regija, što znači da će lokalna vlast igrati važnu ulogu u budućoj energetskej strategiji Europe. Republika Hrvatska i Splitsko-dalmatinska županija nisu puno uradile u provedbi ove kampanje, pa se u stvarnosti primjena obnovljivih izvora odvija uistinu prema referentnom scenariju kako je to i prikazano na slici 5. On se, u prvom redu, oslanja na danas razvijene tehnologije i iskustva, i skromni doprinos novih tehnologija u području energetske efikasnosti i korištenje obnovljivih izvora. Očekivani rast obnovljivih izvora po referentnom scenariju odnosi se na dva tradicionalna izvora, hidroelektrane i ogrjevno drvo, dok se primjena ostalih obnovljivih izvora planira poslije 2010. g. i to u simboličnoj mjeri.

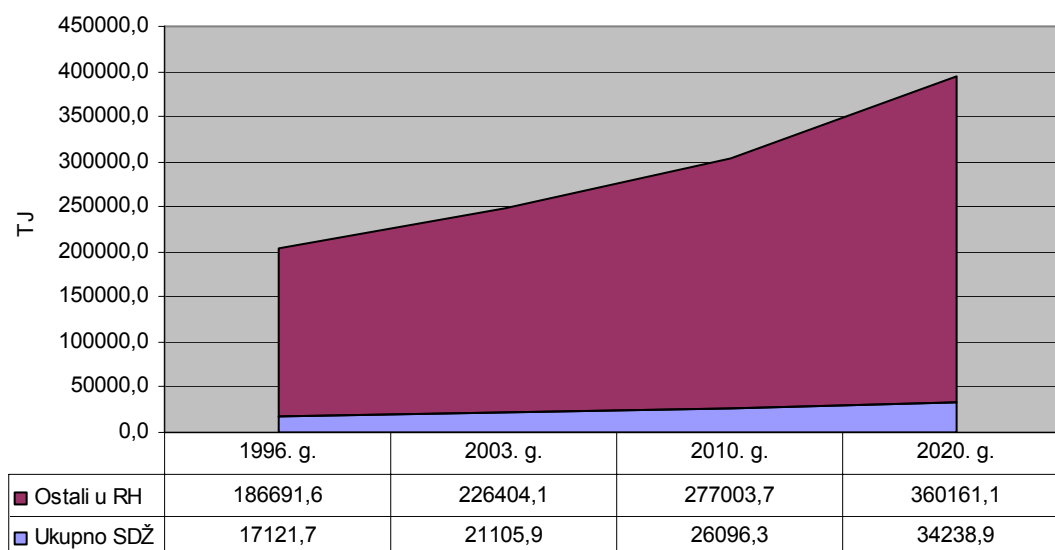


**Slika 5. Referentni scenarij - neposredna potrošnja energije RH do 2020. g., obnovljiva energija**

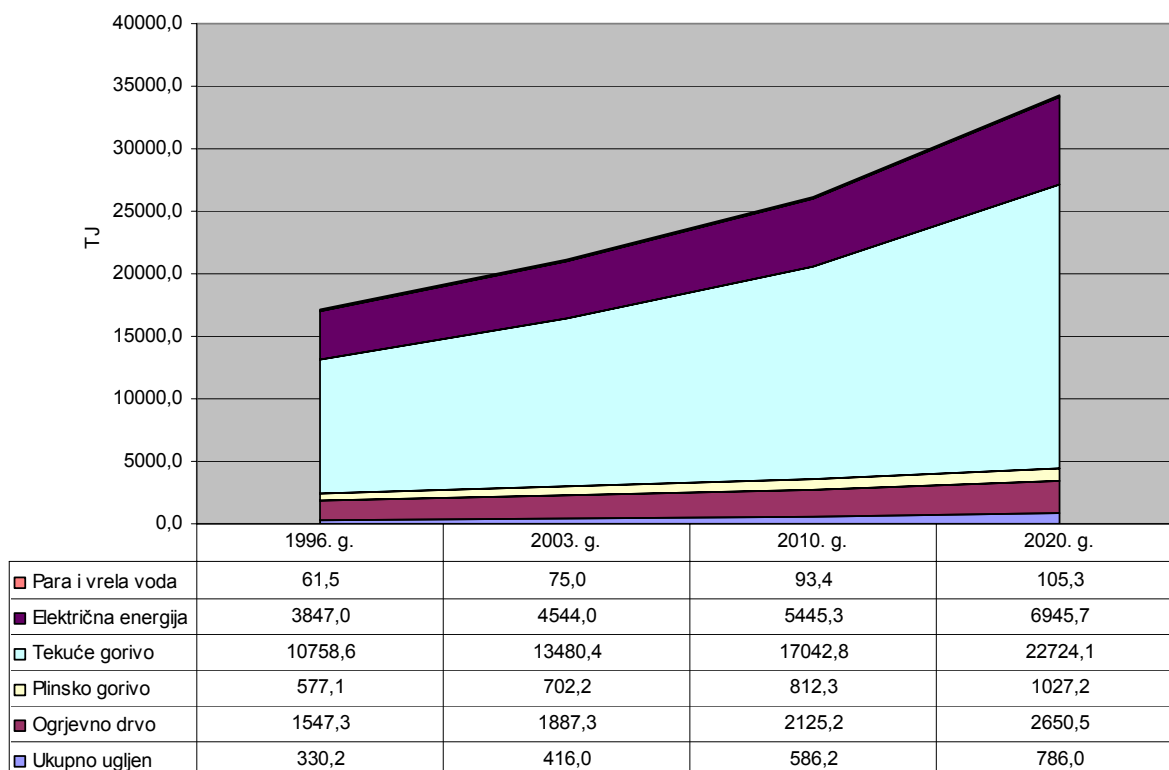
#### 2.4.3. Opis postupka izračuna

Princip ovdje primijenjenog postupka je isti kao i u poglavlju 2.3. a razlika je samo u početnim ulaznim podacima. Ovdje se radi o postupku izrade referentnog scenarija energetske potrošnje Splitsko-dalmatinske županije prema planiranoj energetskej potrošnji Republike Hrvatske do 2020. godine po referentnom scenariju. Računanjem pomoću tabličnog kalkulatora istim programom i koristeći istu tablicu 4. po kojoj je izračunata energetska potrošnja Splitsko-dalmatinske županije za 2003. g. prema potrošnji Republike Hrvatske za tu godinu, izračunata je potrošnja za 2010. i 2020. g. Prethodno je prikazano da ovaj scenarij ne uključuje obnovljive izvore energije, tj. nastavlja po starom koristeći od obnovljivih izvora, samo hidroenergetski potencijal i ogrjevno drvo. Kao što je prethodno rečeno i opisano, Splitsko-dalmatinska županija razvijat će se u referentnom scenariju po istim stopama kao i Republika Hrvatska proporcionalno do sada ostvarenim udjelima u neposrednoj energetskej potrošnji, pa će neposredna energetska potrošnja Splitsko-dalmatinske županije biti 8 %

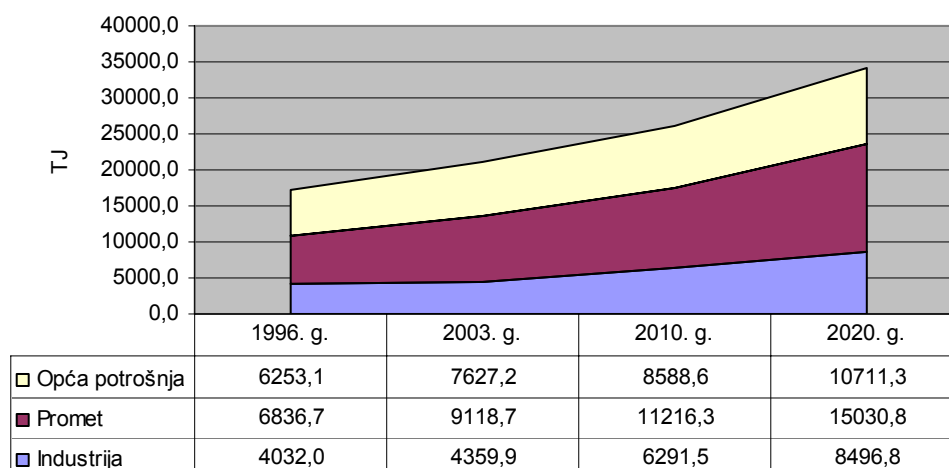
potrošnje Republike Hrvatske (tablica 4). Grafički prikaz udjela Splitsko-dalmatinske županije u potrošnji Republike Hrvatske do 2020. g. prikazuje slika 6.



Slika 6. Referentni scenarij - neposredna potrošnja energije RH do 2020. g., udio SDŽ



Slika 7. Referentni scenarij - povećanje neposredne potrošnje energije SDŽ do 2020. g., po oblicima



**Slika 8. Referentni scenarij - povećanje neposredne potrošnje energije SDŽ do 2020. g., po sektorima**

Podaci o potrošnji u 1996. i 2003. godini za Splitsko-dalmatinsku županiju (slika 6) podaci su prethodno izračunati u tablici 3. i tablici 36. Podaci za 2010. i 2020. godinu o ukupnoj neposrednoj potrošnji Splitsko-dalmatinske županije izračunati su prema udjelima prethodno opisanom metodom, a na osnovu podataka iz scenarija referentnog razvoja Republike Hrvatske za te godine. Na slici 7. i 8. prikazan je dobiveni rezultat. Trend povećanja potrošnje po oblicima energije u Splitsko-dalmatinskoj županiji do 2020. godine prema referentnom scenariju prikazan je na slici 7. Zapaža se, po ovome scenariju, značajna potrošnja tekućih goriva i električne energije, kao i ogrjevnog drva. Slika 8. prikazuje dobiveni rezultat sektorske potrošnje u ukupnoj neposrednoj potrošnji Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. prema referentnom scenariju. Prema prikazanom, najveće povećanje potrošnje očekuje se u prometu 2,2 puta, te u industriji 2 puta, dok se u općoj potrošnji očekuje povećanje potrošnje energije od 1,7 puta.

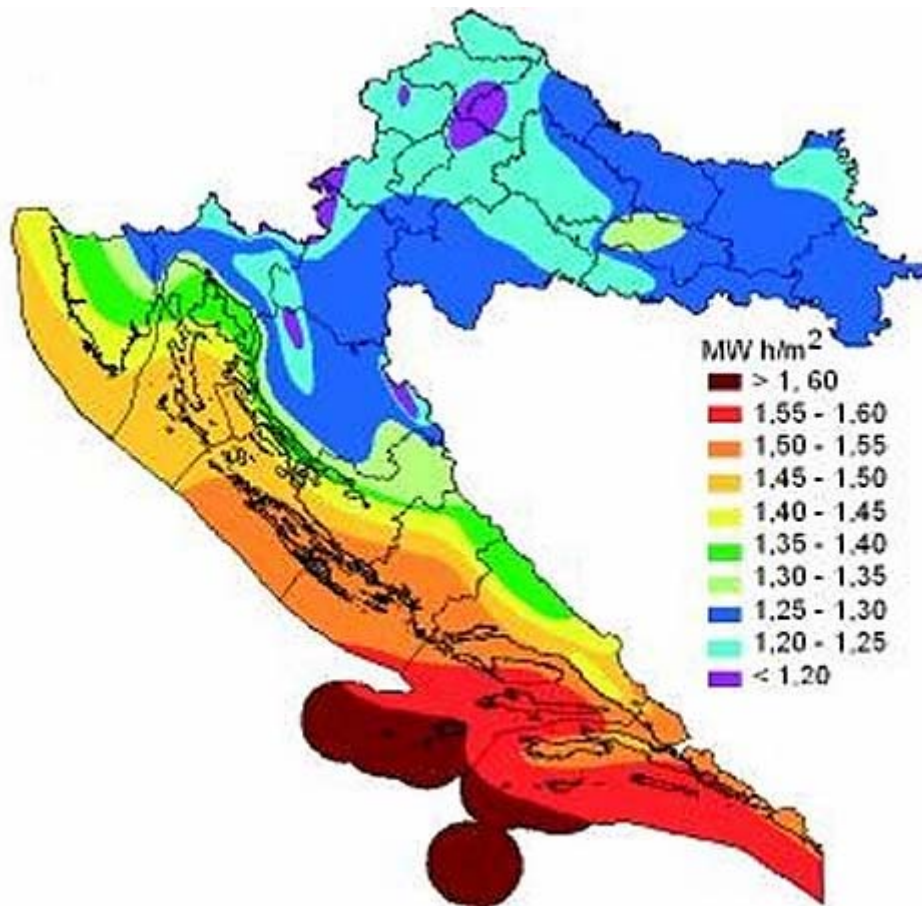
Prethodno iznijetim, opisana je metoda izračuna kojom se došlo do podataka o energetske potrošnji Splitsko-dalmatinske županije prema referentnom scenariju. Konačni rezultati dobiveni na ovaj način prikazani su u poglavlju 3.2. Referentni scenarij.



## 2.5. POTENCIJAL OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

### 2.5.1. Sunčeva energija

Zemljopisni položaj, Jadransko more, vremenski uvjeti i blaga mediteranska klima pružaju optimalne uvjete za korištenje sunčeve energije u Splitsko-dalmatinskoj županiji. Na slici 9.



Slika 9. Energetska karta -  $E_{sg}$  srednja godišnja sunčeva energija na prostoru RH

prikazana je karta srednje godišnje sunčeve energije koja pada na vodoravnu plohu na području Republike Hrvatske. Iz slike je vidljivo da Splitsko-dalmatinska županija spada u sam vrh po količini energije koja se godišnje prima zračenjem sunca  $E_{sg}$ , na teritoriju Republike Hrvatske. Splitsko-dalmatinska županija proteže se kroz tri zone. Priobalje, uključujući i grad Split, može dobiti 1,5 – 1,55 MWh/m<sup>2</sup>g, ( 5,4 –5,58 GJ/m<sup>2</sup>g), srednjo-dalmatinski otoci primaju sunčevu energiju od 1,55 – 1,60 MWh/m<sup>2</sup>g ( 5,58 –5,76 GJ/m<sup>2</sup>g) i istureni pučinski otoci koji mogu primiti više od 1,6 MWh/m<sup>2</sup>g (5,58 GJ/m<sup>2</sup>g) sunčeve energije. Podaci se odnose na optimalne uvjete a stvarna vrijednost, osim o lokaciji kako je prikazano, ovisi o godišnjem dobu, dobu dana, vremenskim uvjetima itd. Ta se specifična

sunčeva energija dobiva zbog toga što Splitsko-dalmatinska županija ima u prosjeku 2.500 sunčanih sati godišnje, dok se na vanjskim otocima Visu i Hvaru ta brojka penje na 2.700 sati godišnje. U Hrvatskoj je prosječna vrijednost dnevne sunčeve energije na vodoravnu plohu 3 - 4,5 kWh/m<sup>2</sup>dan (10,8 – 16,2 MJ/m<sup>2</sup>dan). Za kose plohe pod kutom od 45<sup>0</sup> taj je iznos za 19 % veći. Mjesečni prosjeci sunčeve energije, koji u Splitsko-dalmatinskoj županiji padaju na vodoravne plohe i plohe nagnute pod kutom 45<sup>0</sup> prema jugu, te lokalne vrijednosti za Split i Hvar date su u tablici 5. Ako se preračunaju na cjelokupni kopneni teritorij Splitsko-dalmatinske županije (4.572 km<sup>2</sup>) na koji pada to zračenje ono predstavlja prirodni potencijal sunčeve energije od 23.252 PJ/g. Iz toga proizlazi da je prirodni potencijal sunčeve energije 1.350 puta veći od sveukupne neposredne potrošnje energije u industriji, općoj potrošnji i prometu koja je u 1996. godini iznosila 17.121,7 TJ.

**Tablica 5. Srednja dnevna sunčeva energija Splitsko-dalmatinske županije**

<b>Srednja dnevna sunčeva energija E<sub>sd</sub> (MJ/m<sup>2</sup>d)</b>				
	jadranske županije		Split	Hvar
mjesec	0 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>
siječanj	5,9	11,8	12,6	14,5
veljača	8,6	13,9	14,9	17,1
ožujak	12,7	16,5	17,8	20,4
travanj	16,3	17,0	18,3	20,9
svibanj	19,7	17,8	19,1	21,9
lipanj	22,0	18,7	20,1	23,0
srpanj	22,9	20,0	21,5	24,6
kolovoz	20,4	20,2	21,7	24,9
rujan	16,0	19,5	21	24,0
listopad	11,4	18	19,3	22,1
studeni	6,4	12	12,9	14,7
prosinac	4,9	10,1	10,8	12,4
<b>G. prosjek</b>	<b>13,9</b>	<b>16,3</b>	<b>17,5</b>	<b>20</b>

Tehnički potencijal je dio prirodnog potencijala i ovisi o raspoloživosti zemljišta i efikasnosti tehnologija koje se koriste za prikupljanje i pretvorbu sunčeve energije u korisne oblike energije, kao što su toplinska, rashladna, električna energija i svjetlo. Taj potencijal Županije procjenjuje se na 222 PJ/g. Kod utvrđivanja tehničkog potencijala treba voditi računa, ne samo o razini globalne i direktne komponente sunčeva zračenja na području Splitsko-dalmatinske županije, nego i o raspoloživosti tehnički i komercijalno zrelih tehnologija, te o učinkovitostima pretvorbe primarne sunčeve energije u pojedine sekundarne oblike finalne energije, kao i o potrebnom prostoru za fizički smještaj sunčevih pretvornika. Ekonomski potencijal je onaj koji ovisi o potražnji energije u danom trenutku i ekonomičnosti primjenjive

tehnologije. Ekonomski potencijal Županije se 1999. godine procjenjivao na 4,07 PJ/g [36]. Međutim, s obzirom na stalni razvoj tehnologije za uporabu sunčeve energije, te novih mjera za ekonomsku valorizaciju isplativosti, postoje UNFCCC poticajni fondovi za transfer tehnologija, obveze Republike Hrvatske za uvođenje tehnologija koje doprinose mjerama za smanjenje emisija iz energetskeg sektora. Kriteriji po kojima se računa ekonomski potencijal podložni su stalnim promjenama i ovise o energetskej politici i poticajnim mjerama. Financijski efekti će biti posebno obrađeni.

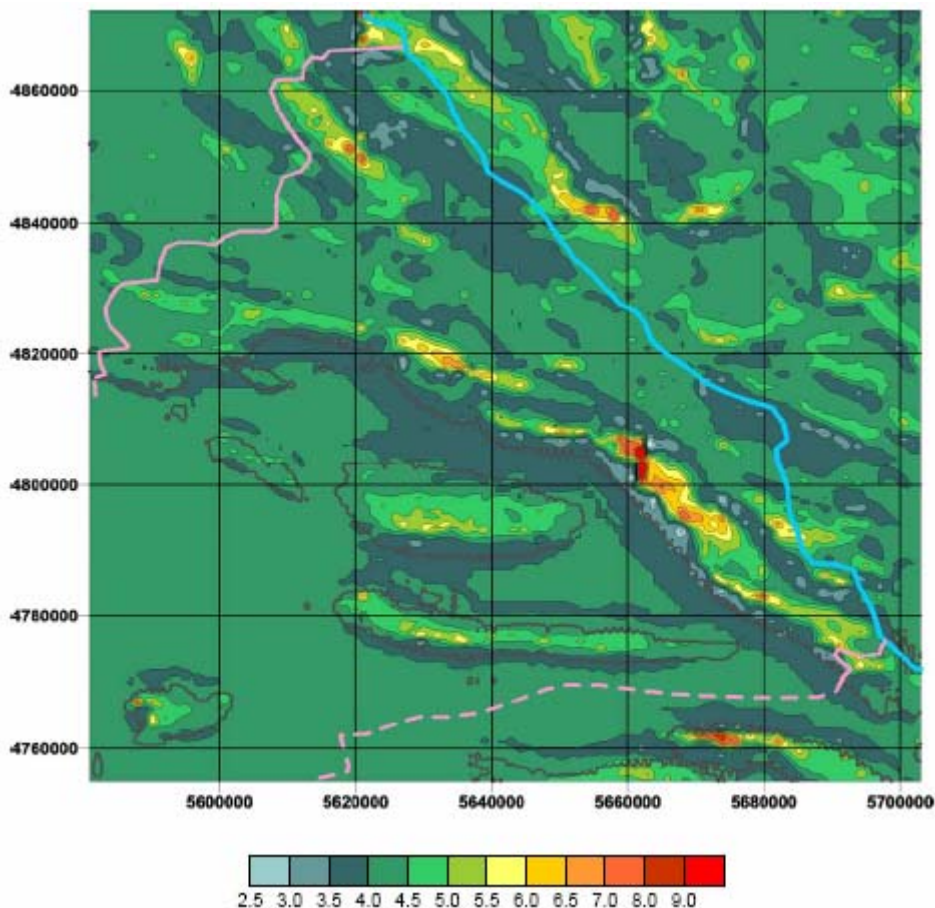
Osim navedenog, kad se radi o sunčevoj energiji upitno je govoriti o ekonomskom potencijalu i teško ga je odrediti za razliku od drugih oblika energije, zbog široke palete mogućnosti primjene sunčeve energije. To nije oblik energije koji je lociran na određenom mjestu pa ga treba transportirati na mjesto potrošnje što u pravilu limitira ekonomsku isplativost. Sunčeva energija se koristi na samom objektu pa je njezin potencijal zapravo tehnički potencijal, odnosno određuje ga objekt i slobodna površina tla na koju se fizički mogu smjestiti uređaji za prihvatanje sunčeve energije. Kao što je rečeno, prirodni i tehnički potencijal sunčeve energije je daleko iznad svih ukupnih energetskeg potreba Splitsko-dalmatinske županije. Sama razvijenost tehnologije korištenja sunčeve energije pruža već sada mogućnost njezine uporabe u širokom pojasu primjene. Međutim, njezino korištenje je izostalo za razliku od sjevernoeuropskeg zemalja koje, iako s nepovoljnijom osunčanošću, u znatnoj mjeri primjenjuju tu tehnologiju.

Prirodni potencijal	Tehnički potencijal	Opća i industrijska potrošnja SDŽ 2003. g.	Supstitucijski potencijal
PJ/g	PJ/g	PJ/g	%
23.252,0	222,0	12,0	1800

Zbog bolje preglednosti ranije iznesenih potencijala usporedba je sažeta u tablici. U njoj su sažeto prikazani potencijali sunčeve energije i ukupna potrošnja energije u Splitsko-dalmatinskej županiji za 2003. godinu u općoj i industrijskej potrošnji, jer se oblik energije koji se upotrebljava u prometu za sada ne može zamijeniti sunčevom energijom.

## 2.5.2. Energija vjetra

Među svim obnovljivim izvorima, vjetar je resurs s najvećom prostornom promjenljivošću, a time i s najvećom nepouzdanošću i rizikom utvrđivanja njegovog potencijala. Iako je tehnološki napredak zadnjih nekoliko godina stvorio uvjete za gospodarski opravdano korištenje energije vjetra na dobrim lokacijama, a napredak je postignut i u uzorkovanju potencijalnih lokacija, mikro lociranje je ostala najosjetljivija i vremenski najdugotrajnija faza pripreme projekta. U Splitsko-dalmatinskoj županiji rađena su mjerenja u svrhu analize makro lokacija [20] [36]. Na slici 10. prikazana je izrađena prostorna razdioba srednje godišnje brzine vjetra na području Splitsko-dalmatinske županije. Srednja godišnja brzina vjetra ne može se direktno dovesti u vezu s mogućom proizvodnjom električne energije, ali kvalitetno može poslužiti kao indikator prisutnosti vjetra i pomoći u selekciji područja koja je potrebno detaljnije analizirati.



Slika 10. Prostorna razdioba srednje godišnje brzine vjetra (m/s) na visini 10 m iznad tla

U tablici 6. su podaci o prizemnom vjetru izmjenom na pet meteoroloških postaja, prikazane su srednje mjerene brzine ( $v$ ) i procijenjene srednje godišnje brzine vjetra ( $v_1$  i  $v_2$ ) na 10 m nad tlom na meteorološkim postajama u Splitsko-dalmatinskoj županiji.

**Tablica 6. Podaci o brzinama prizemnog vjetra u meteorološkim postajama SDŽ**

Postaja	Razdoblje prizemnih mjerjenja	Izmjerene brzine $V$ (m/s)	Procijenjene brzine $V_1$ (m/s)	Procijenjene brzine $V_2$ (m/s)
Split aerodrom	1981 - 1990	2,4	2,4	3,7
Split Marjan	1981 - 1990	4,3	4,0	3,9
Makarska	1995 - 1996	3,3	1,8	3,5
Hvar	6. 1990 – 5. 1997	2,8	2,2	4,4
Hum (Vis)	5. 1996. – 4. 1997,	5,5	5,8	4,9

U projektima elektrana na vjetar u Hrvatskoj [20] početno je definirano 89 lokacija, da bi se svelo na 29 potencijalno prosperitetnih makro lokacija. Od izabranih 29, na području Splitsko-dalmatinske županije nalazi se 6, dok su preostale 23 lokacije na potezu od Paga do Dubrovnika. Programom za korištenje energije vjetra [20] [36] određene su lokacije za potencijalne farme elektrana na vjetar u Splitsko-dalmatinskoj županiji. One su na mikro lokacijama Vis 3, Vis 4, Stupišće, Zagora 3, Kaštela 1, Mosor 2, Dovanj 1. Nazivi, lokalna imena i oznake makro lokacija u cijeloj studiji usklađene su s prijašnjim istraživanjima i novijim publikacijama o problematici korištenja energije vjetra u Hrvatskoj.

**Tablica 7. Zbirna procjena potencijala energije vjetra za sve odabrane lokacije SDŽ**

Makro lokacija	500 kW			750 kW		
	broj turbina	ukupno MW	ukupno MWh/g	broj turbina	ukupno MW	ukupno MWh/g
Vis 3	7	3,5	10.086,49	6	4,5	12.238,35
Vis 4	6	3	7.088,14	5	3,75	8.403,34
Stupišće	9	4,5	13.071,07	8	6	15.816,00
Zagora 3	7	3,5	7.826,02	7	5,25	11.118,09
Kaštela 1	42	21	49.324,09	39	29,25	63.931,91
Mosor 2	13	6,5	15.007,07	12	9	19.350,53
Dovanj 1	23	11,5	28.266,47	22	16,5	37.715,70
<b>ukupno</b>	<b>107</b>	<b>53,5</b>	<b>130.669,35</b>	<b>99</b>	<b>74,25</b>	<b>168.573,92</b>
				<b>UKUPNO:</b>		<b>606,90 TJ</b>

Prema podacima iz studije o obnovljivim izvorima Županije [36] (tablica 7) dati su zbirni podaci za sve lokacije i predviđeni broj turbina i izvršene simulacije. Ne postoje stvarna mjerenja na visini osi rotora na navedenim lokacijama Splitsko-dalmatinske županije.

Supstitucijski potencijal energije vjetra Splitsko-dalmatinske županije, dobiven je tako što su napravljene vjerojatnosti pojavljivanja vjetra iz Weibullovih razdioba, čiji su parametri modelirani WASP programom. Procjena moguće proizvodnje električne energije iz energije vjetra simulirana je za nekoliko standardnih, komercijalno prisutnih zračnih turbina. Pretpostavljeno je da nepreciznost procijenjene moguće proizvodnje električne energije iznosi 10 %, te su prikazani intervali u kojima se kreće rezultat simulacije. Nadalje, pretpostavljeno je da će analizirana zračna turbina raditi u okviru elektrane te da će zbog park efekta prosječni gubitak energije biti 7 %. Pretpostavljena je raspoloživost od 98 %.

Provedenom analizom došlo se do preliminarne procjene tehničkog potencijala današnjih turbina koje na postojećim lokacijama sa svojim maksimalnim snagama i maksimalnim brojem u polju, godišnje mogu dati 168.573,92 MWh električne energije odnosno, 606,87 TJ. U energetsom smislu Splitsko-dalmatinske županije to je 5 % potreba u općoj i industrijskoj potrošnji u 2003. g. Na pojedinim lokalitetima cijena tako proizvedene energije niža je od cijene energije proizvedene iz konvencionalnih izvora, zato u tehničko-tehnološkom smislu one predstavljaju vrijedno rješenje određenih energetskih problema.

Potencijal energije vjetra	Opća i industrijska potrošnja SDŽ 2003. g.	Supstitucijski potencijal
PJ/g	PJ/g	%
0,60	12,0	5

Međutim, stalno se radi na usavršavanju tehnologije zračnih turbina (veća krila, novi materijali itd.) da bi se došlo do veće specifične iskoristivosti vjetra. No, još uvijek ni sama mjerenja nisu u potpunosti urađena, pa se ne znaju svi parametri kojima Županija raspolaže, tako da su u ovom dijelu očekivanja nešto veća od onoga što se do danas spoznalo. Energija vjetra ekološki je čist resurs po čemu se uklapa u održive razvojne planove, ali i suvremene europske trendove. S druge strane, ubrzano korištenje energije vjetra već je izazvalo određene reakcije, pa se uz sve to ne može očekivati primjena energije iz elektrana na vjetar u većoj mjeri od ovdje prikazane.

### 2.5.3. Energija malih hidroelektrana

Istraživanja energetskog potencijala za male hidroelektrane datiraju iz ranih osamdesetih godina kad se prvi put sustavno pristupilo razradi potrebnih aktivnosti u cilju sagledavanja



možnosti korištenja malih vodotoka u energetske svrhe. Godine 1981. izrađena je studija “Plan razvoja malih hidroelektrana u Hrvatskoj do 2000. godine”. Nakon toga, 1982. g. izrađena je studija “Metodologija i smjernice za projektiranje i izgradnju malih hidroelektrana u Hrvatskoj” kojom je detaljno razrađena koncepcija projektiranja malih hidroelektrana [17] [36]. Temeljem iste uslijedila je izrada “Katastra malih vodnih snaga u Hrvatskoj” 1985. godine. Tim elaboratom obuhvaćeno je 130 vodotoka koji su na temelju osnovnih hidroloških i geografskih podataka ocijenjeni kao povoljni za hidroenergetsko korištenje. Odabirom vodotoka iz navedenih studijskih elaborata može se procijeniti energetski potencijal malih hidroelektrana na području Splitsko-dalmatinske županije. Potencijal malih vodotoka se svodi na 8 vodotoka na kojima je definirano 40 poteza korištenja s ukupno instaliranom snagom od oko 25 MW. Njihov potencijal je prikazan u tablici 8.

**Tablica 8. Ukupni tehnički potencijal malih vodotoka s potezima korištenja na području SDŽ**

Redni br.	1	2	3	4	5	6	7	8
Vodotok	Jadro	Ovrlja	Ruda Velika	Rumin Veliki	Rumin Mali	Cetina	Grab	Žrnovnica
Snaga kW	6917	245	3345	4653	1629	2287	4013	1994
Ukupno kW	25.083							

Daljnijim obradama [36] broj poteza reduciran je u cilju postizanja tehnički optimalnih rješenja, primjerice na vodotoku Jadro teoretskih 9 poteza korištenja reducirano je na samo dva poteza. Time je, naravno, i potencijal pojedinog vodotoka, odnosno poteza korištenja, smanjen. Rezultati obrada navedene studije o korištenju malih vodotoka u I. fazi prikazani su u tablici 9. a geografski položaji pripadnih poteza korištenja na slici 11.

**Tablica 9. Tehnički iskoristivi potencijal malih hidroelektrana na području SDŽ u I. fazi [36]**

Potezi korištenja	Jadro 1	Jadro 2	Ovrlja	Ruda Velika 1	Ruda Velika 2	Ruda Velika 3	Rumin Veliki	Žrnovnica 1	Žrnovnica 2	Žrnovnica 3	Žrnovnica 4
Snaga kW	192	200	72	702	415	149	364	325	332	129	77
Ukupno kW	2.957										



Slika 11. Potezi korištenja malih hidroelektrana na području SDŽ u I. fazi [36]

U Splitsko-dalmatinskoj županiji postoji još nekoliko povoljnih lokacija. Radi se o već istraženim mogućnostima dodatnog iskorištavanja na potezima korištenja postojećih velikih proizvodnih postrojenja instalacijom malih hidroelektrana za korištenje voda biološkog minimuma. Tako uz HE Kraljevac postoji potencijal za izgradnju male hidroelektrane snage 4,5 MW, uz branu Prančevići male hidroelektrane snage 1,16 MW, te uz HE Peruća male hidroelektrane snage 2,4 MW (tablica 10).

Tablica 10. Mogućnost dodatnog korištenja vodotoka na postojećim hidroelektranama

Redni br.	9	10	11
	uz HE Kraljevac	uz branu Prančevići	uz HE Peruća
<b>Vodotok</b>			
<b>Snaga kW</b>	4.500	1.160	2.400
<b>Ukupno kW</b>	8.060		

Također postoji potencijal i na nekim drugim lokacijama koje još nisu potpuno definirane: male hidroelektrane Tisne Stine na Cetini snage 4,26 MW te uvjetno definirana male



hidroelektrane Ričica na vodotoku Ričica s dva tehnička rješenja: pri brani 1,27 MW i derivacijsko 6,5 MW. Za procjenu supstitucijskog potencijala uzet je u izračun potencijal osam vodotoka s potezima korištenja na području Splitsko-dalmatinske županije (tablica 8), te moguće dodatno iskorištavanje vodotoka na već postojećim hidrocentralama (tablica 10).

U tehničkom smislu stalno se ide korak dalje, jer je u međuvremenu napravljen značajni razvoj raznih tipova turbina, pogotovo onih za male padove, pa vodotoci, koji su zbog malih padova označeni kao nepovoljni, dobivaju na svojoj valorizaciji. S jedne strane se dobiva a s druge, kao i kod elektrana na vjetar, javljaju se prostorno planerska ograničenja s obzirom na uvjete korištenja vodnih resursa, kao i ograničenja sa stanovišta zaštite prirode i okoliša te zaštite kulturne baštine. Točni potencijali moći će se elaborirati tek nakon usvajanja konačnih tehničkih rješenja i konzultacija s institucijama zaduženim za definiranje spomenutih ograničenja i uvjeta.

**Tablica 11. Supstitucijski potencijal malih hidroelektrana SDŽ**

Vodotok	Objekt	Snaga MW	Stupanj iskorištenja kapaciteta (%)	Broj sati rada gišnje (h)	Moguća gišnja proizvodnja električne energije (MWh)
1	Jadro 2	0,200	59,1	5179	1.035,712
2	Ovrlja 1	0,072	66,3	5809	418,272
3	Ruda Velika 1	2,560	71,7	6281	16.080,000
4	Rumin Veliki 1	0,510	38,1	3333	1.700,000
4	Rumin Veliki 2	3,000	41,9	3667	11.000,000
5	Rumin Mali	1,629	35	3024	4.926,096
6	Cetina	2.287	35	3024	6.915,888
7	Grab	4,013	35	3024	12.135,312
1	Jadro (preostali potezi)	6,717	35	3024	20.312,208
2	Ovrlja (preostali potezi)	0,173	35	3024	523,152
3	Ruda Velika (preostali potezi)	0,785	35	3024	2.373,840
4	Rumin Veliki (preostali potezi)	1,143	35	3024	3.456,432
8	Žrnovnica	1,994	35	3024	6.029,856
9	Uz HE Kraljevac	4,500	35	3024	13.608,000
10	Uz branu Prančevići	1,160	35	3024	3.507,840
11	Uz HE Peruča	2,400	35	3024	7.257,600
				UKUPNO	111.280,200
				UKUPNO	400,6 TJ

Ovdje će se procijeniti srednja godišnja proizvodnja malih hidroelektrana Splitsko-dalmatinske županije do koje se došlo na sljedeći način: U gornjem dijelu tablice 11. navedene su male hidroelektrane iz pilot-projekata [36] koje su detaljnije razmatrane (Jadro 2, Ovrlja 1, Ruda Velika 1, Rumin Veliki 1 i Rumin Veliki 2). U srednjem dijelu tablice prikazan je potencijal preostalih poteza korištenja na spomenutih 8 vodotoka (preostali podaci iz tablice 8), dok je u donjem dijelu tablice potencijal na potezima korištenja biološkog minimuma, instalacijom malih hidroelektrana, na postojećim velikim proizvodnim postrojenjima (tablica 10). Za ovu procjenu godišnje proizvodnje električne energije nije se znala raspoloživa količina vode zbog uvjeta zadovoljavanja biološkog minimuma. Zbog toga se računalo s dosta rezerviranom iskoristivošću rada postrojenja od oko 35 % vremena. Da bi procjena što pouzdanije zadovoljila moguća ograničenja ekologa i baštinika kulture u korištenju voda za male hidroelektrane u supstitucijski potencijal tablice 11. nije uračunat potencijal vodotoka s malim padovima koji je obrađen [36], kao ni drugih ranije navedenih vodotoka koji nisu još potpuno definirani - mala hidroelektrana Tisne Stine na Cetini snage 4,26 MW te uvjetno definirana mala hidroelektrana Ričica na vodotoku Ričica s dva tehnička rješenja: pri brani 1,27 MW i derivacijsko 6,5 MW.

Potencijal malih hidroelektrana	Opća i industrijska potrošnja SDŽ 2003. g.	Supstitucijski potencijal
PJ/g	PJ/g	%
0,40	12,0	3

Provedenom analizom došlo se do procjene očekivanog tehničkog potencijala koji na postojećim lokacijama, po današnjim spoznajama i opremom, može godišnje proizvesti 111.280,20 MWh električne energije, odnosno 400,6 TJ, što je u energetsom smislu 3 % u odnosu na potrebe u općoj i industrijskoj potrošnji Splitsko-dalmatinske županije u 2003. g. Energija malih hidroelektrana predstavlja malo, ali vrijedno rješenje ukupnog energetskeg sektora u cilju smanjenja emisija CO<sub>2</sub>.

#### 2.5.4. Energija biomase

Udio biomase, prvenstveno drva kao energetskeg izvora u Splitsko-dalmatinskoj županiji, nije zanemariv, tradicionalno se koristi te u neposrednoj potrošnji ima udio od 9 % ukupne potrošnje svih oblika energije. Biomasa spada u kategoriju obnovljivih izvora, s tim što je njezina priroda kompleksnija od ostalih obnovljivih energetskeg izvora. Od svih obnovljivih

izvora energija najveća je nesigurnost i nepoznanica vezana uz biomasu. Dijeli se u dvije temeljne kategorije, biomasa poljoprivrednog podrijetla i drvena biomasa.

#### 2.5.4.1. Biomasa poljoprivrednog podrijetla

Jedini način energetskeg iskorištavanja biomase iz stočarstva je proizvodnja bioplina. Od ukupne količine bioplina koju bi bilo moguće proizvesti procjenjuje se da je zbog osobitosti Splitsko-dalmatinske županije, vrste i načina držanja stoke, klimatskih uvjeta, realno iskoristivo tek oko 10 %. Na niski stupanj iskoristivosti znatno djeluje: izbor, vrsta i način držanja stoke, osim u nekim iznimnim slučajevima u zaleđu gdje se na manjem prostoru uzgaja veći broj grla stoke, uglavnom svinja. Od bioplina se ne očekuje znatniji doprinos za proizvodnju energije u Splitsko-dalmatinskoj županiji. Nakon rezidbe voćaka, bilo u mirovanju bilo u vegetaciji, u međuprostoru voćnjaka i vinograda ostaje velika masa odrezanih grana koje se mogu iskoristiti u energetske svrhe. Preradom voća u poluproizvod ili gotov proizvod ostaje velika količina otpada koja bi se mogla iskoristiti za proizvodnju energije. Značajan dio otpada čine koštice višnje, trešnje, maslina te ljuske badema. Otpad iz prerade ima visoku ogrjevnu vrijednost i nastaje na jednom mjestu. U Splitsko-dalmatinskoj županiji posebno značajan potencijal predstavljaju ostaci iz uljara čije je uspješno energetske iskorištavanje već provedeno u mediteranskim zemljama (Grčka, Španjolska, Italija). Procjenjuje se da upravo energetske iskorištavanje otpada i ostataka iz uljara predstavlja jedan od značajnijih načina proizvodnje energije iz biomase u Splitsko-dalmatinskoj županiji. Pri uzgoju ratarskih kultura nastaju značajne količine ostataka i otpada koje se mogu koristiti za proizvodnju energije. Tehnologija je poznata i dokazana i takvi projekti nisu rijetkost u razvijenim zemljama. Dodatna prednost biomase iz ratarstva je mogućnost zajedničkog ili izmjeničnog korištenja za proizvodnju energije s različitim tipovima druge poljoprivredne biomase.

Biomasa od plantažnog uzgoja specifičnog raslinja koristi se u energetici, kao npr. za proizvodnju biogoriva u prometu. Veliki broj kvalitetnih poljoprivrednih površina pretvoren je u pašnjake i neobrađena područja. S obzirom na zastoje u poljoprivrednoj proizvodnji Splitsko-dalmatinske županije teško je očekivati produktivnu poljoprivrednu proizvodnju s klasičnim poljoprivrednim kulturama koje bi bile sposobne konkurirati prinosima i cijenama europske poljoprivredne proizvodnje. Rješenje se može potražiti u proizvodnji zdrave hrane i plantažnom uzgoju biljaka za proizvodnju biogoriva. Uporaba biomase koja rezultira od plantažnog uzgoja raslinja namijenjenog za energetske potrebe u prometu, smatra se

povoljnom s aspekta emisije CO<sub>2</sub> u atmosferu u odnosu na goriva fosilnog podrijetla. U tom se slučaju može smatrati da se ispuštena količina CO<sub>2</sub> prilikom izgaranja biomase kompenzira s apsorbiranom količinom ugljičnog dioksida za uzgoj biomase.

#### 2.5.4.2. Drvna biomasa

Šumske površine u Splitsko-dalmatinskoj županiji uključene su u Upravu šuma Split, čija ukupna površina iznosi 550.685 ha i najveća je u Hrvatskoj. Prema proizvodnji ogrjevnog drva Uprava šuma Split nalazi se na prvom mjestu u Hrvatskoj, a pri održavanju i uzgojnim radovima nastaju znatne količine otpada koje se već sada djelomično koriste za proizvodnju energije. Treba napomenuti kako se drvna masa u našim šumama obračunava do 7 cm prsnog promjera, tako da se ovi podaci mogu uvećati za 10 %, koliko se naime smatra da otpada na sitne grane, lišće i iglice. Energetska vrijednost drvne mase ovisi o mnogim čimbenicima i može značajno odstupati. Općenito se smatra da su šume u Županiji nedovoljno održavane te da bi se redovitim radovima mogle dobiti i znatno veće količine biomase za energetska iskorištavanje. Sadašnji energetska potencijal u Županiji se grubo procjenjuje na oko 4 PJ, no smatra se da je u stvarnosti i mnogo veći. Posebno se napominje da drvo predstavlja vrlo značajan izvor energije u ruralnim dijelovima Županije i na otocima, a postoje i znatne mogućnosti za unapređivanje njegova korištenja. U razdoblju od 1973. do 1993. godine na području cijele Hrvatske opožareno je 182.360 ha šuma i šumskog zemljišta ili prosječno 9.118 ha/g od čega je značajan dio upravo u Splitsko-dalmatinskoj županiji. Oštećeno je ili izgorjelo preko 1,4 milijuna m<sup>3</sup> drvne mase koja zbog toga nije više pogodna za mehaničku ili kemijsku preradu. Međutim, takva drvna masa vrlo je pogodna za energetska iskorištavanje, a takvi projekti nisu rijetki u mediteranskim zemljama. Prosječna količina oštećene ili nagorene drvne mase za ovih dvadeset godina iznosi oko 70.000 m<sup>3</sup> godišnje.

#### 2.5.4.3. Potencijal biomase

Na temelju iznesenoga može se zaključiti da biomasa u Splitsko-dalmatinskoj županiji ima

**Tablica 12. Supstitucijski potencijal biomase u SDŽ**

Vrsta biomase	Energetski potencijal PJ
Ostaci i otpad iz poljoprivrede	1,75
Ogrjevno drvo	2,4
Šumski otpad	1,41
Oštećena i nagorena drvna masa	0,49
<b>Ukupno</b>	<b>6,05</b>

znatni, iako ograničeni potencijal u usporedbi s ostalim dijelovima Hrvatske. U tablici 12. prikazan je ukupni supstitucijski potencijal biomase Splitsko-dalmatinske županije [36]. Od svih županija južne Hrvatske, u Splitsko-dalmatinskoj županiji biomasa ima najveći energetske potencijal. U većini naselja, biomasa je povijesno predstavljala, a često je i danas tako, najznačajniji izvor energije za kućanstva i poljoprivredu. Uvođenje suvremenih tehnologija korištenja biomase za proizvodnju energije, npr. hibridnih postrojenja za iskorištavanje sunčeve energije, predstavlja jedan od načina smanjenja emisija CO<sub>2</sub> a to je i jedan od najvažnijih zadataka u budućem korištenju energije biomase na ovom području. Kao najznačajniji tipovi biomase, čijem bi korištenju u budućnosti trebalo posvetiti najveću pozornost, smatraju se ranije navedeni: ogrjevno drvo i drvna masa iz održavanja šuma, ostaci s opožarenih površina, ostaci i otpad iz vinograda, ostaci i otpad iz proizvodnje i prerade maslina, te plantažni uzgoj biljaka za proizvodnju 20 % biogoriva za potrebe prometnog sektora Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g.

Potencijal biomase	Opća i industrijska potrošnja SDŽ 2003. g.	20% potrošnje u prometu SDŽ 2020. g.	Supstitucijski potencijal
PJ/g	PJ/g	PJ/g	%
6,05	12,0	3,0	40

Provedena analiza u tablici pokazuje da postojeći potencijal biomase može zadovoljiti 40 % ukupne potrošnje energije u općoj i industrijskoj potrošnji 2003. g. i planirane potrebe u prometu do 2020. godine kao 20 % supstitut fosilnim gorivima. Dakle, potencijal biomase Splitsko-dalmatinske županije je znatan. Splitsko-dalmatinska županija ima najveći potencijal biomase po m<sup>2</sup> u Republici Hrvatskoj. Procjenjuje se 6,05 PJ, što predstavlja oko 10 % potencijala Republike Hrvatske. Mada su procjene da će do 2020. g. razvojem poljoprivrede i šumarstva, uvođenjem novih tehnologija i mehanizama podrške, potencijal narasti na 9 PJ [36], u ovu analizu to nije uzeto u obzir. Vodilo se ranije izrečenom konstatacijom da su uz biomasu vezane najveće nepoznanice i nesigurnosti u odnosu na ostale obnovljive izvore energije. Međutim, očekuje se još i više od potencijala biomase u postojećim uvjetima zbog okrupnjavanja poljoprivrednih posjeda jer je u današnjoj poljoprivredi osnovna značajka usitnjenost posjeda. Treba povećati obradivost poljoprivrednih površina sa sadašnjih 20 % barem na prosjek Republike Hrvatske od oko 60 %. To znači neobrađene i zapuštene poljoprivredne površine vratiti u funkciju. U šumarstvu se znatnim ulaganjem u degradirane šume može na području makija, šikara, šibljaka i sl. povećati kakvoća i količina drvne zalihe,

a time i prirast. Očekivanja su i od plantažnog uzgoja biljaka za proizvodnju biogoriva, no prije toga treba strateški riješiti nagomilane probleme u poljoprivredi.

## **2.6. UBLAŽENI SCENARIJ**

### **2.6.1. Opis načina rada**

Ovdje primijenjena metoda, zasniva se na načelu maksimalne primjene potencijala obnovljivih izvora energije Splitsko-dalmatinske županije i postupak je za izradu ublaženog scenarija energetskeg razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. Postupak izrade provodi se u dva koraka.

U prvom koraku se analizira količina maksimalno moguće zamjenjivosti uobičajeno korištenih oblika energije sa sunčevom energijom i biogorivom u sektoru prometa. Nakon što je određen tehnički potencijal sunčeve energije Splitsko-dalmatinske županije, najznačajnije je odrediti koliko je moguće tog potencijala primijeniti u energetskeg potrošnji do 2020. godine s obzirom na strukturu potrošača, njihove energetske potrebe, navike itd. Da bi se odredilo kolika je maksimalna količina energije i kojih oblika iz referentnog scenarija, koja se može zamijeniti sunčevom energijom, napraviti će se analiza zamjenjivosti. Analiza će se napraviti po sektorima i podsektorima neposredne potrošnje. Način na koji će se to raditi bit će prema vrsti goriva i namjeni za koju se ono koristi u sektorima neposredne potrošnje, a sve će biti tablično obrađeno. U prvoj tablici odredit će se postotak zamjenjivosti promatranog oblika energije sa sunčevom energijom. U sljedećoj tablici će se, na osnovu dobivenih postotaka zamjenjivosti pojedinih oblika energije, odrediti koliki je apsolutni iznos u odnosu na procijenjenu energetskeg potrošnju referentnim scenarijem do 2020. godine.

S obzirom na postavljeni cilj Republike Hrvatske da do 2020. g. zamijeni 20 % postojećih goriva iz prometnog sektora s biogorivom, u prvom koraku analize, zajedno sa sunčevom energijom razmatrat će se zamjenjivost goriva koje se troši u prometu. Rezultat analize prvoga koraka bit će maksimalni supstitucijski potencijal sunčeve energije i količina biogoriva za 20 % zamjenu fosilnih goriva u prometu do 2020. godine. Dobiveni rezultati početak su rada na izradi ublaženog scenarija energetskeg razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. godine.

U sljedećem koraku preostali dio potrebne energije, u oblicima predviđenim referentnim scenarijem, zamijenit će se s ostalim obnovljivim oblicima energije kojima raspolaže područje Splitsko-dalmatinske županije: strujom iz elektrana na vjetar, strujom iz malih hidroelektrana, preostalim biogorivom i električnom energijom iz postojećih hidroelektrana. Ukupni rezultat bit će ublaženi scenarij energetskeg razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g.

#### 2.6.2. Primjena sunčeve energije i biogoriva – 1. korak

Sustavi sunčeve energije prilagođeni praktičnoj upotrebi mogu se definirati kao sustavi: fotonaponske primjene, visokotemperaturne primjene sunčeve energije i niskotemperaturne primjene. Prilikom izrade analize vodilo se računa o stvarno mogućoj primjeni sustava za korištenje sunčeve energije za energetske potrebe Splitsko-dalmatinske županije, među kojima u postojećim uvjetima sustav niskotemperaturne sunčeve primjene ima dominantan značaj.

*Fotonaponska primjena sunčeve energije* - Analizira se mogućnost proizvodnje električne energije iz fotonaponskih sustava za otočne i druge izolirane naseljene lokacije, za signalne i sigurnosne sustave na lokacijama gdje se ne isplati graditi mreže s aspekta razine potrošnje.

*Visokotemperaturna primjena sunčeve energije* - Bavi se razmatranjem izravne proizvodnje električne energije iz sunčeve energije koja bi koristila parabolične kolektore s linijskim fokusom. Analizira se mogućnost primjene za moguća procesna postrojenja za proizvodnju i preradu hrane, na lokacijama gdje nije izrađena mreža ili je nedostatnog kapaciteta.

*Niskotemperaturna primjena sunčeve energije* - Ima najširu mogućnost primjene zbog vrlo povoljnih klimatskih uvjeta u korištenje sunčeve energije u priobalju i na otocima. U značajnoj mjeri može 60 do 70 % supstituirati postojeće oblike energije kao što su kruta i tekuća fosilna goriva i električna energija, posebice u pripremi niskotemperaturne topline. Sunčevi sustavi u našim krajevima uvijek moraju kombinirati s konvencionalnim sustavima u obliku hibridnih energana na sunce i plin ili biomasu te mogu biti energetska rješenje. Tamo gdje ima dovoljno i jeftine električne energije prednost treba dati toplinskim pumpama, s jedne strane zbog relativno visokih ambijentalnih temperatura zimi u Dalmaciji, a s druge strane zbog mogućnosti hlađenja i klimatizacije ljeti uz istovremenu, usputnu, pripremu potrošne tople vode. U razvoju Splitsko-dalmatinske županije niskotemperaturna primjena sunčeva energija je oblik energije na koji apsolutno treba računati.

Unatoč pognostima, korištenje energije u obliku sustava sunčeve energije u Splitsko-dalmatinskoj županiji jako je malo zastupljeno. Osunčanost Europe nije pogodna za korištenje sunčeve energije, ali je unatoč tome u Europi direktno iskorištavanje sunčeve energije u velikom porastu. Većinom je to rezultat politike pojedinih država koje subvencioniraju instaliranje elemenata za pretvorbu sunčeve energije u iskoristivi oblik energije. Najčešća primjena sunčeve energije između sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog stoljeća bila je priprema sanitarne tople vode u kućanstvu. Tipični sustav za pripremu potrošne tople vode za 4-6 članova obiteljskog kućanstva, imao je kolektor površine 4-6 m<sup>2</sup> i spremnik volumena 200-300 litara. Takav sustav osiguravao je 60-70 % ukupno potrebne topline tijekom godine, dok se ostatak osiguravao električnim grijačem. Takvi sustavi su sedamdesetih godina u srednjoj Europi osiguravali 50 %, a u sjevernoj Europi oko 30 % godišnjih potreba energije za pripremu tople vode. Tijekom osamdesetih i devedesetih, zemlje srednje i sjeverne Europe promijenile su koncepciju i prešle na veće i racionalnije sustave, kao što su sunčeve toplane i kotlovnice, postrojenja s površinom kolektora većom od 500 m<sup>2</sup>. Kolektori se razmještaju na površinu pored toplane, a sama toplana je hibridna jer pored energije sunca imaju alternativno gorivo, biomasu ili fosilno gorivo. Od 1997. pa do danas u Europi je sagrađeno 26 toplana na sunčevu energiju. Hrvatska za sada ni na koji način ne sudjeluje u takvim naporima razvijene Europe, štoviše, ne postoji svijest o potencijalima koje imamo, a koji mogu promijeniti sadašnje načine osiguravanja topline za gradove i naselja, naročito u Splitsko-dalmatinskoj županiji. Unatoč prednostima zbog osunčanosti koju imamo u odnosu na navedene zemlje, nema još uvijek pomaka u korištenju sunčeve energije u Splitsko-dalmatinskoj županiji.

*Primjena biogoriva u prometu* - Biogoriva već se uspješno upotrebljavaju kao zamjena za goriva fosilnog podrijetla za izgaranje u pogonskim motorima u prometnom sektoru. S obzirom na preuzete ciljeve Republike Hrvatske u ovom dijelu razmatra se analiza s aspekta određivanja iznosa potrošnje goriva u prometu Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. radi određivanja 20 % zamjene fosilnih goriva s biogorivom.

U prvom koraku analize promatrat će se mogućnosti zamjene uobičajenih oblika korištenja energije sa sunčevom energijom prema iznijetim europskim iskustvima o korištenju sunčeve energije i biogoriva. U daljnjem tekstu će se uraditi procjena moguće zamjene s obzirom na stvarnu potrošnju uobičajenih oblika energije u Splitsko-dalmatinskoj županiji, određenih referentnim scenarijem do 2020. g. Analiza će se napraviti po sektorima, a za opći sektor će se uraditi i po podsektorima.



### 2.6.2.1. Namjena energije u industrijskoj potrošnji

Kruta i tekuća goriva koriste se u industriji za dobivanje toplinske energije visokih temperatura, koja se postiže direktnim izgaranjem ili za dobivanje toplinske energije niskih temperatura u obliku pare i vrele vode u industrijskim kotlovnica. Električna energija uglavnom se koristi za dobivanje mehaničke energije, ali se dio koristi i za rasvjetu te u toplinske svrhe. Budući da raspoloživi podaci za potrošnju električne energije nisu takve kvalitete da bi se mogla načiniti podjela u navedene svrhe, u kojoj bi bila prikazana namjena korištenja pojedinih oblika energije, od ukupne potrošnje električne energije prikazane kao potrošnja za dobivanje mehaničke energije, procijenjeno je da se 20 % koristi u toplinske svrhe, te se može supstituirati s nekim drugim oblikom. Udio oblika energije za dobivanje toplinske energije visokih temperatura i toplinske energije niskih temperatura, kao i za elektromotorni pogon, prikazan je u tablici 13. temeljem načelne mogućnosti primjene pojedinih energetske tehnologija prema opisu u prethodnom tekstu.

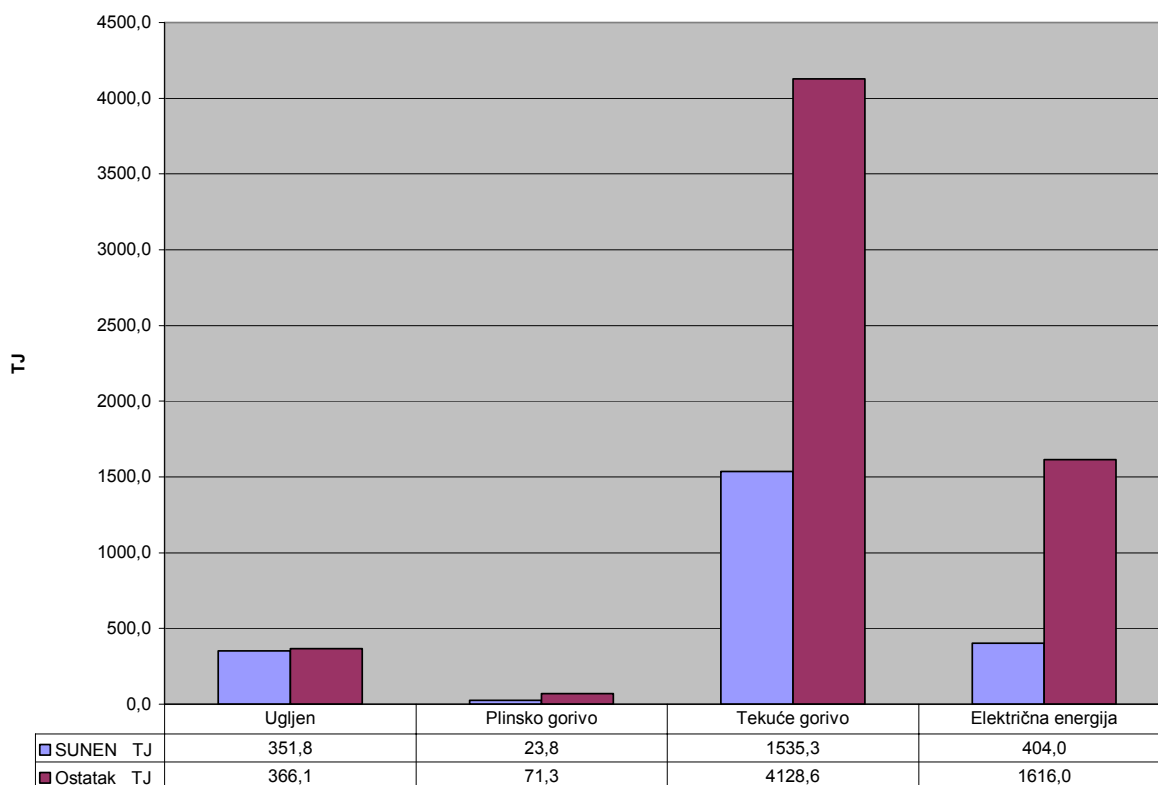
**Tablica 13. Industrijska potrošnja SDŽ, oblici energije i njihova zamjenjivost**

Industrijska potrošnja									
Oblici energije	Ukupno	upotrebljava se			moguć SUNEN			SUNEN od ukupno	Biogorivo od ukupno
		Niske temperature	Visoke temperature	Elektromot. pogon	Niske temperature	Visoke temperature	Elektromot. pogon		
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Ugljen	100	61	39	0	65	25	0	49	0
Električna energija	100	0	0	100	0	0	20	20	0
Plinsko gorivo	100	0	100	0	0	25	0	25	0
Ex. lak loživo ulje	100	8	92	0	65	25	0	28	0
Loživo ulje	100	6	94	0	65	25	0	27	0

U tablici 13. ujedno je dana i procjena, u postocima, moguće zamjene oblika energije za dobivanje toplinske energije sa sunčevom energijom. Pri tome je za naše podneblje uzeto u obzir da se sunčevom energijom može dobiti 65 % godišnje potrebne niskotemperaturne energije, a 25 % visokotemperaturne energije. Ostatak nadopunjava gorivo koje se inače koristi ili neki drugi oblik obnovljive energije u hibridnim postrojenjima, što će biti naknadno opisano i procijenjeno. U ovom izračunu, radi lakše usporedbe, struktura ostalih goriva neće se mijenjati, već će se samo izračunati iznos moguće zamjene energije sa sunčevom energijom i biogorivom koje se koristi u prometu.

**Tablica 14. Industrijska potrošnja SDŽ 2020. g., zamjenjivost sunčevom energijom i biogorivom**

	Ugljen	Ogrijevno drvo	Plinsko gorivo	Motorni benzin	Mlazno gorivo	Dizel gorivo	Ex. lako loživo ulje	Loživo ulje	Tekuće gorivo	Električna energija	Para i vrela voda	UKUPNO
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
INDUSTRIJA	717,9		95,0				605,6	5058,4	5664,0	2019,9		8496,8
Zamjenjivo SUNEN	49%		25%				28%	27%		20%		
	351,8		23,8				169,6	1365,8	1535,3	404,0		2314,8
Zamjenjivo biogorivom												
Ostatak	366,1		71,3				436,0	3692,6	4128,6	1616,0		6182,0



**Slika 12. Industrijska potrošnja SDŽ 2020. g., zamjenjivost sunčevom energijom i biogorivom**

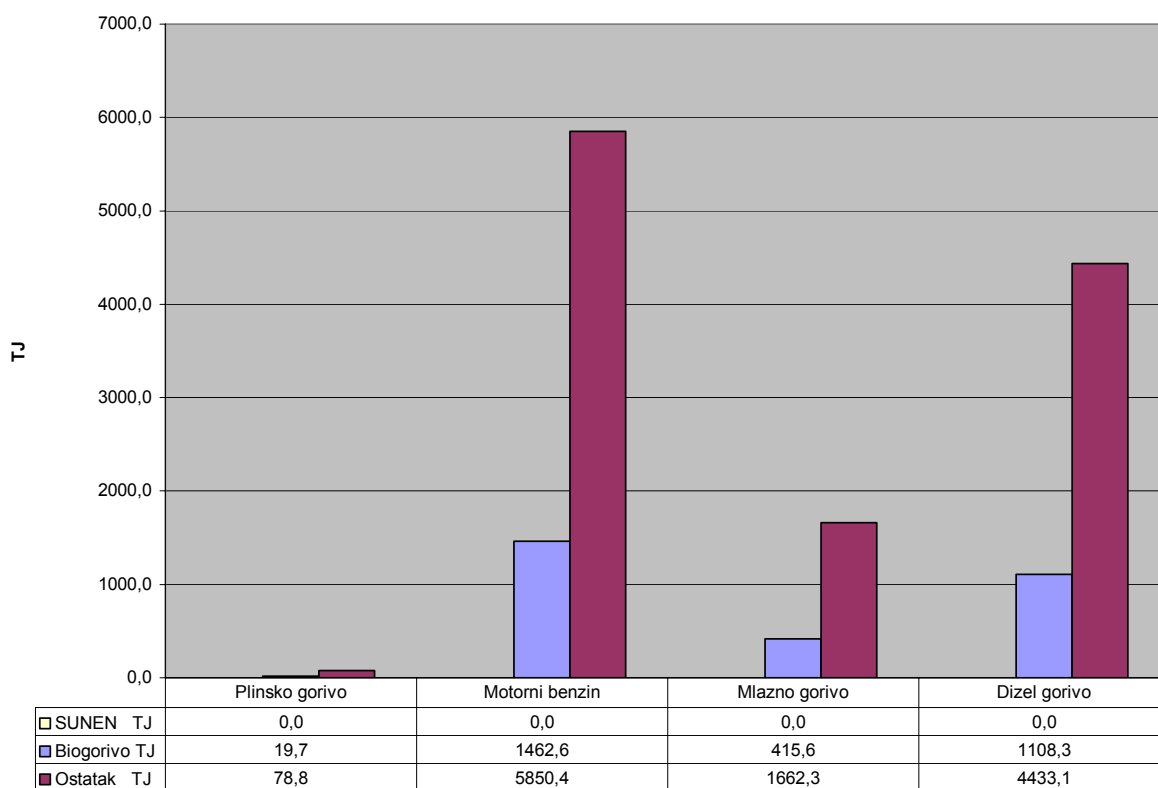
U tablici 14. prikazan je izračun na osnovu pretpostavki određenih tablicom 13. U odnosu na referentnim scenarijem planiranu energetska potrošnju u industrijskom sektoru do 2020. g. dobivena je procjena maksimalne moguće supstitucije tradicionalnih oblika energije sa sunčevom energijom. Na slici 12. prikazana je grafička usporedba odnosa energija, iznos maksimalno moguće primjene sunčeve energije i preostalih oblika energije u industrijskoj potrošnji Splitsko-dalmatinske županije u odnosu na referentni scenarij.

### 2.6.2.2. Namjena energije za potrošnju u prometu

Sva energija upotrebljavana u prometu ima istu namjenu - izgaranje u motorima s unutarnjim izgaranjem i pokretanje prometnih sredstava. Uobičajeno se kao izvor energije za tu namjenu koriste fosilna goriva, ali mogu ih zamijeniti biogoriva, vodik i elektrifikacija javnog gradskog i željezničkog prometa. Vodik kao gorivo u prometu, projekt je na kojem se radi niz godina, no još nije saživio. Kad se stvore uvjeti moći ćemo ga koristiti. Sada to nije problem koji možemo riješiti na lokalnoj razini. Elektrifikacija javnog gradskog i željezničkog prometa, zahtijeva postojanje infrastrukture. Ono što će voditi prema rješenju zamjene goriva

**Tablica 15. Prometna potrošnja SDŽ 2020. g., 20 % zamjenjivost biogorivima**

	Ugljen	Ogrjevano drvo	Plinsko gorivo	Motorni benzin	Mlazno gorivo	Dizel gorivo	Ex. lako loživo ulje	Loživo ulje	Tekuće gorivo	Električna energija	Para i vrela voda	UKUPNO
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
PROMET			98,5	7313,0	2077,9	5541,4			14932,3			15030,8
Zamjenjivo SUNEN												
Zamjenjivo biogorivom			20%	20%	20%	20%			20%			20%
			19,7	1462,6	415,6	1108,3			2986,5			3006,2
Ostatak			78,8	5850,4	1662,3	4433,1			11945,8			12024,6



**Slika 13. Prometna potrošnja SDŽ 2020. g., 20 % zamjenjivost biogorivima**

u prometu, su ciljevi koje je postavila Republika Hrvatska, a oni su, da do 2010. zamijeni 5,75 % goriva u prometu s biogorivom a do 2020. godine 20 %. Uradit će se analiza energije u prometu predviđene referentnim scenarijem Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. Analizom će se predvidjeti maksimalna zamjena goriva od 20 %. Za izradu analize zamjenjivosti u prometu neće trebati prva tablica putem koje se određuje namjena energije i postotak njezine zamjenjivosti. Namjena je uvijek ista, pa se sve gorivo koje se koristi u prometu zamjenjuje s biogorivom u iznosu od 20 %. Izneseno se vidi u tablici 15. i na slici 13.

U Splitsko-dalmatinskoj županiji nalazi se značajna zračna i pomorska luka. Pretpostavlja se da se u njima pune brodski i zrakoplovni “bunker” koji se troše izvan teritorija Splitsko-dalmatinske županije. Prema IPCC metodologiji proračuna emisije stakleničkih plinova, radi se bilanca međunarodnih “bunkera”. Emisije se smanjuju za iznos koji se ne troši na promatranom teritoriju za koji se proračun radi. Podataka o tome gdje se troši gorivo terećeno na sektor prometa Splitsko-dalmatinske županije nema, kao ni koliko se goriva ukrcanog izvan Splitsko-dalmatinske županije troši na prostoru Splitsko-dalmatinske županije. Stoga će se ukupni iznos evidentiran kao potrošnja u sektoru transporta uzeti kao da je potrošen u Splitsko-dalmatinskoj županiji.

#### 2.6.2.3. Namjena energije u općoj potrošnji

Analiza zamjenjivosti u industrijskom sektoru rađena je prema namjeni goriva u industrijskom sektoru. Zamjenjivost biogorivom u prometu razmatrana je po oblicima energije koji se koriste, te u dijelu preuzetih obveza njihove zamjene s biogorivom. Analiza zamjenjivosti postojećih oblika energije obnovljivim izvorima u općoj potrošnji uradit će se istim postupkom. Međutim, obzirom na raznovrsnost podsektora i korištenja energije, analiza će se provesti detaljnije, odnosno po podsektorima: kućanstva, usluge, poljoprivreda i graditeljstvo. Rezultati se prikazuju tablično i grafički za svaki podsektor. Rezultati će se na kraju prikazati zajednički u okviru maksimalno moguće zamjenjivosti postojećih oblika energije sa sunčevom energijom i biogorivima u odnosu na ukupnu neposrednu potrošnju uobičajenih oblika energije Splitsko-dalmatinske županije predviđenu referentnim scenarijem do 2020. g. (tablica 24).

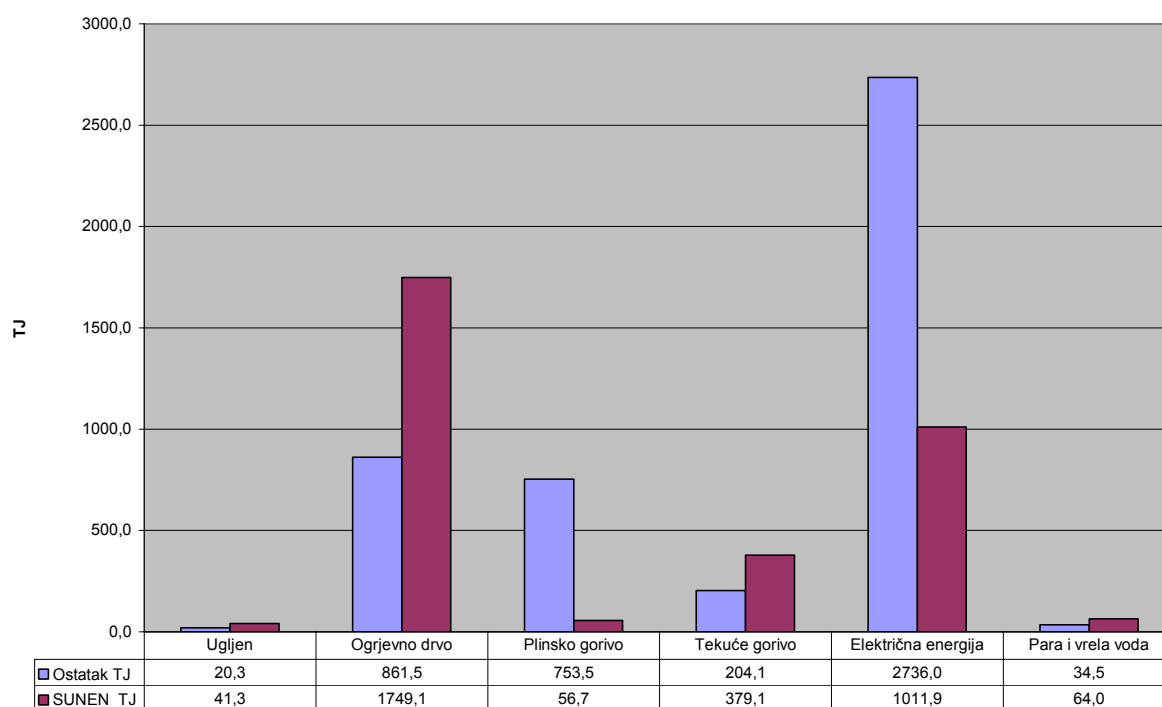
## KUĆANSTVA:

**Tablica 16. Kućna potrošnja SDŽ, oblici energije i njihova zamjenjivost**

Opća potrošnja kućanstava									
Oblici energije	Ukupno	upotrebljava se			moguć SUNEN			SUNEN od ukupno	Biogorivo od ukupno
		Grijanje	Elektromot. pogoni i rasvjeta	Kuhanje	Grijanje	Elektromot. pogoni i rasvjeta	Kuhanje		
		%	%	%	%	%	%		
Ugljen	100	94	0	6	65	0	0	67	0
Ogrjevno drvo	100	94	0	6	65	0	0	67	0
Električna energija	100	42	47	11	65	0	0	27	0
Plinsko gorivo	100	10	0	90	65	0	0	7	0
Ex. lako loživo ulje	100	100	0	0	65	0	0	65	0
Para i vrela voda	100	100	0	0	65	0	0	65	0

**Tablica 17. Kućna potrošnja SDŽ 2020. g., zamjenjivost sunčevom energijom i biogorivom**

	Ugljen	Ogrjevno drvo	Plinsko gorivo	Motorni benzin	Mlazno gorivo	Dizel gorivo	Ex. lako loživo ulje	Loživo ulje	Tekuće gorivo	Električna energija	Para i vrela voda	UKUPNO
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
KUĆANSTVA	61,7	2610,5	810,2				583,3		583,3	3747,9	98,5	7912,1
Zamjenjivo SUNEN	67%	67%	7%				65%			27%	65%	
	41,3	1749,1	56,7				379,1		379,1	1011,9	64,0	3302,2
Zamjenjivo biogorivom												
Ostatak	20,3	861,5	753,5				204,1		204,1	2736,0	34,5	4610,0



**Slika 14. Kućna potrošnja SDŽ 2020. g., zamjenjivost sunčevom energijom i biogorivom**

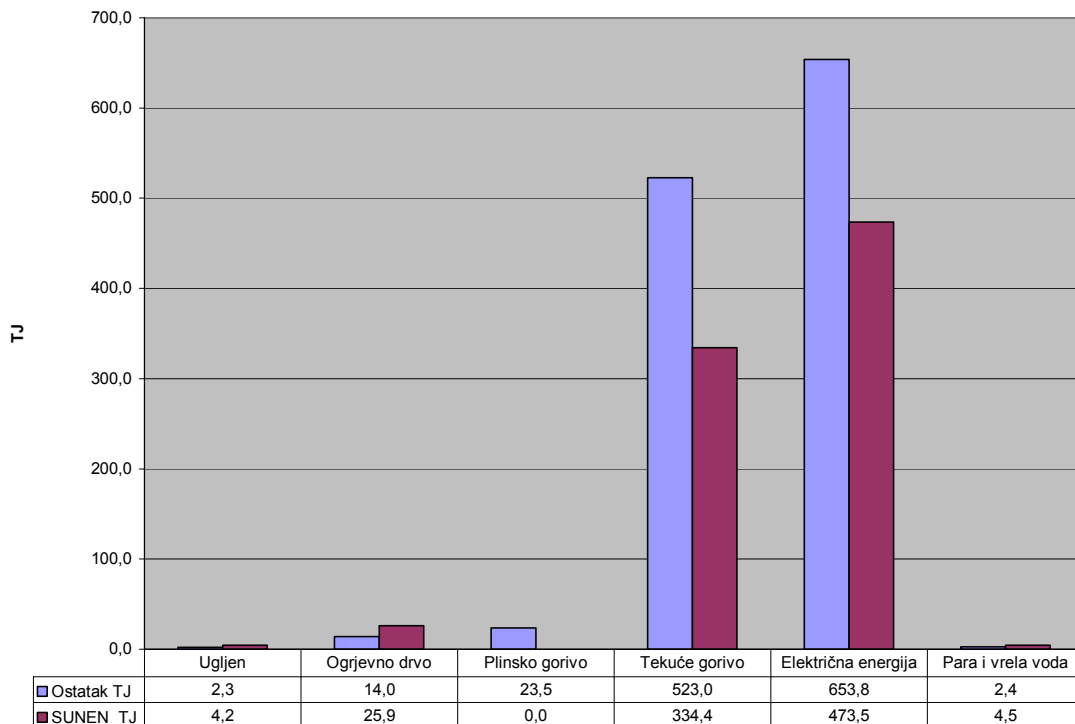
USLUGE:

Tablica 18. Potrošnja uslužnog sektora SDŽ, oblici energije i njihova zamjenjivost

Opća potrošnja usluga									
Oblici energije	Ukupno	upotrebljava se			moguć SUNEN			SUNEN od ukupno	Biogorivo od ukupno
		Grijanje	Elektromot. pogoni i rasvjeta	Kuhanje	Grijanje	Elektromot. pogoni i rasvjeta	Kuhanje		
		%	%	%	%	%	%		
Ugljen	100	100	0	0	65	0	0	65	0
Ogrjevno drvo	100	100	0	0	65	0	0	65	0
Električna energija	100	65	12	23	65	0	0	42	0
Plinsko gorivo	100	0	0	100	65	0	0	0	0
Ex. lako loživo ulje	100	60	0	40	65	0	0	39	0
Para i vrela voda	100	100	0	0	65	0	0	65	0

Tablica 19. Potrošnja uslužnog sektora SDŽ 2020. g., zamjenjivost sunčevom energijom i biogorivom

	Ugljen	Ogrjevno drvo	Plinsko gorivo	Motorni benzin	Mlazno gorivo	Dizel gorivo	Ex. lako loživo ulje	Loživo ulje	Tekuće gorivo	Električna energija	Para i vrela voda	UKUPNO
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
USLUGE	6,5	39,9	23,5				857,3		857,3	1127,3	6,9	2061,4
Zamjenjivo SUNEN	65%	65%	0%				39%			42%	65%	
	4,2	25,9	0,0				334,4		334,4	473,5	4,5	842,5
Zamjenjivo biogorivom												
Ostatak	2,3	14,0	23,5				523,0		523,0	653,8	2,4	1219,0



Slika 15. Potrošnja uslužnog sektora SDŽ 2020. g., zamjenjivost sunčevom energijom i biogorivom

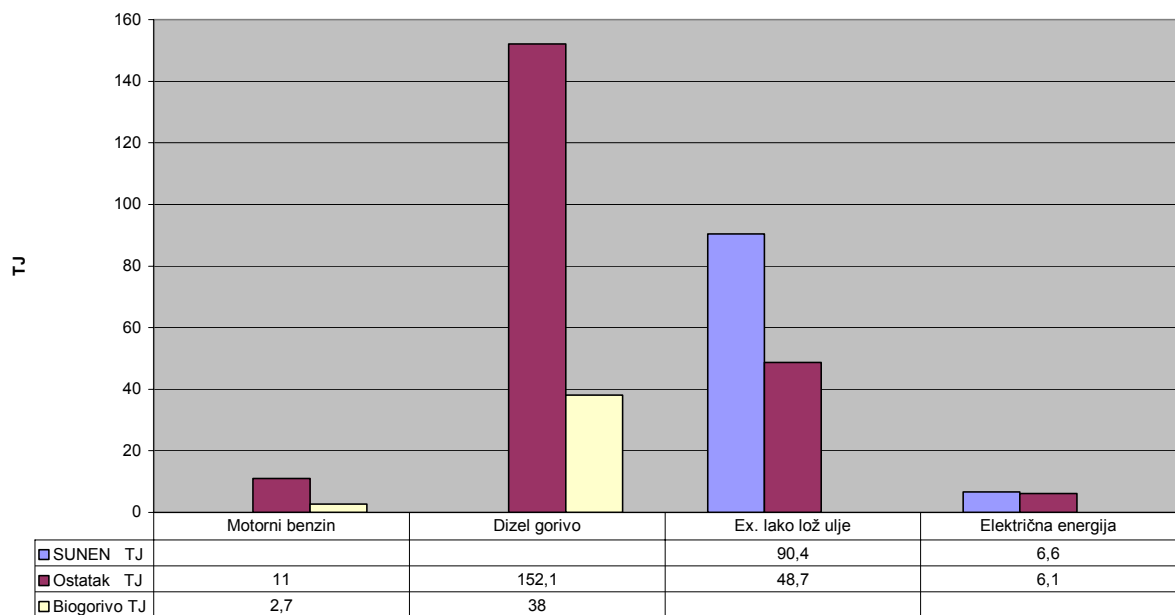
POLJOPRIVREDA:

Tablica 20. Poljoprivredna potrošnja SDŽ, oblici energije i njihova zamjenjivost

Opća potrošnja poljoprivrede									
Oblici energije	Ukupno	upotrebljava se			moguć SUNEN			SUNEN od ukupno	Biogorivo od ukupno
		Grijanje i staklenici	Motorni pogoni i rasvjeta	Sušare i stočarstvo	Grijanje i staklenici	Motorni pogoni i rasvjeta	Sušare i stočarstvo		
		%	%	%	%	%	%		
Motorni benzin	100	0	100	0	0	0	0	0	20
Dizel gorivo	100	0	100	0	0	0	0	0	20
Ex. lako loživo ulje	100	50	0	50	65	0	65	65	0
Električna energija	100	35	20	45	65	0	65	52	0

Tablica 21. Poljoprivredna potrošnja SDŽ 2020. g., zamjenjivost sunčevom energijom i biogorivom

	Ugljen	Ogrjevno drvo	Plinsko gorivo	Motorni benzin	Mlazno gorivo	Dizel gorivo	Ex. lako loživo ulje	Loživo ulje	Tekuće gorivo	Električna energija	Para i vrela voda	UKUPNO
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
POLJOPRIVREDA				13,7		190,1	139,1		342,9	12,7		355,6
Zamjenjivo SUNEN							65%			52%		
Zamjenjivo biogorivom				20%		20%						
Ostatak				2,7		38,0						40,8
				11,0		152,1	48,7		211,8	6,1		217,9



Slika 16. Poljoprivredna potrošnja SDŽ 2020. g., zamjenjivost sunčevom energijom i biogorivom

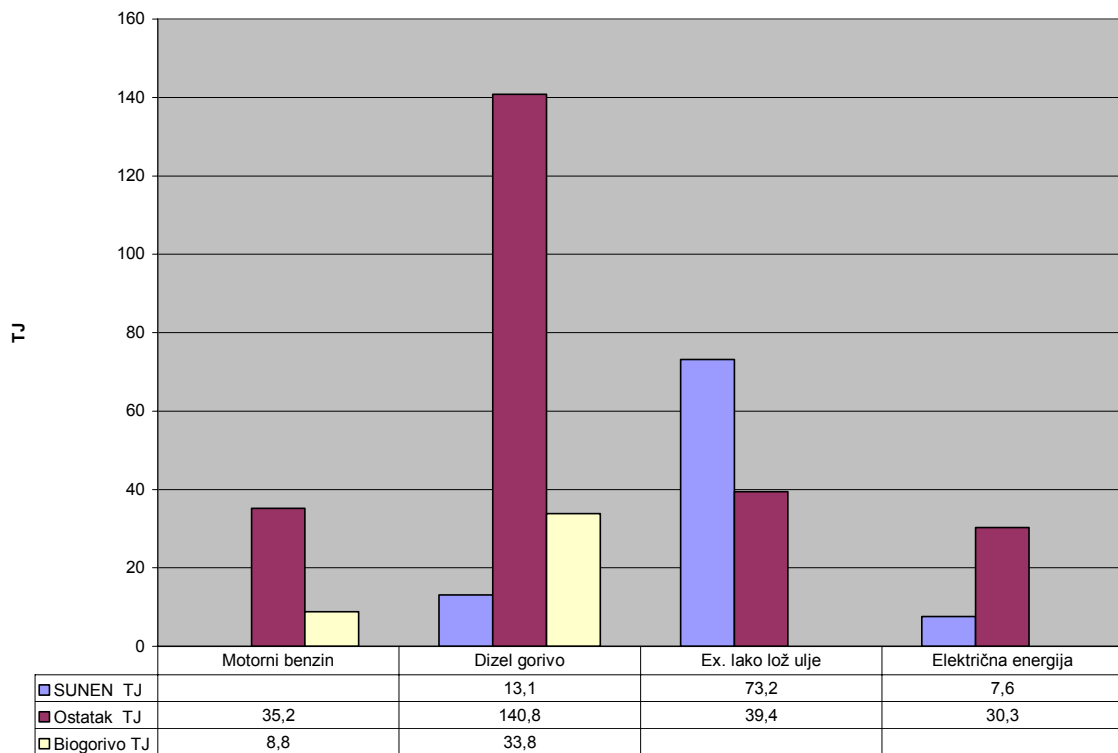
GRADITELJSTVO:

Tablica 22. Potrošnja graditeljstva SDŽ, oblici energije i njihova zamjenjivost

Opća potrošnja graditeljstva									
Oblici energije	Ukupno	upotrebljava se			moguć SUNEN			SUNEN od ukupno	biogorivo od ukupno
		Pogon strojeva i agregata	Motorni pogoni i rasvjeta	Ostalo	Pogon strojeva i agregata	Motorni pogoni i rasvjeta	Ostalo		
		%	%	%	%	%	%		
Motorni benzin	100	100	0	0	0	0	0	0	20
Dizel gorivo	100	90	0	10	0	0	65	7	18
Ex. lako loživo ulje	100	0	0	100	0	0	65	65	0
Električna energija	100	0	70	30	0	0	65	20	0

Tablica 23. Potrošnja graditeljstva SDŽ 2020. g., zamjenjivost sunčevom energijom i biogorivom

	Ugljen	Ogrjevno drvo	Plinsko gorivo	Motorni benzin	Mlazno gorivo	Dizel gorivo	Ex. lako loživo ulje	Loživo ulje	Tekuće gorivo	Električna energija	Para i vreća voda	UKUPNO
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
GRADITELJSTVO				44,0		187,7	112,5		344,3	37,9		382,2
Zamjenjivo SUNEN						7%	65%			20%		
						13,1	73,2		86,3	7,6		93,9
Zamjenjivo biogorivom				20%		18%						
				8,8		33,8			42,6			42,6
Ostatak				35,2		140,8	39,4		215,4	30,3		245,7



Slika 17. Potrošnja graditeljstva SDŽ 2020. g., zamjenjivost sunčevom energijom i biogorivom



Prvi korak provedene analize količinski je odredio zamjenjivost svakog pojedinog oblika energije koji se upotrebljava u neposrednoj potrošnji Splitsko-dalmatinske županije prema sektorima i podsektorima. Temeljem urađenog može se izvršiti sinteza prvog koraka, (tablica 24). Do tablice 24. došlo se zbrajanjem supstitucijskih potencijala iz prethodnih analiza - za industriju tablica 14, promet tablica 15, kućanstva tablica 17, usluge tablica 19, poljoprivreda tablica 21. i graditeljstvo tablica 23. Prikazanom sintezom (tablica 24) supstitucijski potencijal sunčeve energije prikazan je u zasebnom stupcu, kao i supstitucijski potencijal biogoriva za prometne potrebe. Preostali oblici i količine energije iz referentnog scenarija umanjani su za dio koji je zamijenjen. Dobiveni rezultati grafički su prikazani na slici 30.

**Tablica 24. Prvi korak izrade ublaženog scenarija – sunčeva energija i biogorivo u prometu**

Supstitucijski potencijal sunčeve energije i biogoriva u potrošnji SDŽ za 2020. g.	Ukupno ugljen	Ogrijevno drvo	Plinsko gorivo	Motorni benzin	Mlazno gorivo	Dizel gorivo	Elektrikno loživo ulje	Loživo ulje	Ukupno tekuće gorivo	Električna energija	Para i vrela voda	Biogorivo promet	Sunčeva energija	UKUPNO
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
<b>NEPOSREDNA POTROŠNJA</b>	388,7	875,4	927,1	5908,1	1662,3	4797,8	1251,2	3692,6	17228,8	5042,2	36,9	<b>3089,6</b>	<b>6650,3</b>	34239,0
<b>INDUSTRIJA</b>	366,1		71,3				436,0	3692,6	4128,6	1616,0			2314,8	8496,8
<b>PROMET</b>			78,8	5850,4	1662,3	4433,1			<b>11945,8</b>			3006,2		15030,8
željeznički						178,9			178,9			44,7		223,6
cestovni i pomorski			78,8	5850,4		4254,0			10104,4			2526,1		12709,3
zračni					1662,3				1662,3			415,6		2077,9
<b>OPĆA POTROŠNJA</b>	22,6	875,4	777,0	57,7		364,7	815,2		1154,3	3426,2	36,9	83,4	4335,5	10711,4
kućanstva	20,3	861,5	753,5				204,1		204,1	2736,0	34,5		3302,2	7912,1
usluge	2,3	14,0	23,5				523,0		523,0	653,8	2,4		842,5	2061,4
poljoprivreda				11,0		152,1	48,7		211,8	6,1		40,8	97,0	355,7
graditeljstvo				35,2		140,8	39,4		215,4	30,3		42,6	93,9	382,1
<b>GUBICI PRIJENOSA I DISTRIBUCIJE</b>														670,4
<b>POTROŠNJA ZA POGON</b>														39,6
<b>GUBICI TRANSFORMACIJA</b>														71,4
<b>SVEUKUPNO</b>														35020,4

### 2.6.3. Ukupni potencijal obnovljivih izvora energije Splitsko-dalmatinske županije

Analizom je određeno koji će se od ukupnog potencijala sunčeve energije realno moći iskoristiti u neposrednoj potrošnji Splitsko-dalmatinske županije do 2020. godine. Nakon što je određen iznos biogoriva za supstituciju 20 % fosilnih goriva u prometu do 2020. g. moglo se pristupiti određivanju ukupnog potencijala obnovljivih izvora energije na području Splitsko-dalmatinske županije do 2020. godine. Potencijal ostalih obnovljivih izvora, vjetra i malih hidroelektrana određen je potencijalom i lokalitetima za moguće iskorištavanje i točno je onolikog apsolutnog iznosa koji je prikazan u analizi potencijala u poglavlju 2.5. i u tolikom iznosu je na raspolaganju za primjenu, odnosno zamjenu upotrebljivanih

neobnovljivih oblika energije. Tablično je prikazan ukupni potencijal obnovljivih izvora Splitsko-dalmatinske županije 2020. godine. U potencijal je uvrštena i električna energija koja se već proizvodi u postojećim hidroelektranama Splitsko-dalmatinske županije. Na slici 31. grafički je prikaz ukupnog potencijala obnovljivih izvora energije Splitsko-dalmatinske županije 2020. godine.

<b>Obnovljivi izvori:</b>	<b>TJ</b>
SUNEN	6.650,3
BIOEN - promet	3.089,6
BIOEN - energetika	2.960,4
ENWIND	606,9
MAHE	400,6
Hidroelektrane postojeće	10.480,7
<b>UKUPNO</b>	<b>24.188,5</b>

Oblici mogućeg načina korištenja energija prikazanog potencijala obnovljivih izvora su različiti. Sunčeva energija je uglavnom predviđena za nisko temperaturnu pripremu tople vode putem toplana na sunčevu energiju. Energija iz zračnih turbina i malih hidropostrojenja koristi se za proizvodnju električne energije, istog finalnog proizvoda kao i potencijal voda velikih hidroelektrana. Potencijal biomase Splitsko-dalmatinske županije, prema provedenoj analizi, 50 % bi se mogao koristiti za proizvodnju biogoriva kao zamjenskog fosilnim gorivima u prometu, dok bi se drugih 50 % moglo koristiti u obliku tekuće ili krute biomase za zamjenu loživim uljima fosilnog podrijetla za izgaranje u energetske sektoru. Analize pokazuju da je proizvedeno biogorivo konkurentno po cijeni fosilnim tekućim gorivima, dok je značajno jeftinije ako se upotrebljava u obliku krute biomase. Primjenu preostalih obnovljivih izvora definirat će ova metoda analizom u drugom koraku. Time će se dobiti u svom konačnom obliku ublaženi scenarij energetskeg razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g.

#### 2.6.4. Primjena preostalih obnovljivih izvora energije – 2. korak

U ovom dijelu rada razmatra se na koji način preostale energente iz referentnog scenarija energetskeg razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. godine zamijeniti s preostalim raspoloživim potencijalom obnovljivih izvora energije. Postupak analize je sljedeći: Iz tablice 24, u kojoj su sintetizirani rezultati prvog koraka, oduzmu se iznosi maksimalne zamjenjivosti

sunčevom energijom (6.650,3 TJ), biogoriva (3.089,6) i preostalih 80 % fosilnih goriva (11.945,8 TJ) koja služe za potrebe u prometu (za to preostalo gorivo za sada ne postoji mogućnost zamjene i ono ostaje u tom obliku do daljnjega); svi podaci u tablici su masno otisnuti. Dobiveni rezultat je prikazan u tablici 25. Tablica prikazuje da za zadovoljenje energetske potreba u neposrednoj potrošnji Splitsko-dalmatinske županije do 2020. godine, prema referentnom scenariju, treba iznos od 12.474,4 TJ.

**Tablica 25. Drugi korak izrade ublaženog scenarija - preostala energija iz referentnog scenarija**

Drugi korak izrade ublaženog scenarija, preostali energenti iz referentnog scenarija SDŽ za 2020. g.	Ukupno ugljen	Ogijevno drvo	Pilinsko gorivo	Motorni benzin	Mlazno gorivo	Dizel gorivo	Ekstra teško loživo ulje	Loživo ulje	Ukupno tekuće gorivo	Električna energija	Para i vrela voda	Biogorivo promet	Sunčeva energija	UKUPNO
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
<b>NEPOSREDNA POTROŠNJA</b>	388,7	875,4	848,3	57,7	0,0	364,7	1251,2	3692,6	5283,0	5042,2	36,9	0,0	0,0	12474,4
<b>INDUSTRIJA</b>	366,1		71,3				436,0	3692,6	4128,6	1616,0				6182,0
<b>PROMET</b>			0,0						0,0					0,0
željeznički														0,0
cestovni i pomorski														0,0
zračni														0,0
<b>OPĆA POTROŠNJA</b>	22,6	875,4	777,0	57,7		364,7	815,2		1154,3	3426,2	36,9			6292,5
kućanstva	20,3	861,5	753,5				204,1		204,1	2736,0	34,5			4610,0
usluge	2,3	14,0	23,5				523,0		523,0	653,8	2,4			1219,0
poljoprivreda				11,0		152,1	48,7		211,8	6,1				217,9
graditeljstvo				35,2		140,8	39,4		215,4	30,3				245,7
<b>GUBICI PRIJENOSA I DISTRIBUCIJE</b>														670,4
<b>POTROŠNJA ZA POGON</b>														39,6
<b>GUBICI TRANSFORMACIJA</b>														71,4
<b>SVEUKUPNO</b>														13255,9

U drugom koraku se analizira kojim obnovljivim izvorima energije zamijeniti preostalih 12.474,4 TJ energije. Iz priloženog se vidi da je od obnovljivih izvora Splitsko-dalmatinske županije u prvom koraku supstituirano 9.739,9 TJ, te je za supstituciju u drugom koraku preostalo 14.448,6 TJ.

	UKUPNO TJ	1. korak TJ	2. korak TJ
SUNEN	6.650,3	6.650,3	0
BIOEN	6.050,0	3.089,6	2.960,4
ENWIND	606,9	0	606,9
MAHE	400,6	0	400,6
Hidroelektrane postojeće	10.480,7	0	10.480,7
<b>UKUPNO</b>	<b>24.188,0</b>	<b>9.739,9</b>	<b>14.448,6</b>

Iz iznesenog se vidi da, prema prikazanoj energetske bilanci, Splitsko-dalmatinska županija raspolaže do 2020. g. s još 14.448,6 TJ energije iz obnovljivih izvora. Istovremeno je, prema

referentnom scenariju, potrebno energije za zadovoljenje neposredne potrošnje u tom razdoblju 12.474,4 TJ. Preostali oblici energije, koje treba zamijeniti s obnovljivom energijom prema vrstama i količinama (tablica 25), su:

<b>Postojeći oblici energije:</b>	<b>TJ</b>
Električna energija	5.042,2
Tekuće gorivo (industrija i opći sektor)	5.283,0
Plin	848,3
Ogrjevno drvo	875,4
Ugljen	388,7
Para i vrela voda	36,9
<b>UKUPNO</b>	<b>12.474,5</b>

Analizirajući preostale oblike i količine energije i one iz obnovljivih izvora koji ih mogu zamijeniti dolazi se do sljedećih zaključaka: Električnu energiju 5.042,2 TJ ne treba zamijeniti jer je to oblik energija dobiven iz obnovljivih izvora. Splitsko-dalmatinska županija proizvodi dvostruko više električne energije iz postojećih hidroelektrana od svojih trenutnih potreba. Energija malih hidroelektrana i energija vjetra daju također električnu energiju kao oblik energije za konačnu uporabu. Preostala energija tekućeg goriva 2.322,6 TJ, plina 848,3 TJ, ogrjevnog drva 875,4, ugljena 388,7 TJ te pare i vrele vode 36,9 TJ, zamjenjuje se s električnom energijom iz navedenih izvora. Tekuće gorivo za industriju i opći sektor može se supstituirati s preostalim 2.960,4 TJ biogoriva. Oblik u kojem bi se koristilo može biti kruto ili tekuće. Ako na ovaj način prokomentirane rezultate analize u drugom koraku zamijenimo s preostalim oblicima energije iz referentnog scenarija (tablica 24) u koji su već uneseni rezultati supstitucije prvog koraka, (maksimalna moguća supstitucija sunčevom energijom i biogorivom u prometu, i nesupstitucijski dio goriva u prometu; masno otisnuti rezultati) dobivamo tablicu 37. Tablica predstavlja ublaženi scenarij energetskeg razvoja Splitsko-dalmatinske županije 2020. g. koji pretpostavlja maksimalni potencijal obnovljivih izvora energije u neposrednoj potrošnji. Rezultati su prikazani u poglavlju 3.3. Ublaženi scenarij a dijagramski prikaz rezultata je na slici 32.

## 2.7. IPCC METODOLOGIJA

### 2.7.1. Opis IPCC metodologije

Proračun emisije stakleničkih plinova jedan je od osnovnih koraka u sustavnom razmatranju i rješavanju problema vezanih za klimatske promjene i izuzetno je složen postupak. Za potrebe proračuna može se koristiti konvencijom propisana IPCC metodologija (Intergovernmental Panel of Climate Change) izračunavanja emisija stakleničkih plinova. Metodologija je razrađena i prilagođena široj uporabi putem priručnika IPCC (Guidelines for National GHG Inventories), Revised 1996. [39] i iskustvima iz prakse (Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National GHG Inventories) [40]. Metodologija i sustavnost u pristupu omogućavaju osiguranje načela transparentnosti, konzistentnosti, usporedivosti, potpunosti i točnosti proračuna. Metodologija je razrađena u detalje te nacionalnim izvješćima ostavlja jedino potrebu organizacije u načinu prikupljanja podataka. Navedeni priručnik [39] razrađen je u tri knjige. Prva knjiga sadrži detaljne upute za izvješćivanje; nastoji da svim korisnicima priručnika omogući uspoređivanja dobivenih rezultata. Druga radna knjiga namijenjena je onima koji uspostavljaju sustav izvješćivanja prema IPCC metodologiji. Ona ih vodi korak po korak izračunu emisija ugljičnog dioksida, metana, dušičnog oksida, halokarbona, ozona i aerosola. Koncipirana je modulima i radnim tablicama (excel) za proračun i nizom uputa kako bi pomogla ekspertima u zemljama koje ne koriste IPCC metodologiju. Priručnik im pomaže da istu počnu primjenjivati i daje im mogućnost aktivnog sudjelovanja u programu izvješćivanja o emisijama stakleničkih plinova. Treća knjiga omogućava pregled informacija o načinima emisija za šire područje stakleničkih plinova i nastoji pomoći sudionicima, na svim nivoima, da razumiju procese vezane uz emisije stakleničkih plinova.

IPCC metodologija proračunavanja razrađena je u šest sektora. To su energetika, industrijski procesi, poljoprivreda, prenamjena u korištenju zemljišta i šuma, gospodarenje otpadom i ostalo. U radnoj knjizi (tom 2) Priručnika za proračun stakleničkih plinova [39] razrađena je kompletna metodologija izračuna. Ponuđene su tipizirane radne tablice koje se mogu ispunjavati ručno (excel) ili se može koristiti softverski paket. Metodologija omogućava uputama korak po korak, nizom tablica za izračun, pomoćnih tablica, raznim faktorima preračunavanja prilično pojednostavljenje izrade proračuna. Dobiveni podaci su usporedivi s podacima različitih nacionalnih izvješća, te se mogu uklopiti u zajednička globalna proračunavanja. Najznačajniji dio posla za izradu nacionalnih izvješća predstavlja

organiziranje i izrada baze podataka za popunjavanje ponuđenih načina proračuna IPCC metodologijom.

### 2.7.2. Primjer proračuna emisija CO<sub>2</sub> iz energetskeg sektora

Proračun emisija CO<sub>2</sub> iz energetskeg sektora bit će prikazan na primjeru Splitsko-dalmatinske županije za 2003. g. Emisije CO<sub>2</sub> iz energetskeg sektora daleko su najveće u izvješćima o emisijama RH, samim tim i Splitsko-dalmatinske županije. U radu je dat naglasak upravo na te emisije kao najznačajnije. Prema izvješću o ukupnim emisijama stakleničkih plinova Republike Hrvatske za 1995. g. [7], podaci o emisijama su prikazani u tablici 30. Iz prikazane tablice je vidljivo da emisije iz energetskeg sektora iznose 73,47 % ukupnih emisija, a od toga se 92,2 % odnosi na emisije CO<sub>2</sub> (tablica 31). S obzirom na izneseno, čitava radnja je koncipirana na utvrđivanju potrošnje energenata iz energetskeg sektora. IPCC metodologija proračuna emisija CO<sub>2</sub> u energetskeg sektoru, omogućit će izračun emisija u referentnom scenariju, kao i njihovo smanjenje prema ublaženom scenariju. Za izračun ukupnih emisija poslužit će se metodom proporcionalnosti. U daljnjem tekstu detaljnije će se opisati IPCC metodologija izračuna emisija CO<sub>2</sub> uslijed izgaranja goriva u energetskeg sektoru. Proračun emisije CO<sub>2</sub> uslijed izgaranja goriva provodi se na dva načina. Jedan način je sektorski pristup (sectoral approach), a drugi referentni pristup (reference approach). Oba načina proračuna prikazana su u šest koraka: u prvom koraku definira se količina potrošnje, u sljedećima preračunavanje mjernih jedinica, izračun sadržaja ugljika, računanje ugljika koji se zadržava u proizvodu, povezivanje ugljika s kisikom i šesti korak je računanje emisija CO<sub>2</sub>. Za proračun su priloženi moduli i tablice (excel). Sektorski pristup je dosta složeniji i detaljniji za izračun. Ima posebno pripremljene tablice za industriju, transport, opći sektor, te njihove podsektore. U njih se unesu podaci o potrošnji po vrstama goriva, a aktivni tablični kalkulator ih proračunava. Referentni pristup je dosta jednostavniji. Za izračun pomoću njega ponuđena je samo jedna tablica s vrstama goriva korištenih u nacionalnoj energetici i dvije pomoćne tablice. Razlike u dobivenim rezultatima su oko 3 %, što je prihvatljivo.

IPCC metodologije izračuna emisije stakleničkih plinova referentnim pristupom pobliže će se opisati konkretnim primjerom izračuna emisija CO<sub>2</sub> Splitsko-dalmatinske županije za 2003. godinu. Na taj način će IPCC metodologija biti objašnjena u cijelosti, jer su na isti način koncipirane tablice za izračun sektorskim pristupom, te se za proračun koristi isti postupak. Tablicama 27, 28. i 29. prikazana je jedinstvena tablica za izradu proračuna po IPCC metodologiji, priložena u drugom tomu priručnika na stranama 1.33 – 1.35 [39]. Prije opisa

samog postupka važno je objasniti pojmove: pohranjeni ugljik, internacionalno bunkeriranje goriva i biomasa.

Pohranjeni ugljik: Sva fosilna goriva ne izgaraju u energetsom sektoru. Neka služe kao sirovina za izradu plastike, a neka se koriste u ne energetsom sektoru za izradu bitumena i asfalta. Ugljik u njima ne oksidira i ne stvara emisije CO<sub>2</sub> u atmosferu, već ostaje ugrađen u proizvod pa ga se naziva pohranjeni ugljik. Za njegov ukupni izračun i evidenciju postoji pomoćna tablica. Taj podatak služi za proračun i u tablicama 27, 28. i 29.

Internationalno bunkeriranje goriva: U internacionalnom zračnom i pomorskom prometu gorivo se nekada kupuje vani a troši u nacionalnom teritoriju, i obrnuto. Za kvantificiranje količina i vrsta goriva također je ponuđena pomoćna tablica. Taj podatak također služi za proračun i u tablicama 27, 28. i 29.

Biomasa: U tablicama 27, 28. i 29. emisija biomase se prikazuje samo radi informacije, ne ulazi u bilancu ukupnih emisija, sve dok je hipotetski potrošnja biomase manja ili jednaka njezinom uzgoju. Ukoliko se dogodi neravnoteža, ona se proračunava kroz sektor prenamjena u korištenju zemljišta i šuma.

U tablici 26. prikazano je zaglavlje tablice s proračunskim podacima. U tablici 27. prvi stupac sadrži podjelu goriva na kruta, tekuća i biomasu. Unutar njih, podjelu po namjeni, primarnoj ili finalnoj, te konačno po vrstama goriva. Nakon upoznavanja s tablicom slijedi opis postupka proračuna. IPCC je priredio tablice u aktivnom tabličnom kalkulatoru. Unošenjem podataka, prema priloženim uputama, tablični kalkulator ponudi rezultat. Pored tablica za ručno izračunavanja IPCC raspolaže i programom za računalsko izračunavanje emisija.

**Tablica 26. IPCC metodologija proračuna emisija CO<sub>2</sub> iz energetsog sektora, zaglavlje tablice**

<b>MODULE</b>	<b>ENERGY</b>
<b>SUBMODULE</b>	<b>CO<sub>2</sub> FROM ENERGY SOURCES (REFERENCE APPROACH)</b>
<b>WORKSHEET</b>	<b>1-1</b>
<b>SHEETS</b>	<b>1 OF 5</b>
<b>COUNTRY</b>	<b>RH, Splitsko-dalmatinska županija</b>
<b>YEAR</b>	<b>2003.</b>

Tablica 27. IPCC metodologija proračuna emisija CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora, 1. korak  
(primjer SDŽ 2003. g.)

			STEP 1					
			A Production	B Imports	C Exports	D International Bunkers	E Stock Change	F Apparent Consumption
<b>FUEL TYPES</b>								F=(A+B -C-D-E)
Liquid Fossil	Primary Fuels	Crude Oil						0,00
		Orimulsion						0,00
		Natural Gas Liquids						0,00
	Secondary Fuels	Gasoline						0,00
		Jet Kerosene						0,00
		Other Kerosene						0,00
		Shale Oil						0,00
		Gas / Diesel Oil						0,00
		Residual Fuel Oil						0,00
		LPG						0,00
		Ethane						0,00
		Naphtha						0,00
		Bitumen						0,00
		Lubricants						0,00
		Petroleum Coke						0,00
Refinery Feedstocks						0,00		
Other Oil						0,00		
Liquid Fossil Totals								
Solid Fossil	Primary Fuels	Anthracite (a)						0,00
		Coking Coal						0,00
		Other Bit. Coal						0,00
		Sub-bit. Coal						0,00
		Lignite						0,00
		Oil Shale						0,00
	Peat						0,00	
	Secondary Fuels	BKB & Patent Fuel						0,00
Coke Oven/Gas Coke							0,00	
Solid Fuel Totals								
Gaseous Fossil		Natural Gas (Dry)						0,00
<b>Total</b>								
Biomass total								
		Solid Biomass						0,00
		Liquid Biomass						0,00
		Gas Biomass						0,00



**Tablica 28. IPCC metodologija proračuna emisija CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora, 2. i 3. korak (primjer SDŽ 2003. g.)**

STEP 2		STEP 3		
G <sup>(b)</sup> Conversion Factor (TJ/Unit)	H Apparent Consumption (TJ)  H=(F×G)	I Carbon Emission Factor (t C/TJ)	J Carbon Content (t C)  J=(H×I)	K Carbon Content (Gg C)  K=(J/1000)
	2.595,60	22	57.103,20	57,10
	0,00		0,00	0,00
	0,00		0,00	0,00
	4.477,70	18,9	84.628,53	84,63
	1.260,60	19,5	24.581,70	24,58
	0,00		0,00	0,00
	0,00		0,00	0,00
	3.630,90	20,2	73.344,18	73,34
	0,00		0,00	0,00
	702,20	17,2	12.077,84	12,08
	0,00		0,00	0,00
	0,00		0,00	0,00
	0,00		0,00	0,00
	0,00		0,00	0,00
	0,00		0,00	0,00
	1.515,70	20,2	30.617,14	30,62
	14.182,70		282.352,59	282,35
	0,00		0,00	0,00
	0,00		0,00	0,00
	416,90	25,8	10.756,02	10,76
	0,00		0,00	0,00
	0,00		0,00	0,00
	0,00		0,00	0,00
	0,00		0,00	0,00
	0,00		0,00	0,00
	0,00		0,00	0,00
	0,00		0,00	0,00
	0,00		0,00	0,00
	416,90		10.756,02	10,76
	0,00		0,00	0,00
	<b>14.599,60</b>		<b>293.108,61</b>	<b>293,11</b>
	1.887,30		56.430,27	56,43
	1.887,30	29,9	56.430,27	56,43
	0,00		0,00	0,00
	0,00		0,00	0,00

**Tablica 29. IPCC metodologija proračuna emisija CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora, 4, 5. i 6. korak (primjer SDŽ 2003. g.)**

STEP 4		STEP 5		STEP 6
L Carbon Stored  (Gg C)	M Net Carbon Emissions  (Gg C)	N Fraction of Carbon Oxidised	O Actual Carbon Emissions  (Gg C)	P Actual CO <sub>2</sub> Emissions  (Gg CO <sub>2</sub> )
	M=(K-L)		O=(MxN)	P=(Ox[44/12])
0,00	57,10	0,99	56,53	207,28
0,00	0,00		0,00	0,00
0,00	0,00		0,00	0,00
0,00	84,63	0,99	83,78	307,20
0,00	24,58	0,99	24,34	89,23
0,00	0,00		0,00	0,00
0,00	0,00		0,00	0,00
0,00	73,34	0,99	72,61	266,24
0,00	0,00		0,00	0,00
0,00	12,08	0,995	12,02	44,06
0,00	0,00		0,00	0,00
0,00	0,00		0,00	0,00
0,00	0,00		0,00	0,00
0,00	0,00		0,00	0,00
0,00	0,00		0,00	0,00
0,00	0,00		0,00	0,00
0,00	30,62	0,99	30,31	111,14
0,00	282,35		279,59	1.025,16
0,00	0,00		0,00	0,00
0,00	0,00		0,00	0,00
0,00	10,76	0,98	10,54	38,65
0,00	0,00		0,00	0,00
0,00	0,00		0,00	0,00
0,00	0,00		0,00	0,00
0,00	0,00		0,00	0,00
0,00	0,00		0,00	0,00
0,00	10,76		10,54	38,65
0,00	0,00		0,00	0,00
<b>0,00</b>	<b>293,11</b>		<b>290,13</b>	<b>1.063,81</b>
0,00	56,43		55,87	204,84
0,00	56,43	0,99	55,87	204,84
0,00	0,00		0,00	0,00
0,00	0,00		0,00	0,00

Prvi korak - računa se ukupna potrošnja. Do nje se dođe bilancom, zbrajanjem i oduzimanjem, proizvedenog goriva (stupac A), uvezenog goriva (stupac B), izvezenog goriva

(stupac C), prodanog u internacionalnom bunkeru (stupac D), te prodanog na tržištu (stupac E).

Drugi korak – preračunava se jedinica mase u toplinske jedinice goriva. U stupcu (G) se upisuju jedinice pretvorbe ovisno u kojim jedinicama je računana ukupna potrošnja. Stupac (H) dobije se umnoškom (F) i (G), odnosno potrošnja u TJ. Za prikazani proračun emisija iz energetskog sektora Splitsko-dalmatinske županije za 2003. postoje samo ukupni podaci o neposrednoj potrošnji u energetskom sektoru u TJ i vrstama goriva, pa su u oglednom primjeru podaci izravno upisani u stupac (H).

Treći korak - računa se sadržaj ugljika u gorivu. U stupcu (I) upisuje se faktor emisije ugljika. On se izabere iz tablice na str. 1.6 u drugoj knjizi priručnika [39]. U stupcima (J) i (K) izračuna se sadržaj ugljika u t, odnosno u Gg.

Četvrti korak - računa se čista emisija ugljika. Ukoliko se neka od navedenih goriva koriste i kao sirovina za proizvodnju, pomoću posebne pomoćne tablice koja se nalazi na str. 1.37 druge knjige priručnika [39], radi se proračun za količinu ugljika koji će ostati u proizvodu, odnosno neće biti emitirano u atmosferu. Taj se podatak unosi u stupac (L). Čista emisija ugljika, stupac (M) dobije se kad se sačuvani ugljik stupac (L) oduzme od sadržaja ugljika, stupac (K).

Peti korak - računa se stvarna emisija ugljika. Stupac (O) dobije se množenjem stupca (M) i stupca (N). Stupac (N) sadrži faktor povezivanja goriva s kisikom a nalazi se u tablici na str. 1.8 druge knjige priručnika [39].

Šesti korak - izračunava se stvarna emisija CO<sub>2</sub>, množenjem stvarne emisije ugljika, stupac (O) sa 44/12. Na dnu stupca (P) dobije se ukupni rezultat emisija CO<sub>2</sub> i informacija o emisijama CO<sub>2</sub> iz biomase.

Izračunom dobiveni rezultat o ukupnim emisijama Splitsko-dalmatinske županije za 2003. godinu, primjenom opisanog tabličnog kalkulatora a temeljem unesenih podataka o potrošenim količinama i vrstama energenata za promatranu godinu, iznosi 1.063,8 Gg CO<sub>2</sub> i 204,84 Gg CO<sub>2</sub> od biomase.

### 2.7.3. Iskustva izvješćivanja o emisijama stakleničkih plinova

U Republici Hrvatskoj je, i prije izrade izvješća po IPCC metodologiji, postojalo sustavno procjenjivanje emisije onečišćujućih tvari u zrak. Iako je i ranije bilo povremenih procjena, redovita godišnja izvješća o proračunu emisije u zrak određenih onečišćujućih tvari, u nadležnosti su Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, a provode se od 1995. godine. Korištena metodologija ili metodologija na koju su se naslanjali proračuni bila je europska CORINAIR metodologija. Također, 1996. godine, u Hrvatskoj je započeta uspostava Nacionalnog katastra emisije u okoliš KEO, koji bi trebao postati glavna podloga i baza podataka za izračun emisija u okoliš. Prvo nacionalno izvješće odnosi se na razdoblje od 1990. do 1995. godine[7] i nije koristilo KEO kao izravni izvor podataka već kao provjeru za određene pojedinačne izvore. Napominje se da u Hrvatskoj postoje podaci o emisijama stakleničkih plinova do 1999. godine, ali za razdoblje od 1996 - 1999. godine nije proveden proračun po IPCC metodologiji.

Osnova sustava za izradu izvješća po IPCC metodologiji 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. Ovisno o kojem sektoru je riječ, kod nas se za sada prikupljaju podaci 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 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), energetska bilanca (EIHP) te podaci iz obrazaca KEO (MZOPU). 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, HEP, INA, ZGO, APO, 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 (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 sadrži sve relevantne informacije, za određenu vrstu ulaznih podataka, o podrijetlu i kvaliteti podataka te o mogućim budućim poboljšanjima. Znakovito je da se u ovom trenutku obrasci arhiviraju kao tekstualne datoteke/papirne kopije, ali s mogućnošću pretvorbe u elektronsku bazu podataka u budućnosti.

Nasuprot opisanom dosadašnjem radu, IPCC metodologija je metodološki i tablično koncipirana i postavljena da omogućava automatsku obradu podataka konzistentnih i usporedivih s drugim nacionalnim gospodarstvima. Jednako tako, ako se njihovo prikupljanje organizira na nižem nivou kao što je u ovom slučaju Splitsko-dalmatinska županija, podaci su usporedivi na nivou regija. Kao što se pokazalo opisanim postojećim stanjem IPCC metodologije, sustav za prikupljanje i obradu podataka je postavljen na nacionalnoj razini, u nadležnosti Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, a zasniva se na različitim oblicima prikupljanja podataka. Ne postoje lokalni podsustavi na isti način koncipirani i organizirani kojim bi se mogle obraditi prikupljene informacije na nižim, lokalnim razinama i koje bi se ukomponirale u zajedničko nacionalno izvješće.

Istraživanjem i izračunavanjem emisije na određenoj razini uočavaju se određene specifičnosti. Specifičnosti koje bi se uočile izračunom emisija na lokalnoj razini mogu ukazati na elemente koji najviše i najbrže mogu rezultirati smanjenjem emisije. Ti elementi mogu biti supstitucija goriva kod krajnjih potrošača, supstitucija goriva za proizvodnju toplinske energije, štednja energije različitim mjerama, povećanje efikasnosti energetske pretvorbe i slično.

## **2.8. FINANCIJSKI EFEKTI SMANJENJA EMISIJA CO<sub>2</sub>**

### **2.8.1. Opis načina rada**

Referentni scenarij energetskog razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. godine podrazumijeva korištenje uobičajenih oblika energije. Energetski oblici koji se uobičajeno

koriste imaju svoju prodajnu cijenu formiranu na način da se prodajnom cijenom energije u roku od 20 – 25 godina ostvari povrat uloženog novca za izgradnju postrojenja za proizvodnju tog oblika energije uz istovremenu naplatu nabavne cijene primarnog oblika energije koje postrojenje upotrebljava. Prelaskom na korištenje obnovljivih izvora energije, u cilju smanjenja emisija CO<sub>2</sub> iz energetskeg sektora, treba ulagati u nove energetske sustave za iskorištavanje obnovljive energije. Pristup ulaganju je isti kao i kod konvencionalnih energetskeg izvora, gdje se prodajnom cijenom energije za određeno razdoblje od 20 - 25 godina treba osigurati povrat uloženog novca u postrojenje za iskorištavanje obnovljive energije. Ovdje prikazana metodologija ima cilj odrediti cijenu specifičnog smanjenja emisija stakleničkih plinova za svaki obnovljivi izvor. To se postiglo na način da se razlika u prodajnoj cijeni energije kroz jednako dugo eksploatacijsko razdoblje za konvencionalno i postrojenje s obnovljivom energijom, u kojem se očekuje povrat uloženog novca, podijeli sa smanjenjem emisija CO<sub>2</sub> u energetskeg sektoru koje nastaju prelaskom sa sustava za konvencionalno korištenje energije na korištenje energije iz obnovljivih izvora. Za neke oblike energije taj će specifični trošak smanjenja emisija CO<sub>2</sub> biti pozitivnog predznaka, što znači da će se smanjenje odvijati korištenjem skuplje energije. Za neke oblike energije će biti negativnog predznaka, što znači da će se smanjenje emisija odvijati uz uporabu jeftinije energije od konvencionalne.

Za provedbu analize korišteni su podaci o cijenama energije iz sustava za korištenje energije obnovljivih izvora obrađeni u predavanju pod nazivom «Obnovljivi izvori – ekonomski aspekti» [60]. Kroz prodajne cijene oblika energije, obrađena su financijska ulaganja uz eksploatacijski vijek postrojenja 20 – 25 godina.

Radi provjere proračuna podaci o cijenama s kojima je rađena analiza uspoređeni su s cijenom toplinske energije iz sunčeve toplane  $0,033 \text{ EUR}/\text{kWh}$  ( $67,83 \text{ kn}/\text{GJ}$ ) [29] i cijenom toplinske energije iz zagrebačke ELTO  $17,94 \text{ DM}/\text{MWh}$  ( $19,93 \text{ kn}/\text{GJ}$ ) [61].

Za vrednovanje energetske i ekonomske opravdanosti uvođenja biogoriva kao supstituta gorivima fosilnog podrijetla u projektu uvođenja proizvodnje biodizel goriva u Republiku Hrvatsku razmatrani su podaci izneseni u okviru projekta Promocija proizvodnje bio dizelskog goriva u Republiku Hrvatsku (XP/CRO/03/022). U njemu su razmatrana tri organizacijsko-gospodarska modela proizvodnje i korištenja biodizel goriva: A, B i C. U odnosu na prodajnu cijenu dizel goriva, cijena biodizel goriva u predviđenim modelima se kreće  $\pm 10 \%$ . Uzimajući u obzir podatke iz Projekta te promjenjivost i stalno rastuću cijenu

goriva, za potrebe analize se pretpostavila ista cijena biodizel i dizel goriva (na dan 3. travnja. 2006. g. cijena je iznosila 7,38kn/l).

Za specifične emisije različitih oblika energije u tCO<sub>2</sub>/GJ koje ispuštaju svojim izgaranjem u atmosferu korišteni su podaci iz literature [27] (str. 39). i podaci o emisijama CO<sub>2</sub> iz energetskeg sektora dobiveni IPCC metodologijom (tablice 40. i 42).

Dobiveni pojedinačni podaci za sve obnovljive izvore omogućit će izračun financijskog efekta ublaženog scenarija u odnosu na referentni scenarij energetskeg razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. Rezultat izračuna financijskih efekata za smanjenje emisija CO<sub>2</sub> prikazan je u poglavlju 3.5.3. Financijski efekti smanjenja emisija u energetskeg sektoru.

#### 2.8.2. Sunčeva energija, financijski efekti smanjenja emisija CO<sub>2</sub>

Sustavi za visokotemperaturnu primjenu sunčeve energije i sustavi fotonaponske primjene, pružaju mogućnosti za rješavanje specifičnih problema. Sustave niskotemperaturne primjene sunčeve energije treba podupirati u što većoj mjeri. Stoga su u prikazanoj analizi primjene sunčeve energije u izradi ublaženog scenarija energetskeg razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. sustavi niskotemperaturne primjene sunčeve energije dominantni. U daljnjem tekstu prikazani su specifični troškovi mjera za smanjenje emisija stakleničkih plinova korištenjem postrojenja niskotemperaturne sunčeve energije u odnosu na sustav za niskotemperaturnu toplinsku energiju iz sustava s gorivom fosilnog podrijetla. Pri tome je u primjeru termoenergetskeg postrojenja na fosilno gorivo obrađeno plinsko postrojenje s kogeneracijom, prema uvodno prikazanim podacima o cijenama. Pri tome je:

$$CE_t - \text{cijena niskotemperaturne toplinske energije iz fosilnih goriva} = 24,36 \text{ kn/GJ}$$

$$EM_t\text{CO}_2 - \text{emisije CO}_2 \text{ iz toplane na fosilna goriva} = 0,074 \text{ tCO}_2/\text{GJ}$$

$$CE_{\text{sun}} - \text{cijena niskotemperaturne sunčeve energije} = 78,97 \text{ kn/GJ}$$

$$EM_{\text{sun}}\text{CO}_2 - \text{emisija CO}_2 \text{ iz sustava na sunčevu energiju} = 0 \text{ tCO}_2/\text{GJ}$$

Da bi se prelaskom na novu tehnologiju odredio specifični trošak smanjenja emisija stakleničkih plinova:

$$C_{SUN_{\text{spec}}} \text{ kn/tCO}_2 - \text{specifični trošak smanjenja emisija CO}_2 \text{ za sunčevu energiju}$$

poslužilo se sljedećim proračunom:

$$C SUN_{spec} = \frac{\text{razlika u spec. cijeni energije } \frac{\text{kn}}{\text{GJ}}}{\text{spec. smanjenje emisija } CO_2 \frac{\text{tCO}_2}{\text{GJ}}} \frac{\text{kn}}{\text{tCO}_2}$$

pri čemu je razlika u specifičnoj cijeni energije razlika u cijeni specifične niskotemperaturne sunčeve energije i niskotemperaturne toplinske energije dobivene iz toplane na fosilna goriva:

$$\text{razlika u spec. cijeni energije} = (CE_{sun} - CE_t) \frac{\text{kn}}{\text{GJ}}$$

Specifično smanjenje emisije predstavlja veličinu ukupnog smanjenja emisija stakleničkih plinova, a dobije se razlikom u emisijama stakleničkih plinova stare tehnologije i emisijama plinova nove tehnologije

$$\text{spec. smanjenje emisija } CO_2 = (EM_t CO_2 - EM_{sun} CO_2) \frac{\text{tCO}_2}{\text{GJ}}$$

Uvrštenjem u početnu jednadžbu dobiva se sljedeće:

$$C SUN_{spec} = \frac{(CE_{sun} - CE_t)}{(EM_t CO_2 - EM_{sun} CO_2)} \frac{\text{kn}}{\text{tCO}_2}$$

Uvrštenjem iznosa dobiva se sljedeće:

$$C SUN_{spec} = \frac{(78,97 - 24,36)}{(0,074 - 0,0)} \frac{\text{kn}}{\text{tCO}_2}$$

Izračunom se dobiva:

$$C SUN_{spec} = 737,97 \frac{\text{kn}}{\text{tCO}_2}$$

Dobiveni podaci o specifičnoj cijeni troška za smanjenje emisija usporedivi su s troškovima prikazanim u literaturi [16] (str. 265; slika 8.1.7).

### 2.8.3. Energija vjetra, financijski efekti smanjenja emisija CO<sub>2</sub>

U ovom dijelu prikazani su specifični troškovi mjera za smanjenje emisija stakleničkih plinova korištenjem postrojenja za iskorištavanje energije vjetra. Pilot-projektom razmatrano je ulaganje u vjetroelektranu Vis 3. Prodajna cijena električne energije uspoređena je



s cijenom električne energije iz plinskog kogeneracijskog postrojenja prema uvodno prikazanim podacima. Pri tome je:

$$CE_e - \text{cijena električne energije iz elektrane na fosilna goriva} = 135 \text{ kn/GJ}$$

$$EM_e CO_2 - \text{emisije CO}_2 \text{ iz elektrane na fosilna goriva} = 0,074 \text{ tCO}_2/\text{GJ}$$

$$CE_{wind} - \text{cijena električne energije iz vjetroelektrane} = 121,39 \text{ kn/GJ}$$

$$EM_{wind} CO_2 - \text{emisija CO}_2 \text{ iz vjetroelektrane} = 0 \text{ tCO}_2/\text{GJ}$$

Da bi se prelaskom na proizvodnju električne energije tehnologijom zračnih turbina u odnosu na elektrane na fosilna goriva mogao odrediti specifični trošak smanjenja emisija stakleničkih plinova:

$$C WIND_{spec} \text{ kn/tCO}_2 - \text{specifični trošak smanjenja emisija CO}_2 \text{ za vjetroelektranu}$$

poslužilo se sljedećim proračunom:

$$C WIND_{spec} = \frac{\text{razlika u spec. cijeni energije } \frac{\text{kn}}{\text{GJ}}}{\text{spec. smanjenje emisija CO}_2 \frac{\text{tCO}_2}{\text{GJ}}} \frac{\text{kn}}{\text{tCO}_2}$$

pri čemu je razlika u specifičnoj cijeni energije, razlika u specifičnoj cijeni električne energije iz vjetroelektrane i električne energije iz elektrane na fosilna goriva:

$$\text{razlika u spec. cijeni energije} = (CE_{wind} - CE_e) \frac{\text{kn}}{\text{GJ}}$$

Specifično smanjenje emisije predstavlja veličinu ukupnog smanjenja emisija stakleničkih plinova, a dobije se razlikom u emisijama stakleničkih plinova stare tehnologije i emisijama plinova nove tehnologije

$$\text{spec. smanjenje emisija CO}_2 = (EM_e CO_2 - EM_{wind} CO_2) \frac{\text{tCO}_2}{\text{GJ}}$$

Uvrštenjem u početnu jednadžbu dobiva se sljedeće:

$$C WIND_{spec} = \frac{(CE_{wind} - CE_e)}{(EM_e CO_2 - EM_{wind} CO_2)} \frac{\text{kn}}{\text{tCO}_2}$$

Uvrštenjem iznosa dobiva se sljedeće:

$$C WIND_{spec} = \frac{(121,39 - 130,00)}{(0,074 - 0,0)} \frac{\text{kn}}{\text{tCO}_2}$$

Izračunom se dobiva:

$$C WIND_{spec} = -116,35 \frac{\text{kn}}{\text{tCO}_2}$$

Na prikazanom primjeru se može uočiti da je tehnologija korištenja vjetroelektrana već toliko razvijena da cijena proizvedene električne energije može biti niža nego ona proizvedena fosilnim gorivom u kogeneracijskom postrojenju, pa uz ukupno smanjenje emisija CO<sub>2</sub> omogućava i istovremeno ostvarivanje financijske dobiti. Stoga ne čudi dokument Europske unije iz travnja 1999. pod nazivom Energy for the Future: Renewable Sources of Energy – Campaign for Take-off, u kojem je iznijeta procjena i potpora za razdoblje do 2003. g. za izgradnju 10.000 MW elektrana na vjetar ukupne vrijednosti deset milijardi eura. Isto tako ne čudi najnovija Deklaracija Vijeća, Europa Nostra, koja potvrđuje da se s izgradnjom elektrana na vjetar pretjeralo i da se dogodilo, po tko zna koji put, da se rješavajući jedan problem izazvao drugi.

#### 2.8.4. Energija malih hidroelektrana, financijski efekti smanjenja emisija CO<sub>2</sub>

U ovom dijelu istim modelom obrađuju se specifični troškovi mjera za smanjenje emisija stakleničkih plinova korištenjem malih hidroelektrana. Razmatrano je ulaganje u malu hidroelektranu Kupa u okviru pilot-projekta. Prodajna cijena električne energije uspoređena je s cijenom električne energije iz plinskog kogeneracijskog postrojenja prema uvodno prikazanim podacima. Pri tome je:

$$CE_e - \text{cijena električne energije iz elektrane na fosilna goriva} = 135,00 \text{ kn/GJ}$$

$$EM_e \text{CO}_2 - \text{emisije CO}_2 \text{ iz elektrane na fosilna goriva} = 0,074 \text{ tCO}_2/\text{GJ}$$

$$CE_{MAHE} - \text{cijena električne energije iz male hidroelektrane} = 87,78 \text{ kn/GJ}$$

$$EM_{MAHE} \text{CO}_2 - \text{emisija CO}_2 \text{ iz male hidroelektrane} = 0 \text{ tCO}_2/\text{GJ}$$

Da bi se prelaskom na novu tehnologiju odredio specifični trošak smanjenja emisija stakleničkih plinova:

$$C MAHE_{spec} \text{ kn}/\text{tCO}_2 - \text{specifični trošak smanjenja emisija CO}_2 \text{ za malu hidroelektranu}$$

poslužilo se sljedećim proračunom:

$$C_{MAHE_{spec}} = \frac{\text{razlika u spec. cijeni energije } \frac{\text{kn}}{\text{GJ}}}{\text{spec. smanjenje emisija } CO_2 \frac{\text{tCO}_2}{\text{GJ}}} \frac{\text{kn}}{\text{tCO}_2}$$

pri čemu je razlika u specifičnoj cijeni energije, razlika u specifičnoj cijeni električne energije iz male hidroelektrane i električne energije iz elektrane na fosilna goriva:

$$\text{razlika u spec. cijeni energije} = (CE_{MAHE} - CE_e) \frac{\text{kn}}{\text{GJ}}$$

Specifično smanjenje emisije predstavlja veličinu ukupnog smanjenja emisija stakleničkih plinova, a dobije se razlikom u emisijama stakleničkih plinova stare tehnologije i emisijama plinova nove tehnologije

$$\text{spec. smanjenje emisija } CO_2 = (EM_e CO_2 - EM_{MAHE} CO_2) \frac{\text{tCO}_2}{\text{GJ}}$$

Uvrštenjem u početnu jednadžbu dobiva se sljedeće:

$$C_{MAHE_{spec}} = \frac{(CE_{MAHE} - CE_e)}{(EM_e CO_2 - EM_{MAHE} CO_2)} \frac{\text{kn}}{\text{tCO}_2}$$

Uvrštenjem iznosa dobiva se sljedeće:

$$C_{MAHE_{spec}} = \frac{(87,78 - 135,00)}{(0,074 - 0,0)} \frac{\text{kn}}{\text{tCO}_2}$$

Izračunom se dobiva:

$$C_{MAHE_{spec}} = -638,14 \frac{\text{kn}}{\text{tCO}_2}$$

Na prikazanom primjeru se može uočiti, kao i kod zračnih turbina, da je tehnologija korištenja već toliko razvijena da cijena proizvedene električne energije može biti niža nego ona proizvedena fosilnim gorivom u kogeneracijskom postrojenju, pa uz ukupno smanjenje emisija CO<sub>2</sub> omogućava i istovremeno ostvarivanje financijske dobiti.

## 2.8.5. Energija biomase, financijski efekti smanjenja emisija CO<sub>2</sub>

### 2.8.5.1. Biomasa u industriji i općem sektoru

Primjena biogoriva u industriji i općem sektoru analizira se posebno u odnosu na njegovu primjenu u prometu, gdje je supstitut fosilnim gorivima. U ovom dijelu analiziraju se specifični troškovi smanjenja stakleničkih plinova, usporedbom pilot-projekta ulaganja u malo kogeneracijsko postrojenje na drvni otpad, i plinskog kogeneracijsko postrojenje. Prema uvodno prikazanim podacima cijena toplinske energije u oba pilot-projekta je ista, stoga će se specifični trošak smanjenja emisija stakleničkih plinova prelaskom na novu tehnologiju računati na razlici cijena električne energije, pri tome je:

$$CE_e - \text{cijena električne energije iz elektrane na fosilna goriva} = 135,00 \text{ kn/GJ}$$

$$EM_e\text{CO}_2 - \text{emisije CO}_2 \text{ iz elektrane na fosilna goriva} = 0,074 \text{ tCO}_2/\text{GJ}$$

$$CE_{\text{BIOEN}} - \text{cijena električne energije iz bioelektrane} = 94,44 \text{ kn/GJ}$$

$$EM_{\text{BIOEN}}\text{CO}_2 - \text{emisija CO}_2 \text{ iz bioelektrane} = 0 \text{ tCO}_2/\text{GJ}$$

Da bi se prelaskom na novu tehnologiju odredio specifični trošak smanjenja emisija stakleničkih plinova:

$$C_{\text{BIOEN}}\text{spec} \text{ kn/tCO}_2 - \text{specifični trošak smanjenja emisija CO}_2 \text{ za bioelektranu}$$

poslužilo se sljedećim proračunom:

$$C_{\text{BIOEN}}\text{spec} = \frac{\text{razlika u spec. cijeni energije } \frac{\text{kn}}{\text{GJ}}}{\text{spec. smanjenje emisija CO}_2 \frac{\text{tCO}_2}{\text{GJ}}} \frac{\text{kn}}{\text{tCO}_2}$$

pri čemu je razlika u specifičnoj cijeni energije razlika u specifičnoj cijeni električne energije iz pogona na biomasu i električne energije iz postrojenja na fosilna goriva:

$$\text{razlika u spec. cijeni energije} = (CE_{\text{BIOEN}} - CE_e) \frac{\text{kn}}{\text{GJ}}$$

Specifično smanjenje emisije predstavlja veličinu ukupnog smanjenja emisija stakleničkih plinova, a dobije se razlikom u emisijama stakleničkih plinova stare tehnologije i emisijama plinova nove tehnologije

$$spec. smanjenje emisija CO_2 = (EM_e CO_2 - EM_{BIOEN} CO_2) \frac{tCO_2}{GJ}$$

Uvrštenjem u početnu jednadžbu dobiva se sljedeće:

$$C_{BIOEN_{spec}} = \frac{(CE_{BIOEN} - CE_e)}{(EM_e CO_2 - EM_{BIOEN} CO_2)} \frac{kn}{tCO_2}$$

Uvrštenjem iznosa dobiva se sljedeće:

$$C_{BIOEN_{spec}} = \frac{(94,44 - 135,00)}{(0,074 - 0,0)} \frac{kn}{tCO_2}$$

Izračunom se dobiva:

$$C_{BIOEN_{spec}} = -548,11 \frac{kn}{tCO_2}$$

Usporedbom kogeneracijskih postrojenja na fosilno gorivo i postrojenja na biomasu, dolazi se do podatka da se toplinska energija dobiva po istoj jediničnoj cijeni, dok je cijena proizvedene električne energije iz biomase niža. Rezultat je isti zaključak kao i kod električne energije proizvedene iz vjetra i malih hidroelektrana, tj. da se smanjenje emisija stakleničkih plinova odvija uz istovremeno ostvarenje profita.

#### 2.8.5.2. Biogorivo u prometnom sektoru

Uzimajući u obzir podatke iz projekta Promocija proizvodnje biogoriva, u daljnjem tekstu se prema tim podacima analizira korištenje biodizel goriva u odnosu na dizel gorivo:

$CE_{diz.}$  - cijena energije dizel goriva

$CE_{biodiz.}$  - cijena energije biodizel goriva

$$CE_{diz.} = CE_{biodiz.}$$

$EM_{diz.} CO_2$  - emisije  $CO_2$  izgaranjem dizel goriva u motoru =  $0,074 \frac{tCO_2}{GJ}$

$EM_{biodiz.} CO_2$  - emisije  $CO_2$  izgaranjem biogoriva u motoru =  $0 \frac{tCO_2}{GJ}$

Da bi se prelaskom na novu tehnologiju odredio specifični trošak smanjenja emisija stakleničkih plinova:

$C \text{ BIOPR}_{spec} \text{ kn/tCO}_2$  – specifični trošak smanjenja emisija  $\text{CO}_2$  zamjenom goriva u prometu

Uvrštenjem u početnu formulu dobiva se:

$$C \text{ BIOPR}_{spec} = \frac{(CE_{biodiz} - CE_{diz})}{(EM_{diz} \text{ CO}_2 - EM_{biodiz} \text{ CO}_2)} \frac{\text{kn}}{\text{tCO}_2}$$

uz uvjet da je  $CE_{diz} = CE_{biodiz}$

$$C \text{ BIOPR}_{spec} = \frac{0}{(0,074 - 0,0)} \frac{\text{kn}}{\text{tCO}_2}$$

Izračunom se dobiva:

$$C \text{ BIOPR}_{spec} = 0,00 \frac{\text{kn}}{\text{tCO}_2}$$

što znači da prelazak s fosilnog goriva na korištenje biogoriva, ne iziskuje dodatne troškove, odnosno da se smanjenje emisija  $\text{CO}_2$  supstitucijom goriva koja izgaraju u motorima s unutrašnjim izgaranjem, može realizirati a da troškovi u sektoru prometa ostanu isti.

## 2.9. UKUPNE EMISIJE STAKLENIČKIH PLINOVA

U ovom poglavlju prikazana je metoda izračuna ukupnih emisija stakleničkih plinova za svih šest sektora, temeljem izračunatih podataka o emisijama  $\text{CO}_2$  u energetsom sektoru. U Prvom nacionalnom izvješću Republike Hrvatske, prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime [7], izračunate su ukupne emisije i ponori stakleničkih plinova prema IPCC metodologiji, što znači da su rezultati emisija izračunati po sektorima: energetika, industrijski procesi, poljoprivreda, prenamjena u korištenju zemljišta i šuma, otpad i ostalo. Količine emisija svih onih stakleničkih plinova koji nisu  $\text{CO}_2$  svedene su na ekvivalent emisije  $\text{CO}_2$  pa će u tom obliku biti dalje prikazivane. Navedeno Izvješće obuhvaća cjelokupne emisije stakleničkih plinova i odnosi se na razdoblje od 1990. do 1995. godine. Da bi se putem podataka iz Izvješća Republike Hrvatske za 1995. godinu došlo do ukupnih emisija Splitsko-dalmatinske županije za 2003. g., odnosno 2020. g., poslužit će se

metodom proporcionalnosti. U tablici 30. upisani su podaci iz Izvješća o emisiji stakleničkih plinova RH za 1995. g. [7] izračunate IPCC metodologijom.

**Tablica 30. Ukupne emisije stakleničkih plinova RH 1995. g., po sektorima i vrstama plinova**

A		B	C	D	E	F	G
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC, PFC i SF <sub>6</sub>	UKUPNO	UDJELI
<b>EMISIJE</b>		Gg	Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	%
1	ENERGETIKA	15081,9	1222,26	48,67	0,000	16353	73,47
2	INDUSTRIJSKI PROCESI	1169,49	8,4	835,14	7,8	2021	9,08
3	POLJOPRIVREDA	0,000	1009,28	1881,39	0,000	2891	12,99
4	PROMJENA U KORIŠTENJU ZEMLJIŠTA I ŠUMA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
	šume i ostala drvena masa <i>PONORI</i>	-6506,1				-6505	-29,22
5	OTPAD	0,000	0,869	0,131	0,000	1,000	4,47
6	OSTALO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
<b>UKUPNE EMISIJE</b>		16251,4	3104,4	2895,7	7,8	<b>22259</b>	100
<b>NETO EMISIJE</b>		9746,3	3104,4	2895,7	7,8	<b>15754</b>	

U stupcu G tablice 30. upisani su sektorski udjeli u emisijama. U tablici 31. za svaki sektor su izračunati udjeli vrsta stakleničkih plinova u emisijama, a prema apsolutnim iznosima iz tablice 30.

**Tablica 31. Ukupne emisije stakleničkih plinova RH 1995. g., udjeli sektora i plinova**

A		B	C	D	E	F	G
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC, PFC i SF <sub>6</sub>	UKUPNO	UDJELI
<b>EMISIJE</b>		Gg	Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	%
1	ENERGETIKA	0,922	0,075	0,003	0,000	1,000	73,47
2	INDUSTRIJSKI PROCESI	0,579	0,004	0,413	0,004	1,000	9,08
3	POLJOPRIVREDA	0,000	0,349	0,651	0,000	1,000	12,99
4	PROMJENA U KORIŠTENJU ZEMLJIŠTA I ŠUMA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
	šume i ostala drvena masa <i>PONORI</i>						
5	OTPAD	0,000	0,869	0,131	0,000	1,000	4,47
6	OSTALO	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
<b>UKUPNE EMISIJE</b>							100
<b>NETO EMISIJE</b>							

Prikazane tablice su poslužile za definiranje proporcionalne metode koja programom aktivnog tabličnog kalkulatora (excel) izračunava ukupne emisije stakleničkih plinova Splitsko-

dalmatinske županije za promatranu godinu. Prilikom definiranja postupka izračunavanja pošlo se od istih pretpostavki kao i prilikom definiranja načina računanja energetske potrošnje Splitsko-dalmatinske županije prema udjelima u Republici Hrvatskoj:

- gospodarstvo Splitsko-dalmatinske županije razvijat će se istim stopama kao i Republike Hrvatske, pa će se zadržati isti udjeli u energetske potrošnji, a samim tim i u emisijama CO<sub>2</sub>
- pretpostavlja se da je gospodarstvo Splitsko-dalmatinske županije restrukturirano pa su podaci o energetske potrošnji relevantni za strukturu emisija CO<sub>2</sub> po vrstama potrošača i oblicima energije iz energetskeg sektora, danas, kao i u budućnosti

Temeljem iznijetog izrađena je tablica 32. za proračunavanje ukupnih emisija stakleničkih plinova za određenu godinu. Ulazni podatak u tablicu je prethodno izračunata, IPCC metodologijom, emisija CO<sub>2</sub> iz energetskeg sektora Splitsko-dalmatinske županije zadane godine i promatranog scenarija.

**Tablica 32. Tablica za proračunavanje ukupnih emisija stakleničkih plinova SDŽ**

A		B	C	D	E	F	G
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC, PFC i SF <sub>6</sub>	UKUPNO	UDJELI
<b>EMISIJE</b>		Gg	Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	%
1	ENERGETIKA	<b>E</b>	F1*0,075	F1*0,003	F1*0,000	<b>B1/0,922</b>	73,47
2	INDUSTRIJSKI PROCESI	F2*0,579	F2*0,004	F2*0,413	F2*0,004	F7*0,091	9,08
3	POLJOPRIVREDA	F3*0,000	F3*0,349	F3*0,651	F3*0,000	F7*0,130	12,99
4	PROMJENA U KORIŠTENJU ZEMLJIŠTA I ŠUMA	F4*0,000	F4*0,000	F4*0,000	F4*0,000	F7*0,000	0,00
	šume i ostala drvena masa <i>PONORI</i>	<b>F7*0,292</b>				<b>F7*0,292</b>	-29,22
5	OTPAD	F5*0,000	F5*0,869	F5*0,131	F5*0,000	F7*0,045	4,47
6	OSTALO	F6*0,000	F6*0,000	F6*0,000	F6*0,000	F7*0,000	0,00
7	<b>UKUPNE EMISIJE</b>					<b>F1/0,732</b>	100
	<b>NETO EMISIJE</b>						

U daljnjem tekstu je opisan postupak programiranja aktivnog tabličnog kalkulatora (tablica 32) kojim se proračunavaju ukupne emisije.

Prvi korak - unos podataka, polje B1: Unosi se podatak **E** prethodno izračunati iznos emisija CO<sub>2</sub> u energetskeg sektoru za promatrano razdoblje.

Drugi korak - izračun emisija svih stakleničkih plinova u sektoru energetika, polje F1: Podatak E iz polja B1 o ukupnim emisijama CO<sub>2</sub> iz energetskeg sektora podijeli se s



podatkom 0,922 iz polja B1 (tablica 31), njegovim udjelom u ukupnim emisijama u energetsom sektoru.

Treći korak – izračun ukupnih emisija svih stakleničkih plinova za sve sektore, polje F7: Ukupne emisije stakleničkih plinova energetsog sektora u polju F1 podijele se s podatkom 0,735 iz polja G1, (iste tablice 32), udjelom energetsog sektora u ukupnim emisijama.

Četvrti korak - izračun ukupnih emisija stakleničkih plinova po preostalim sektorima, polja F2, F3, F4, F5 i F6: U programu se rezultati dobivaju tako što tablični kalkulator u navedenim poljima množi F7 s udjelima G1, G2, G3, G4, G5 i G6 pripadajućeg sektora (isti redak).

Peti korak - računa količinu emisija svih plinova, odnosno njihove vrijednosti izražene ekvivalentnim emisijama CO<sub>2</sub>: Ukupne emisije svakog sektora iz stupca F pomnože se s udjelima za pripadajući sektor (redak 1, 2, 3, 4, 5 i 6).

Šesti korak - računa ponore B4 i F4: Ponori prema prikazanim udjelima u stupcu G predstavljaju 29,22 % ukupne emisije pa će se prema tom postotku i računati na nivou Splitsko-dalmatinske županije, premda je potencijal šuma i biomase općenito nešto povoljniji od hrvatskog prosjeka. Rezultat u B4 i F4 dobije se množenjem F7 sa G4 koji se odnosi na biomasu.

Sedmi korak - računa ukupne i neto emisije: Ukupne emisije se dobiju zbrajanjem po stupcima svih emisija bez ponora. Ukupni rezultat neto emisija dobije se kada se od ukupno izračunatih emisija stakleničkih plinova odbiju ponori.

## **2.10. PROVJERA ULAZNIH PODATAKA**

### **2.10.1. Opis načina rada**

U radu su korištene prethodno opisane metode da bi se došlo do podataka za izradu nove energetske bilance Splitsko-dalmatinske županije. Korištenim postupcima htjelo se provjeriti dobivene podatke, makar posredno. Za to je poslužila provjera koja se ovdje opisuje, a shematski je prikazana pomoćnom petljom na slici 1. Za provjeru su računate emisije CO<sub>2</sub> iz energetsog sektora Splitsko-dalmatinske županije za 2003. g. na dva načina i različitim ulaznim podacima.

Prvim postupkom, iz ulaznog podatka o emisiji CO<sub>2</sub> energetskog sektora Republike Hrvatske za 2003. g., koristeći se udjelima definiranim u poglavlju 2.3. i proporcionalnom metodom, izračunate su emisije CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora Splitsko-dalmatinske županije za 2003. g.

Drugim postupkom su izračunate emisije CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora Splitsko-dalmatinske županije za 2003. g. IPCC metodologijom. Ulazni podatak izračuna je Bilanca neposredne potrošnje energije Splitsko-dalmatinske županije za 2003. g. dobivena iz Bilance za 1996. g. prema postavljenoj metodi u poglavlju 2.3.

Na taj su se način dobili podaci o emisijama CO<sub>2</sub> Splitsko-dalmatinske županije za 2003. g. iz dva različita izvora podataka, a što je bio i cilj. Dobiveni rezultati iz dva različita izvora podataka, koristeći primijenjene metode, odstupaju u iznosu za 5 %.

#### 2.10.2. Proračun emisija CO<sub>2</sub> SDŽ za 2003. g. proporcionalnim načinom

Do ovdje prikazanih podataka o emisijama CO<sub>2</sub> Splitsko-dalmatinske županije došlo se metodom proporcionalnosti u odnosu na izračun emisije CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora Republike Hrvatske za 2003. godinu [37] na sljedeći način

**Tablica 33. Proračun emisija CO<sub>2</sub> energetskog sektora SDŽ 2003. g., proporcionalnom metodom**

ENERGETSKI SEKTOR U 2003 .g.	EMISIJE CO <sub>2</sub>		
	RH	Udio SDŽ	SDŽ
	Gg/g.	%	Gg/g.
Izgaranje u termoeenergetskim objektima	5.473	0.05	273,5
Izgaranje u ne-industrijskim ložištima	3.391	0.05	169,9
Izgaranje u industriji	5.069	0.05	253,4
Cestovni promet	4.841	0.05	242,3
Ostali mobilni izvori	1.337	0.05	66,4
<b>UKUPNO</b>	<b>20.111</b>	<b>0,05</b>	<b>1.005,6</b>

U tablici 33. navedeni podaci [37] za Republiku Hrvatsku, prema namjeni korištenja energije, prikazani su u prvom i drugom stupcu. Prema matrici koju daje tablica 4. metode opisane u poglavlju 2.3, ukupni udio u potrošnji energije Splitsko-dalmatinske županije u odnosu na Republiku Hrvatsku, iznosio je 5 %. Premda je u neposrednoj potrošnji udio Splitsko-dalmatinske županije u odnosu na Republiku Hrvatsku 8 %, svedeno na ukupnu potrošnju energetskog sektora, kada se uzmu u obzir gubici transformacije i potrošnja za pogon, udio se smanjuje na 5 % ukupne energetske potrošnje Republike Hrvatske. Razlog je tome što se

električna energija proizvodi u hidroelektranama, bez emisija, a prisustvo ostalih transformacija, poput toplana za proizvodnju vrele vode i pare, jako je malo u Splitsko-dalmatinskoj županiji u odnosu na ostale dijelove Republike Hrvatske. Uzimajući taj udio u obzir u posljednjem stupcu tablice 33. prikazana je izračunata emisija CO<sub>2</sub> Splitsko-dalmatinske županije iz energetskeg sektora za 2003. g.

### 2.10.3. Proračun emisija CO<sub>2</sub> SDŽ za 2003. g. IPCC metodologijom

U ovom dijelu prikazani su rezultati proračuna emisija CO<sub>2</sub> iz energetskeg sektora Splitsko-dalmatinske županije za 2003. godinu izračunati IPCC metodologijom (tablica 44). Proračun je urađen prema podacima iz Bilance energetske potrošnje Splitsko-dalmatinske županije za 2003. g, koja je pak izračunata prikazanom metodom u poglavlju 2.3. a prema podacima iz Bilance energetske potrošnje Splitsko-dalmatinske županije za 1996. g. [35].

Ovaj pomoćni postupak je rađen radi provjere primijenjenih metoda koje su korištene pri izradi rada. Dobiveni podaci o emisijama CO<sub>2</sub> Splitsko-dalmatinske županije za 2003. g. prikazani u prethodnom poglavlju (tablica 33) i ovom poglavlju (tablica 44) razlikuju se za oko 5 %, što daje pravo zaključiti da su primijenjene metode za izračun energetske potrošnje Splitsko-dalmatinske županije, a time i za emisije CO<sub>2</sub> iz energetskeg sektora, pouzdane. U prvom je proračunu izvorno za ulazni podatak poslužila Bilanca energetske potrošnje Splitsko-dalmatinske županije za 1996. g. a u usporednom slučaju to je bio Proračun emisija CO<sub>2</sub> iz energetskeg sektora Republike Hrvatske u 2003. g.

### 3. REZULTATI

#### 3.1. ENERGETSKE BILANCE ZA 2003. g.

##### 3.1.1. Splitsko-dalmatinska županija.

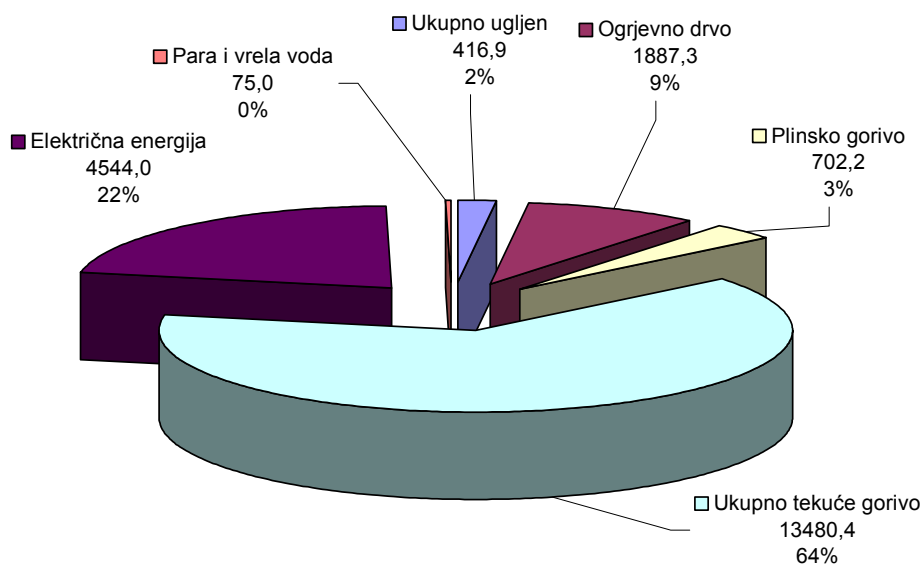
##### 3.1.1.1. Ukupna potrošnja energije u 2003. g.

Energetska bilanca Splitsko-dalmatinske županije 2003. godine prikazana je u tablici 34. Ti su podaci rezultat primjene metode opisane u poglavlju 2.3. na najnovije publicirane podatke o energetske potrošnji Republike Hrvatske koje je objavilo Ministarstva gospodarstva, rada i poduzetništva, u godišnjem energetske pregledu Energija u Hrvatskoj 2003. [37].

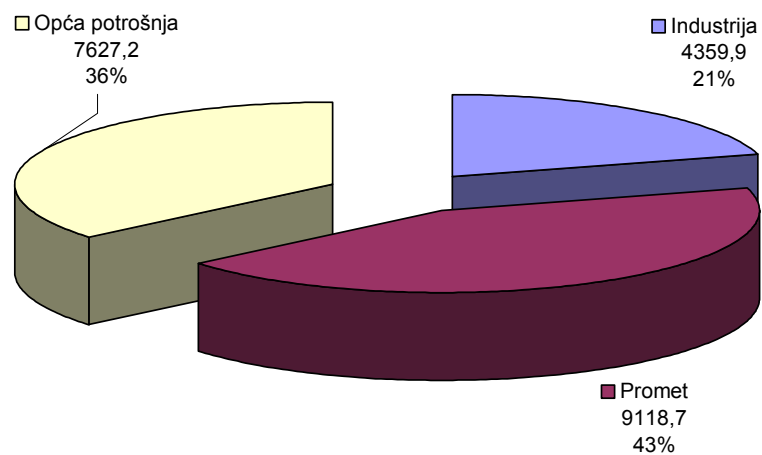
**Tablica 34. Bilanca energetske potrošnje SDŽ 2003. g.**

Bilanca energetske potrošnje Splitsko-dalmatinske županije za 2003. g.	Ukupno ugljen	Ogrijevno drvo	Plinsko gorivo	Mobolni benzin	Mlazno gorivo	Dizel gorivo	Ekstra lako loživo ulje	Loživo ulje	Ukupno tekuće gorivo	Električna energija	Para i vrela voda	UKUPNO
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
<b>NEPOSREDNA POTROŠNJA</b>	416,9	1887,3	702,2	4477,7	1260,6	3630,9	1515,7	2595,6	13480,4	4544,0	75,0	21105,9
<b>INDUSTRIJA:</b>	368,4		48,8				310,8	2595,6	2906,3	1036,5		4359,9
željeza i čelika	121,6		31,8				74,5	2,8	77,2	261,1		491,8
obojenih metala			15,7							5,3		21,0
stakla i nemetalnih minerala												0,0
kemijska	181,7		0,3				9,5	2,7	12,2	126,7		320,9
građevinskog materijal							123,9	2333,8	2457,6	391,0		2848,6
papira	65,1									1,4		66,5
prehrambena			1,0				76,3	90,0	166,3	50,4		217,6
ostala							26,7	166,3	193	200,6		393,5
<b>PROMET:</b>			59,8	4436,6	1260,6	3361,8			9058,9			9118,7
željeznički						135,6			135,6			135,6
cestovni i pomorski			59,8	4436,6		3226,2			7662,7			7722,5
zračni					1260,6				1260,6			1260,6
<b>OPĆA POTROŠNJA:</b>	48,5	1887,3	593,7	41,1		269,1	1205,0		1515,2	3507,5	75,0	7627,2
kućanstva	43,9	1858,9	576,9				415,3		415,3	2668,8	70,1	5634,0
usluge	4,6	28,4	16,7				610,5		610,5	802,7	4,9	1467,9
poljoprivreda				9,8		135,4	99,0		244,2	9,0		253,2
graditeljstvo				31,3		133,7	80,1		245,2	27,0		272,1
<b>GUBICI PRIJENOSA I DISTRIBUCIJE</b>												766,9
<b>POTROŠNJA ZA POGON</b>												32,0
<b>GUBICI TRANSFORMACIJA</b>												75,3
<b>SVEUKUPNO</b>												<b>21980,1</b>

Rezultati dobiveni u tablici u daljnjem tekstu će se prokomentirati i grafički prikazati prema upotrebljavanim oblicima energije i vrstama potrošača koji sudjeluju u energetske potrošnji Splitsko-dalmatinske županije.



Slika 18. Neposredna potrošnja energije SDŽ 2003. g., udjeli oblika energije



Slika 19. Neposredna potrošnja energije SDŽ 2003. g., udjeli sektora

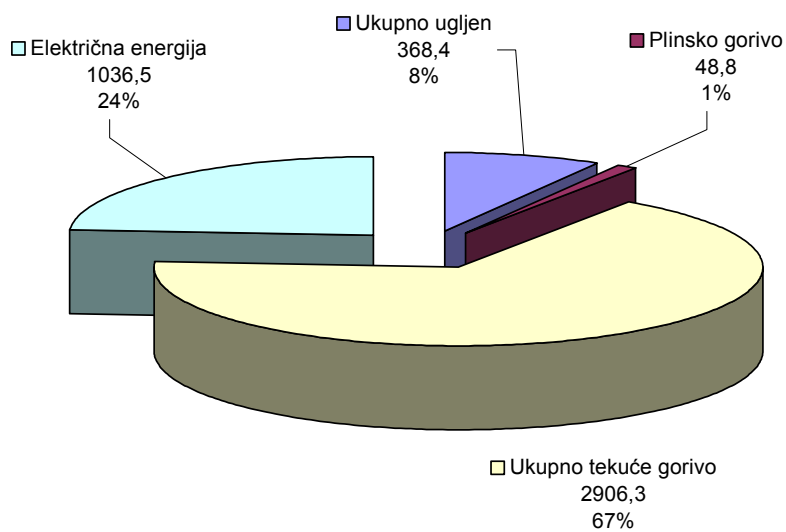
Slika 18. daje prikaz oblika energije u ukupnoj neposrednoj potrošnji Splitsko-dalmatinske županije 2003. godine. S uvjerljivo najvećim udjelom od 64 % u neposrednoj potrošnji energije u Splitsko-dalmatinskoj županiji sudjeluju tekuća goriva 13.225,2 TJ. Nakon njih slijedi električna energija sa 22 %, odnosno 4.729,0 TJ. Ogrjevno drvo sudjeluje sa 1.902,0 TJ odnosno 9,0 %, plinsko gorivo 3 % 709,4 TJ, te ugljen sa 2 %, odnosno 405,9 TJ. Udio pare i vrele vode vrlo je mali 75,6 TJ, što je zanemarivo u odnosu na ostale oblike energije.

Na slici 19. prikazan je udio pojedinih sektora u neposrednoj potrošnji energije u 2003. g. Udio industrije u neposrednoj potrošnji Splitsko-dalmatinske županije je najmanji i iznosi 4.301,2 TJ, 20 %. Udio opće potrošnje u neposrednoj potrošnji je 7.827,2 TJ, odnosno 36 %, dok je najveća potrošnja u prometu sa 9.118,7 TJ, odnosno 44 %.

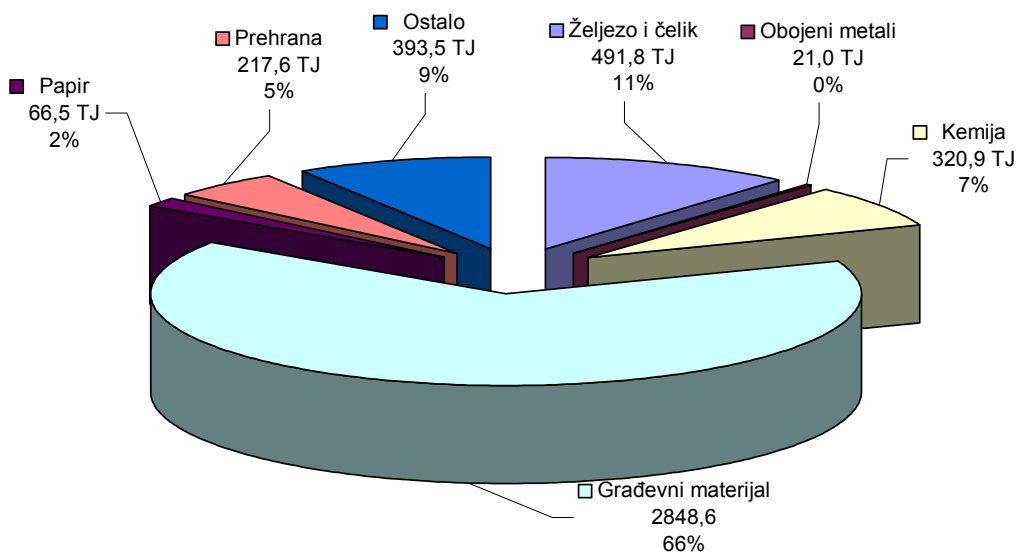
#### 3.1.1.2. Industrijska potrošnja

Na slici 20. prikazani su oblici energije koji se koriste u industriji Splitsko-dalmatinske županije. Njihova namjena je, između ostalog, i za procesnu industriju proizvodnje cementa i građevinskog željeza. Kruta i tekuća goriva koriste se u industriji za dobivanje toplinske energije visokih temperatura, koja se postiže direktnim izgaranjem ili za dobivanje toplinske energije niskih temperatura u obliku pare i vrele vode u industrijskim kotlovnica. Električna energija uglavnom se koristi za dobivanje mehaničke energije, ali se dio koristi i za rasvjetu te u toplinske svrhe. U industrijske svrhe najviše se koristi tekuće gorivo 2.906,4 TJ odnosno 68 %. Električna energija se koristi u iznosu od 1.036,4 TJ, odnosno 24 %. Ugljen, koji uključuje i koks, sudjeluje u industrijskoj potrošnji sa 309,8 TJ 7 %, dok se plinska goriva koriste svega 48,6 TJ, odnosno 1 %.

Gledano prema potrošnji po granama industrije (slika 21) znakovito je izdvajanje industrije građevnog materijala sa značajnim udjelom od 66 %, 2.848,6 TJ, što je posljedica koncentracije većeg broja cementara u Županiji. Na drugom mjestu je industrija željeza i čelika 491,8 TJ, odnosno 11 %, slijedi kemijska industrija 320,9 TJ, tj. 7 %. Prehrambena industrija sudjeluje u energetske potrošnji sa 217,6 TJ odnosno 5 %, industrija papira troši 66,5 TJ tj. 2 %, industrija obojenih metala zanemarivo malih 21,0 TJ u odnosu na ostale. Sve ostale industrije troše 393,5 TJ, odnosno 9 %.



Slika 20. Industrijska potrošnja energije SDŽ 2003. g., udjeli oblika energije

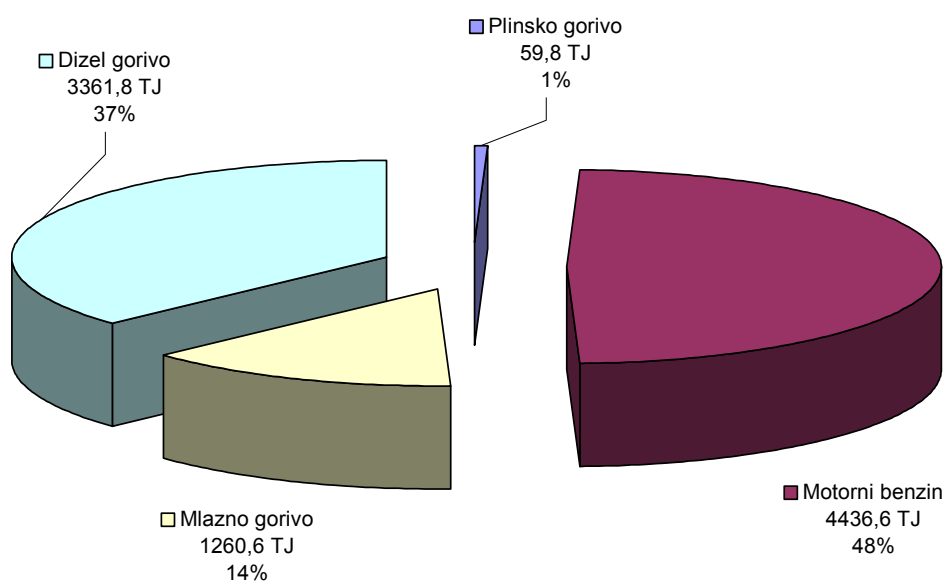


Slika 21. Industrijska potrošnja energije SDŽ 2003. g., udjeli industrijskih grana

### 3.1.1.3. Potrošnja u prometu

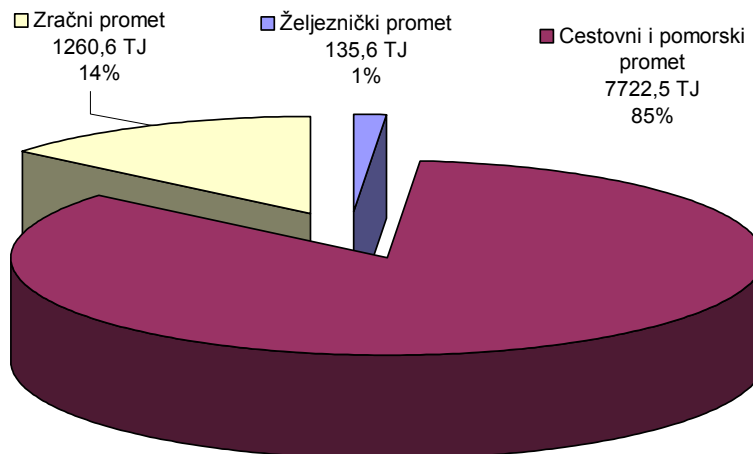
U prometu Splitsko-dalmatinske županije sve energetske potrebe se zadovoljavaju tekućim gorivima. U korištenju vrsta goriva (slika 22) s najvećim udjelom, 48 %, odnosno 4.436,6 TJ sudjeluje motorni benzin. Dizel gorivo sudjeluje također s visokim udjelom, 37 %, odnosno 3.361,8 TJ. Mlazno gorivo sudjeluje 14 %, odnosno 126,6 TJ, a udio ukapljenog plina je 1 %, tj. 59,8 TJ.

Na dijagramu (slika 23) prikazana je potrošnja energije u pojedinim vrstama prometa. Raspoloživim podacima za Splitsko-dalmatinsku županiju razlikuju se tri skupine prometa: željeznički, zračni i cestovni u kojem je sadržana i potrošnja goriva za potrebe pomorskog prometa. S uvjerljivo najvećim udjelom sudjeluje cestovni promet, njegov udio je u 2003. g. iznosio 85 % tj. 7.722,5 TJ. Udio željezničkog prometa vrlo je nizak i iznosio je samo 135,6 TJ, odnosno 1 %, dok je udio zračnog prometa iznosio 14 % tj. 1.260,6 TJ.



Slika 22. Potrošnja energije u prometu SDŽ 2003. g., udjeli oblika energije



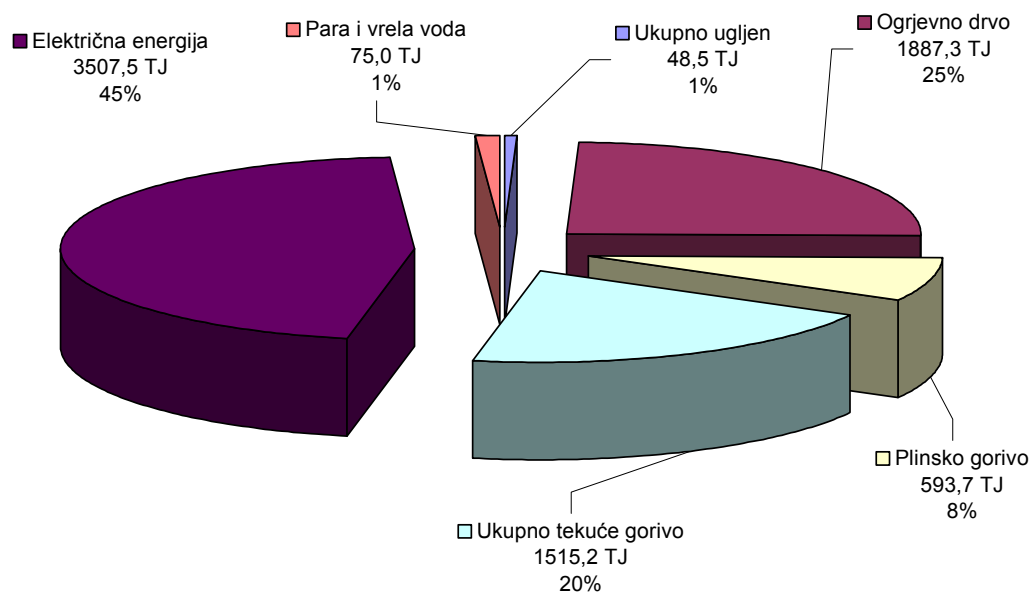


Slika 23. Potrošnja energije u prometu SDŽ 2003. g., udjeli vrsta prometa

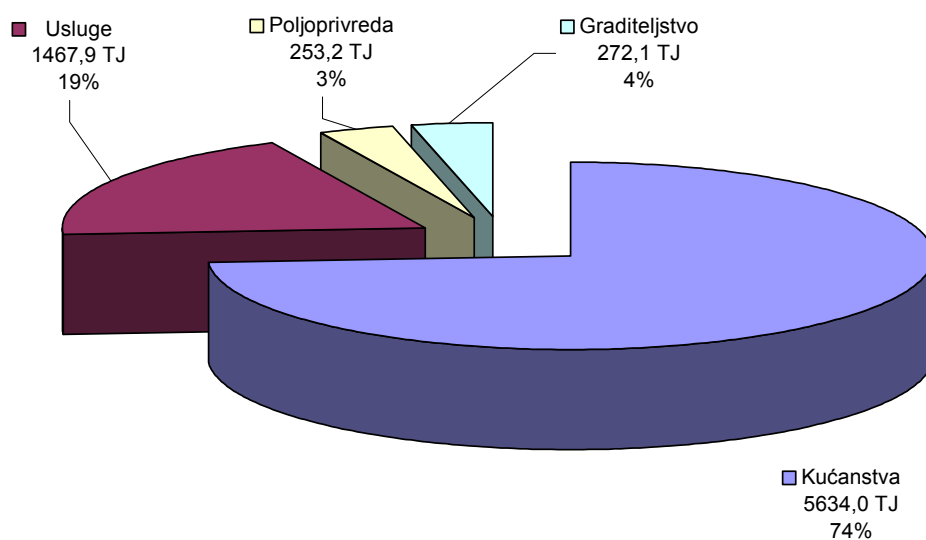
#### 3.1.1.4. Opća potrošnja

Neposredna potrošnja energije u sektoru opće potrošnje, sektoru u kojem se nalaze svi ostali potrošači (kućanstva, poljoprivreda, građevinarstvo, ugostiteljstvo i turizam, školstvo, zdravstvo te sve ostale ustanove i usluge) prikazana je na slici 24. Slika prikazuje oblike energije koji sudjeluju u opskrbi potrošača opće potrošnje na području Splitsko-dalmatinske županije. Opskrba potrošača opće potrošnje u Splitsko-dalmatinskoj županiji temelji se na električnoj energiji čiji udio iznosi 3.507,5 TJ, odnosno 45,0 %. Udjeli ogrjevnog drva iznose 1.887,3 TJ, odnosno 25 % i tekućih goriva također su vrlo visoki a iznose 1.515,2 TJ što je 20 %. Plinsko gorivo sudjeluje sa 593,7 TJ, odnosno 8 %. Nasuprot tome, udio pare i vrele vode puno je manji i iznosi tek 75 TJ, odnosno 1,0 %, a ugljena 48,5 TJ, tj. 1,0 %.

Potrošnja energije u pojedinim podsektorima opće potrošnje u Splitsko-dalmatinskoj županiji prikazana je na slici 25. Udio kućanstava u ukupnoj potrošnji energije u općoj potrošnji u Splitsko-dalmatinskoj županiji iznosi oko 74 %, tj. 5.634 TJ. Udio uslužnog sektora kreće se oko 19 %, tj. 1.467,9 TJ. Udio graditeljstva kreće se 4 %, odnosno 272,1 TJ, dok je udio poljoprivrede 3 %, odnosno 253,2 TJ.



Slika 24. Opća potrošnja energije SDŽ 2003. g., udjeli oblika energije



Slika 25. Opća potrošnja energije SDŽ 2003. g., udjeli sektora

### 3.1.2. Republika Hrvatska

#### 3.1.2.1. Ukupna neposredna potrošnja

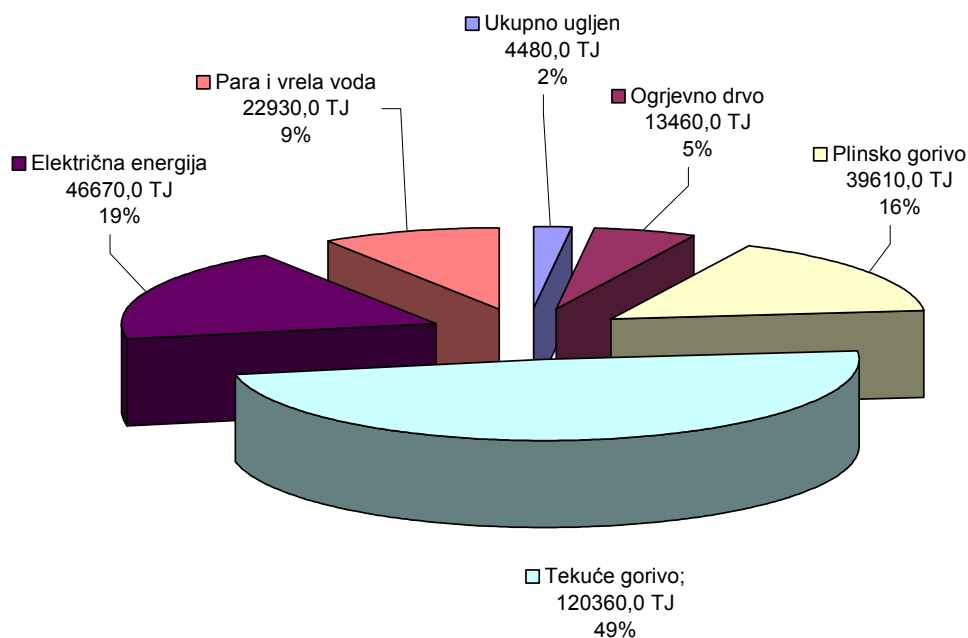
Tablica 35. prikazuje Bilancu ukupne energetske potrošnje Republike Hrvatske u 2003. g.[37]. U navedenoj publikaciji analizirano je kretanje potrošnje u prethodnih šest godina. Kretanja su sukladna predviđanjima referentnog scenarija energetskeg razvoja za navedeno razdoblje, rezultati će se u daljnjem tekstu prikazati i komentirati. Tijekom promatranog razdoblja povećanje potrošnje ostvareno je za sve oblike energije, a samo za energiju vodnih snaga zabilježen je trend smanjenja zbog loših hidroloških prilika u 2003. g. Pri tome je najbrže rasla potrošnja ugljena, a nakon toga i uvozne električne energije te tekućih goriva. U 2003. g. tekuća goriva sudjelovala su s najvećim udjelom. Nakon tekućih goriva, po postotku udjela slijedi prirodni plin s malo više od 25 %. Najveći porast u proteklom šestogodišnjem razdoblju ostvaren je u potrošnji ugljena.

**Tablica 35. Bilanca energetske potrošnje RH 2003. g.**

Bilanca energetske potrošnje Republike Hrvatske za 2003. g.	Ukupno ugljen	Ogrjevno drvo	Plinsko gorivo	Motorni benzin	Mlazno gorivo	Dizel gorivo	Ekstra lako loživo ulje	Loživo ulje	Ukupno tekuće gorivo	Električna energija	Para i vrela voda	UKUPNO
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
<b>NEPOSREDNA POTROŠNJA</b>	4480	13460	39610						120360	46670	22930	247510
<b>INDUSTRIJA:</b>	3880		12640						10110	11280	14480	52390
željeza i čelika												1980
obojenih metala												520
stakla i nemetalnih minerala												3160
kemijska												9800
građevinskog materijal												17800
papira												2910
prehrambena												8570
ostala												7660
<b>PROMET:</b>			620	33000	2990	37080		270	73340	1030		74990
željeznički												1790
cestovni i pomorski												70120
zračni												3080
<b>OPĆA POTROŠNJA:</b>	600	13460	26980						36280	34350	8450	120120
kućanstva												78270
usluge												25880
poljoprivreda												10670
graditeljstvo												5290
<b>GUBICI PRIJENOSA I DISTRIBUCIJE</b>												13987
<b>POTROŠNJA ZA POGON</b>												31870
<b>GUBICI TRANSFORMACIJA</b>												74840
<b>SVEUKUPNO</b>												368207

Ukupna neposredna potrošnja energije u Republici Hrvatskoj u 2003. g, struktura oblika energije i vrsta potrošača u neposrednoj potrošnji tijekom promatranog razdoblja, nije se

mijenjala. U 2003. g. ostvareno je povećanje potrošnje svih korištenih oblika energije, a neposredna potrošnja energije povećana je ukupno za 6,7 %. Najveće povećanje ostvareno je u potrošnji krutih goriva pri čemu je potrošnja ugljena povećana za 38,6 %, a potrošnja ogrjevnog drva za 29,8 %. U potrošnji plinovitih goriva ostvareno je povećanje od 8,9 %, u potrošnji pare i vrele vode od 5,6 % i u potrošnji tekućih goriva od 5 %. Najmanje povećanje u 2003. g. ostvareno je u potrošnji električne energije, samo 2,1 %. Tijekom promatranog šestogodišnjeg razdoblja ostvareno je povećanje u potrošnji svih oblika energije. Prosječne godišnje stope porasta potrošnje kretale su se od 0,7 %, koliko je ostvareno u potrošnji pare i vrele vode, do 6,2 %, koliko je iznosilo povećanje potrošnje ugljena.

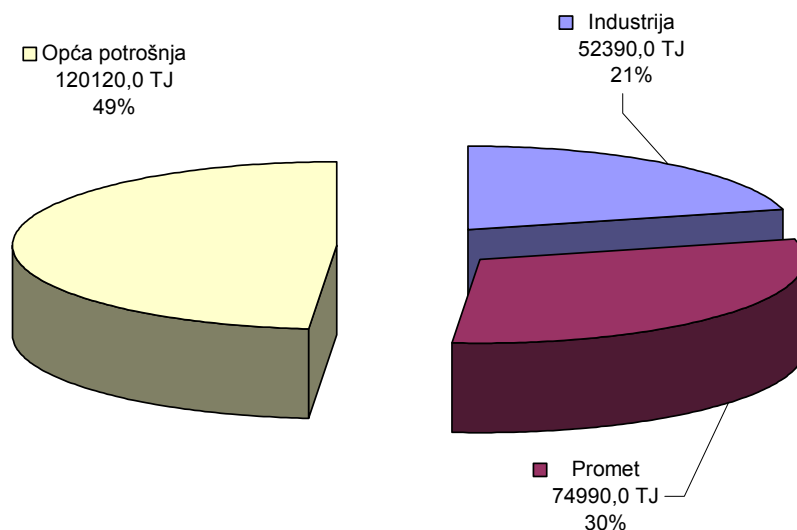


Slika 26. Neposredna potrošnja energije RH 2003. g., udjeli oblika energije

Na slici 26. prikazani su oblici energije u neposrednoj potrošnji. U današnjoj neposrednoj potrošnji energije najznačajnije mjesto imaju tekuća goriva s udjelom od 48,6 %, i električna energija čiji je udio 18,9 %. Slijede plinovita goriva s udjelom od 16 % te para i vrela voda sa 9,3 %. Udio ogrjevnog drva iznosio je 5,4 %, a ugljena samo 1,8 %.

Na slici 27. prikazani su udjeli sektora u neposrednoj potrošnji energije Republike Hrvatske u 2003. g. Za industrijske potrebe potrošilo se 21 % energije. Iz tablice 35. vidljivi su oblici

energije i njihovi iznosi koji sudjeluju u opskrbi industrijskog sektora. Para i vrela voda te prirodni plin oblici su energije s najvećim udjelom u industriji. Udjeli pare i vrela vode iznose 14.480 TJ, odnosno 28 %, a udio plinskog goriva je 12.640 TJ, odnosno 24 % za plinsko gorivo. Udjeli električne energije iznose 11.280 TJ, tj. 22 %. Slijede tekuća goriva koja sudjeluju u potrošnji sa 10.110 TJ, tj. 19 %, i, s najmanjim udjelom, ugljen sa 3.880 TJ, odnosno 7 %. Kretanja u promatranom razdoblju su se odvijala s tendencijom smanjenja pare i vrela vode, kao i prirodnog plina do 2003. g. Udio električne energije značajnije je povećan čak do 21,5 %, a udio tekućih goriva nije se mijenjao. S najmanjim udjelom u potrošnji energije u industriji sudjelovao je ugljen sa 7,4 %.



**Slika 27. Neposredna potrošnja energije RH 2003. g., udjeli sektora**

Za potrebe u prometu potrošilo se u 2003. g. 30 % energije. Iznosi oblika energije koji se koriste u prometu, kao i njihovi udjeli, također su vidljivi iz tablice 35. Najviše se troši dizel goriva, čak 37.080 TJ, što iznosi 49 %. Nakon toga slijede motorni benzin u iznosu 33.000 TJ, što predstavlja udio od 44 %. Udio mlaznog goriva je 2.990 TJ, tj. 4 %. Slijedi električna energija s udjelom od 1.030 TJ, odnosno 1 %. Udio plinskog goriva u prometu Republike Hrvatske je 620 TJ, odnosno 1 %, dok je udio loživog ulja zanemariv i iznosi 270 TJ. Potrošnja navedenih oblika energije u šestogodišnjem razdoblju dovela je do strukturnih

promjena. Tako je udio dizel goriva povećan za 11,2 %, a udio motornog benzina smanjen za 8,8 %. Dizel gorivo ostvarilo je najveći udio u energiji utrošenoj u prometu, koji je u 2003. g. iznosio 49,4 %. Istodobno je udio motornog benzina smanjen na 44 %. Uloga ostalih oblika energije u prometu znatno je manja pa je tako udio mlaznog goriva smanjen na 4 %, a udio električne energije na 1,4 %. Udio ukapljenog naftnog plina zadržao se na razini od 0,8 %, dok je najmanji udio ostvarilo loživo ulje.

Opća potrošnja je bila najveći potrošač energije u 2003. g. u Republici Hrvatskoj, s udjelom od 49 %. Prema oblicima energije i njihovim iznosima u općoj potrošnji (tablica 35) zaključuje se da su najzastupljeniji oblici energije tekuća goriva koja su u 2003. g. ostvarila udio od 36.280 TJ, što iznosi 30,2 % i električna energija s udjelom od 34.350 TJ, odnosno 28,6 %. Plinovita goriva, također su ostvarila visok udio od 26.980 TJ, tj. 22,5 %, dok je udio ostalih oblika energije znatno manji. Udio ogrjevnog drva iznosio je 13.460 TJ, tj. 11,2 %, pare i vrele vode 8.450 TJ, tj. 7 % i ugljena samo 600 TJ, tj. 0,5 %. U promatranom razdoblju od 1998. do 2003. g. povećan je udio tekućih i plinovitih goriva te električne energije, dok je udio ugljena, i naročito ogrjevnog drva, smanjen.

### 3.1.2.2. Udjeli Splitsko-dalmatinske županije u potrošnji Republike Hrvatske

Usporedbom oblika energije u neposrednoj potrošnji energije Splitsko-dalmatinske županije i Republike Hrvatske za 2003. g. vidljivo je da se najviše potroši tekućih goriva, 64%, u Splitsko-dalmatinskoj županiji. Toliko se prema udjelima u potrošnji na nivou Republike Hrvatske potroši zajedno plinskog 45 % i tekućeg goriva 23 %. U Splitsko-dalmatinskoj županiji je minimalno korištenje toplana (daljinske toplinske energije 0 %), pa u odnosu na Republiku Hrvatsku, umjesto energije pare i vrele vode, imamo povećan udio potrošnje električne energije i ogrjevnog drva. Prikazana struktura energetske potrošnje je stabilna i stalna, te je rezultat postojeće infrastrukture, a u promatranom razdoblju se odvijala prema planiranom energetsom razvoju referentnim scenarijem. Ovi strukturni odnosi će se bitnije promijeniti izgradnjom plinovoda (i županijske infrastrukture za njegovo korištenje ) kao i u slučaju veće primjene obnovljivih izvora energije, na čemu se zasniva ublaženi scenarij energetske razvoja. Sa stanovišta promatranja emisija stakleničkih plinova nije velika razlika da li za istu namjenu izgara ekstra lako loživo ulje ili zemni plin (npr. prosječna emisija CO<sub>2</sub> pri proizvodnji električne energije u TE na plin iznosi 750 g/kWh, a na tekuće gorivo 870 g/kWh)[16]. Prikazani rezultati odnose se na postojeće stanje i ostvarenu potrošnju u 2003. g u Splitsko-dalmatinskoj županiji i Republici Hrvatskoj.

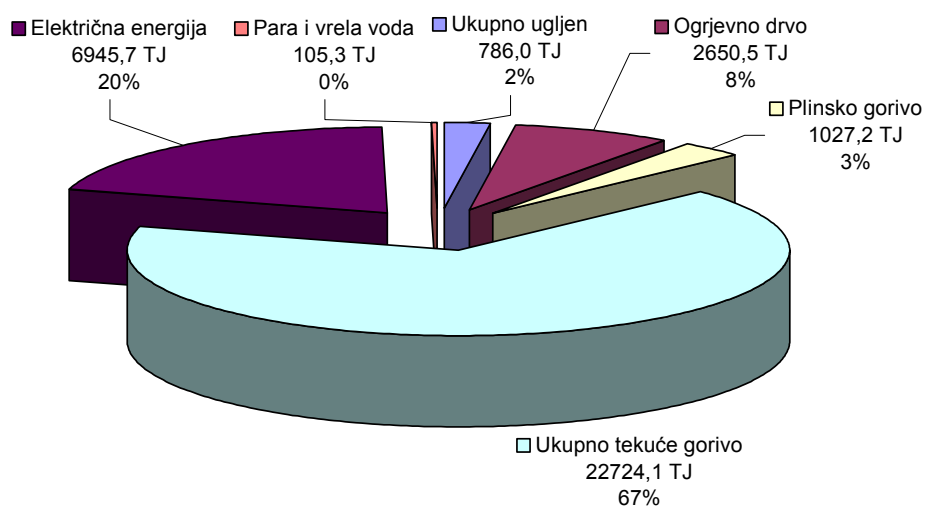
### 3.2. REFERENTNI SCENARIJ

Opisivanjem metoda rada u prethodnom poglavlju prikazan je ukupni postupak kojim se došlo do referentnog scenarija, odnosno do procjene ukupne energetske potrošnje Splitsko-dalmatinske županije za 2020. g. U ovom dijelu prikazuju se samo konačno dobiveni rezultati, a u tablici 36. daje se prikaz rezultata prema uobičajenoj metodi podjele i raščlambe potrošača po oblicima energije, sektorima i podsektorima. Dobiveni rezultati su u daljnjoj razradi dijagramski prikazani i komentirani.

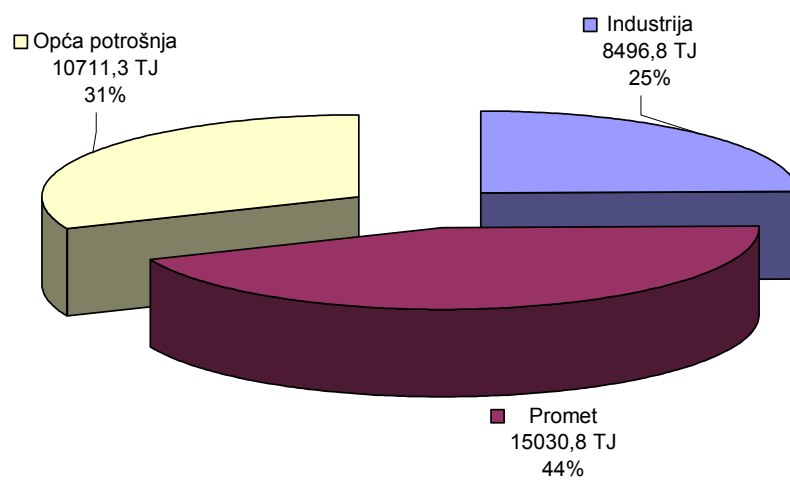
**Tablica 36. Referentni scenarij - bilanca energetske potrošnje SDŽ 2020. g.**

Referentni scenarij - bilanca energetske potrošnje Splitsko- dalmatinske županije za 2020. g.	Ukupno ugljen	Ogrjevno drvo	Plinsko gorivo	Motorni benzin	Mlazno gorivo	Dizel gorivo	Ekstra lako loživo ulje	Loživo ulje	Ukupno tekuće gorivo	Električna energija	Para i vrela voda	UKUPNO
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
<b>NEPOSREDNA POTROŠNJA</b>	786	2650,5	1027,2	7370,8	2077,9	5919,3	2297,8	5058,4	22724,1	6945,7	105,3	34238,9
<b>INDUSTRIJA:</b>	717,9		95,0				605,6	5058,4	5664,0	2019,9		8496,8
željeza i čelika	237,0		62,0				145,1	5,4	150,5	508,9		958,4
obojenih metala			30,6							10,4		41,0
stakla i nemetalnih minerala												0,0
kemijska	354,1		0,6				18,5	5,2	23,7	247,0		625,4
građevinskog materijal							241,4	4548,2	4789,6	761,9		5551,5
papira	126,8									2,7		129,5
prehrambena			1,9				148,6	175,5	324,1	98,1		424,1
ostala							52,0	324,1	376,1	390,8		766,9
<b>PROMET:</b>			98,5	7313,0	2077,9	5541,4			14932,3			15030,8
željeznički						223,6			223,6			223,6
cestovni i pomorski			98,5	7313,0		5317,9			12630,9			12729,4
zračni					2077,9				2077,9			2077,9
<b>OPĆA POTROŠNJA:</b>	68,2	2650,5	833,7	57,7		377,9	1692,2		2127,8	4925,8	105,3	10711,3
kućanstva	61,7	2610,5	810,2				583,3		583,3	3747,9	98,5	7912,1
usluge	6,5	39,9	23,5				857,3		857,3	1127,3	6,9	2061,4
poljoprivreda				13,7		190,1	139,1		342,9	12,7		355,6
građiteljstvo				44,0		187,7	112,5		344,3	37,9		382,2
<b>GUBICI PRIJENOSA I DISTRIBUCIJE</b>												670,4
<b>POTROŠNJA ZA POGON</b>												39,6
<b>GUBICI TRANSFORMACIJA</b>												71,4
<b>SVEUKUPNO</b>												<b>35020,3</b>

Na slici 28. prikazana je procjena oblika energije u ukupnoj neposrednoj potrošnji Splitsko-dalmatinske županije 2020. g. prema referentnom scenariju. Po ovom scenariju vidi se da, kao i u potrošnji 2003. g., s najvećim udjelom od 67 % u neposrednoj potrošnji energije sudjeluju tekuća goriva, tj. 22.724,1 TJ. Nakon njih slijedi električna energija sa 20 %, odnosno 6.945,7 TJ, ogrjevno drvo s 8 %, tj. 2.650,5 TJ, plinsko gorivo 3 %, odnosno 1.027,2 TJ, te ugljen sa 2 %, tj. 786,0 TJ. Udio pare i vrele vode vrlo je mali, zanemariv 105,3 TJ.



Slika 28. Referentni scenarij - neposredna potrošnja energije SDŽ 2020. g., udjeli oblika energije



Slika 29. Referentni scenarij - neposredna potrošnja energije SDŽ 2020. g., udjeli sektora

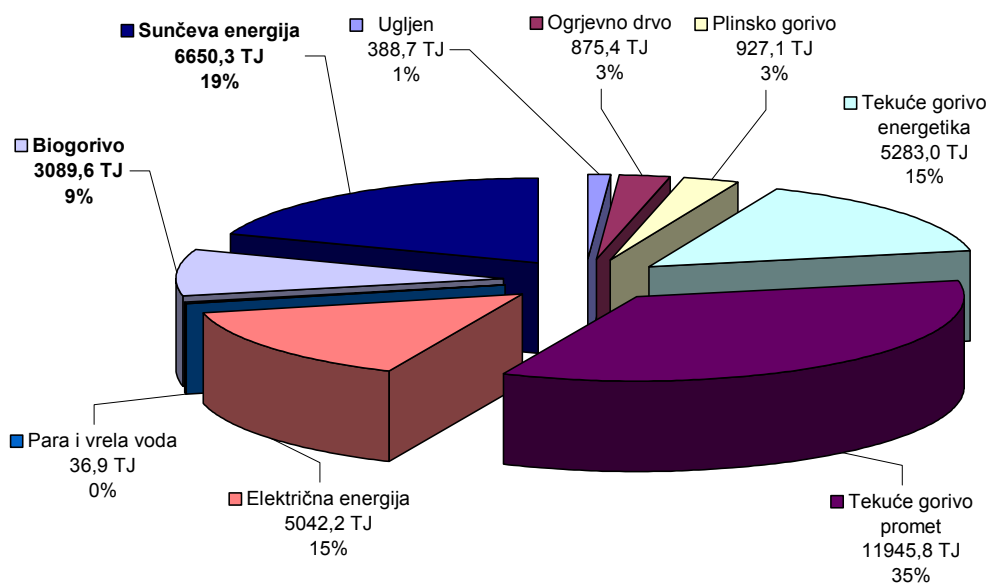


Na slici 29. prikazani su ukupni udjeli sektora u neposrednoj potrošnji Splitsko-dalmatinske županije 2020. godine prema referentnom scenariju. Udio industrije u neposrednoj potrošnji Splitsko-dalmatinske županije je najmanji i iznosi 8.496,8 TJ, odnosno 25 %. Udio opće potrošnje u neposrednoj potrošnji je 10.711,3 TJ, odnosno 31 %, dok je potrošnja u prometu 15.030,8 TJ tj. 44 %. Sektorska potrošnja po oblicima energije, njezinoj strukturi i namjeni, ovdje nije posebno prikazana. Svi podaci mogu se detaljno vidjeti u poglavlju 2.6. u kojem su rađene analize kojima su se uobičajeni oblici energije zamijenili s obnovljivom energijom, a što je poslužilo izvođenju ublaženog scenarija energetskeg razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. iz referentnog scenarija.

### **3.3. UBLAŽENI SCENARIJ**

#### **3.3.1. Maksimalni zamjenski potencijal sunčeve energije i biogoriva 2020. g.**

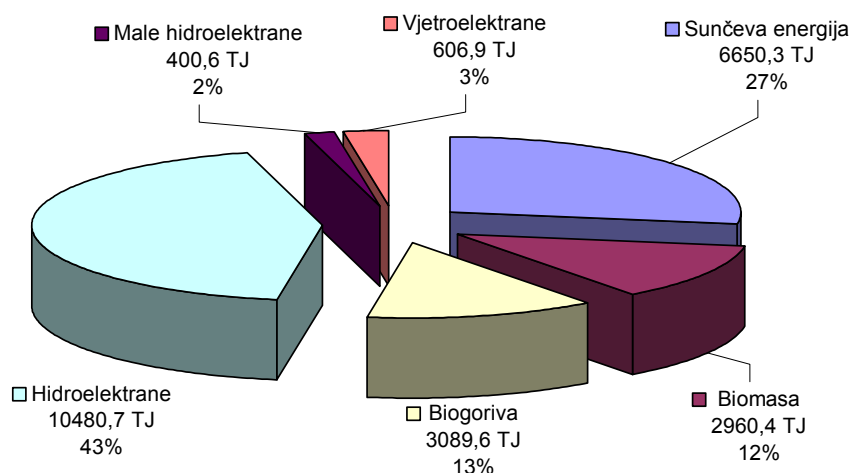
Ovdje prikazani rezultat dio je postupka u izradi ublaženog scenarija energetskeg razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g., odnosno prvi korak u njegovoj izradi. Rezultat je dobiven temeljem određenih kriterija. Prvi kriterij se bavio analizom tehnoloških mogućnosti zamjene tradicionalnih oblika energije korištenih u neposrednoj potrošnji sa sunčevom energijom. Drugim kriterijem se analizirala mogućnost da se 20 % goriva korištenih za prometne potrebe u 2020. g. zamijeni s biogorivom. Rezultati provedene analize u prvom koraku prikazani su na slici 30. Procijenjeni maksimalni potencijal biogoriva i sunčeve energije prikazani su zajedno s preostalim vrstama energija iz referentnog scenarija, u postupku određivanja ublaženog scenarija energetskeg razvoja do 2020. g. Fosilno gorivo koje se koristi u prometu, te ono za druge energetske svrhe, posebno je prikazano. Izvršenom analizom planirane potrošnje prema slici 30. najveći je udio u potrošnji fosilnih goriva u prometu 35 %, tj. 11.945,8 TJ. Zatim slijedi sunčeva energija sa značajnih 6.650,3 TJ, što je 19 % potrebne energije Splitsko-dalmatinske županije 2020. g. Goriva fosilnog podrijetla namijenjena preostalim energetskeg potrebama sudjeluju u potrošnji sa 15 %, odnosno 5.283,0 TJ. Nakon njih slijedi električna energija sa 5.042,2 TJ, što je 15 %. Peti je udio biogoriva za potrebe u prometu sa 9 % ili 3.089,6 TJ. Plinsko gorivo sudjeluje sa 3 %, odnosno 927,1 TJ. Ogrjevno drvo također sudjeluje sa 3 %, odnosno 875,4 TJ. Slijedi ugljen sa 388,7 TJ, odnosno 1 %, te naposljetku para i vreća voda sa zanemarivih 36,9 TJ.



Slika 30. Maksimalni supstitucijski potencijal sunčeve energije i biogoriva SDŽ 2020. g.

### 3.3.2. Ukupni potencijal obnovljivih izvora energije 2020. g.

Nakon što je određen maksimalni supstitucijski potencijal sunčeve energije i kvantitativno određeno 20 % goriva za potrošnju u prometu 2020. g. u prvom koraku izrade ublaženog scenarija, bilo je moguće odrediti ukupni potencijal obnovljivih izvora energije. Njega sačinjavaju kvantificirani potencijali sunčeve energije i biogoriva do 2020. g. zajedno s ostalim obnovljivim izvorima energije: energijom vjetrova, malih hidroelektrana, biomase i kapacitetom postojećih hidroelektrana. Njihov zbroj daje ukupni potencijal obnovljivih izvora energije Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. Na slici 31. prikazan je ukupni potencijal svih obnovljivih izvora energije Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. Najveći je potencijal iz postojećih hidroelektrana 43 %, odnosno 10.480,7 TJ. Zatim slijedi potencijal sunčeve energije sa 6.650,3 TJ ili 27 %. Raspoloživo biogorivo za potrebe u prometu iznosi 3.089,6 TJ, što iznosi 13 %. Udio raspoložive biomase za ostale energetske potrebe je 12 %, odnosno 2.960,4 TJ. Energija vjetrova može dati 606,9 TJ, odnosno 3 %, dok je potencijal malih hidroelektrana 400,6 TJ, što znači da je njen udio u ukupnom potencijalu obnovljivih izvora za 2020. g 2 %.



**Slika 31. Maksimalni supstitucijski potencijal svih obnovljivih izvora SDŽ 2020 g.**

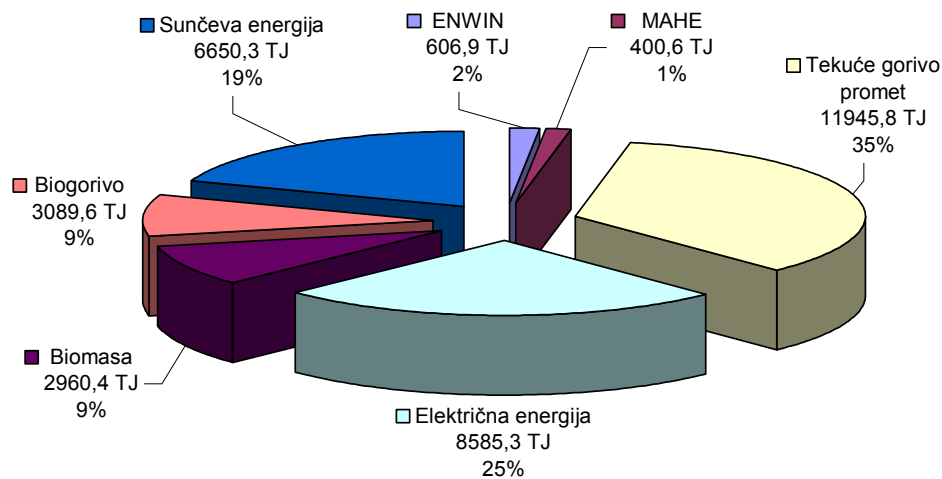
### 3.3.3. Ublaženi scenarij energetskeg razvoja

Ublaženi scenarij energetskeg razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. nastao je kao rezultat maksimalne primjene obnovljivih oblika energije kojima raspolaže Splitsko-dalmatinska županija u neposrednoj energetskeg potrošnji do 2020. g. definiranom referentnim scenarijem energetskeg razvoja Splitsko-dalmatinske županije. Dobiveni rezultati energetske potrošnje po sektorima i oblicima energije prikazani su u tablici 37. Prvim korakom kvantificiran je maksimalno moguć potencijal sunčeve energije u industrijskeg i općeg potrošnji i biogoriva za potrošnju u prometu. Drugi korak analizirao je sektorsku potrošnju preostalih oblika energije definiranih referentnim scenarijem energetskeg razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. i mogućnost njihove zamjene s preostalim obnovljivim izvorima energije Splitsko-dalmatinske županije. Tablica 37. prikazuje ukupni dobiveni rezultat. Rezultati ublaženog scenarija s oblicima obnovljive energije u ukupnoj neposrednoj potrošnji Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. prikazani su grafički na slici 32. Prema ublaženom scenariju najveća je potrošnja fosilnih goriva za promet 35 %, odnosno 11.945,8 TJ. Druga je po veličini potrošnja električne energije iz postojećih hidroelektrana 25 %,

odnosno 8.585,3 TJ. Treća u neposrednoj potrošnji je sunčeva energija s udjelom od 19 %, odnosno 6.650,3 TJ. Biogorivo za prometne potrebe sudjeluje u potrošnji sa 3.089,6 TJ, odnosno udjelom od 9 %. Isti toliki udio od 9 % ima biogorivo za preostale energetske potrebe, odnosno 2.960,4 TJ. Slijedi električna energija proizvedena iz energije vjetra s udjelom od 2 %, odnosno 606,9 TJ i najmanji udio je električne energije iz malih hidroelektrana, 1 %, odnosno 400,6 TJ.

**Tablica 37. Ublaženi scenarij - bilanca energetske potrošnje SDŽ 2020. g.**

Ublaženi scenarij - bilanca energetske potrošnje Splitsko-dalmatinske županije za 2020. g.	ENWIN	MAHE	Motorni benzin	Mlazno gorivo	Dizel gorivo	Ekstra teko loživo ulje	Loživo ulje	Tekuće gorivo promet	Električna energija	Biomasa energetika	Biogorivo promet	Sunčeva energija	UKUPNO
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
<b>NEPOSREDNA POTROŠNJA</b>	606,9	400,6	5850,4	1662,3	4433,1	0,0	0,0	11945,8	8585,3	2960,4	3089,6	6650,3	34238,9
<b>INDUSTRIJA</b>	303,5								3368,2	2510,4		2314,8	8496,8
<b>PROMET</b>			5850,4	1662,3	4433,1			11945,8			3006,2		15030,8
željeznički					178,9			178,9			44,7		223,6
cestovni i pomorski			5929,2		4254,0			10183,2			2545,8		12729,0
zračni				1662,3				1662,3			415,6		2077,9
<b>OPĆA POTROŠNJA</b>	303,5	400,6							5137,9	450,0	83,4	4335,5	10710,8



**Slika 32. Ublaženi scenarij – oblici energije u neposrednoj potrošnji SDŽ u 2020. g.**

Potrošnja energije po sektorima nije posebno grafički prikazana jer je ista kao i za referentni scenarij (slika 29). Ovim putem se htjela pokazati održivost hipoteze da Splitsko-dalmatinska županija posjeduje potencijal obnovljivih izvora koji joj osiguravaju nesmetani gospodarski razvoj. Ukupna količina potrošnje energije Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. ista je u referentnom scenariju kao i u ublaženom scenariju. Ono što se mijenja ublaženim scenarijem jesu oblici energije koji svojom uporabom ne emitiraju stakleničke plinove. Neposredna energetska potrošnja po sektorima, podsektorima, kao i udjeli sektora u energetske potrošnji ostaju isti u ovom scenariju kao i u referentnom.

Dobivenim rješenjem došlo se do idealnog modela korištenja i primjene sunčeve energije u Splitsko-dalmatinskoj županiji. Model se sastoji od dobivanja niskotemperaturne toplinske energije u toplanama na sunčevu energiju, ili pomoću pojedinačnih sunčevih kolektora, a energetske potrebe u vremenu bez sunčeve energije zadovoljile bi se električnom energijom i biomasom. Sistemom toplinskih pumpi dobila bi se učinkovita i energetska kvalitetna rješenja. U tehničkom smislu, to su kvalitetna rješenja koja bi omogućila klimatiziranje prostora, grijanje zimi a hlađenje ljeti. Dobiveni model pogodan je za primjenu u industriji, te uslužnom sektoru a naročito u turističkoj djelatnosti.

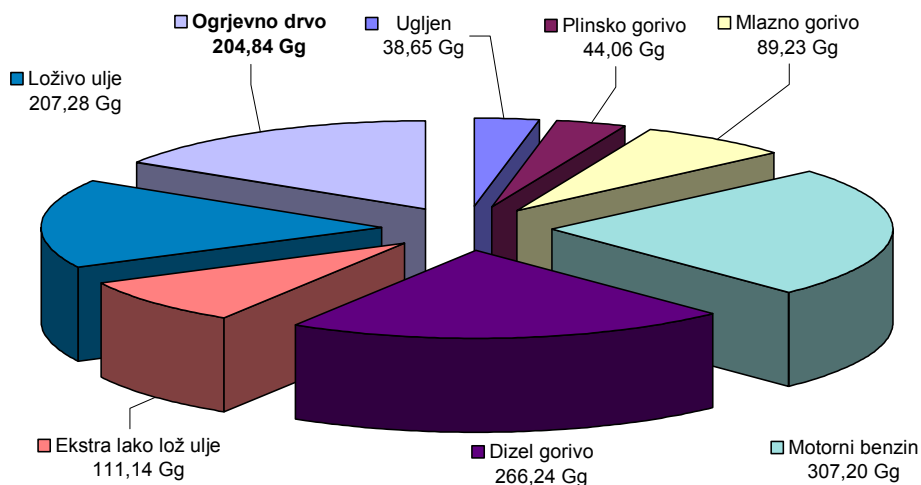
### **3.4. PRORAČUN EMISIJA CO<sub>2</sub> IZ ENERGETSKOG SEKTORA**

#### **3.4.1. Emisije CO<sub>2</sub> Splitsko-dalmatinske županije 2003. g.**

Rezultati IPCC metodologijom urađenog proračuna emisija CO<sub>2</sub> iz energetske sektora Splitsko-dalmatinske županije za 2003. g. prikazani su u tablici 38. Ulazni podaci temeljem kojih je proračun urađen (tablici 34) odnose se na neposrednu energetske potrošnju Splitsko-dalmatinske županije 2003. g. Prema dobivenim rezultatima najviše emisija proizvodi motorni benzin 307,20 Gg CO<sub>2</sub>, zatim slijede emisije koje proizvodi dizel gorivo 266,24 Gg CO<sub>2</sub>. Loživa ulja sudjeluju sa 207,28 TJ Gg CO<sub>2</sub>. Ekstra loživo ulje 111,14 Gg CO<sub>2</sub>, zatim mlazno gorivo sa 89,23 Gg CO<sub>2</sub>, plinsko gorivo sa 44,06 Gg CO<sub>2</sub> i na kraju ugljen emitira 38,55 Gg CO<sub>2</sub>. Na slici 33. dijagramski su prikazani iznosi emisija CO<sub>2</sub> iz pojedinih oblika energije koje koristi energetske sektor Splitsko-dalmatinske županije. U dijagramu je evidentirana emisija biomase, u ovom slučaju ogrjevnog drva, makar se ista ne ubraja u proračun emisija CO<sub>2</sub>.

Tablica 38. Proračun emisija CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora SDŽ 2003. g.

SPLITSKO-DALMATINSKA ŽUPANIJA 2003. g.							
ENERGETSKI SEKTOR	Potrošnja	Faktor emisije ugljika	Sadržaj ugljika	Udio oksid.	Stvarna ugljična emisija	Stvarna CO <sub>2</sub> emisija	Specifična emisija CO <sub>2</sub>
	(TJ)	(t C/TJ)	(t C)	%	(Gg C)	(Gg CO <sub>2</sub> )	tCO <sub>2</sub> /GJ
Ugljen	416,90	25,8	10.756,02	0,98	10,54	38,65	0,093
Plinsko gorivo	702,20	17,2	12.077,84	0,995	12,02	44,06	0,063
Mlazno gorivo	1.260,60	19,5	24.581,70	0,99	24,34	89,23	0,070
Motorni benzin	4.477,70	18,9	84.628,53	0,99	83,78	307,20	0,069
Dizel gorivo	3.630,90	20,2	73.344,18	0,99	72,61	266,24	0,073
Ekstra lako lož ulje	1.515,70	20,2	30.617,14	0,99	30,31	111,14	0,073
Loživo ulje	2.595,60	22,0	57.103,20	0,99	56,53	207,28	0,080
<b>Ukupno</b>	<b>14.599,60</b>				<b>Ukupno</b>	<b>1.063,81</b>	<b>0,073</b>
Ogrjevno drvo	1.887,30	29,9	56.430,27	0,99	55,87	204,84	0,109
Biogorivo	0,00	20,0	0,00	0,99	0,00	0,00	
<b>Ukupno biomasa</b>	<b>1.887,30</b>				<b>Ukupno bio</b>	<b>204,84</b>	<b>0,109</b>



Slika 33. Izvori emisija CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora SDŽ 2003. g.

Ako se izračunate emisije CO<sub>2</sub> žele prikazati u obliku specifičnih emisija CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora Splitsko-dalmatinske županije za 2003. g. treba uzeti u obzir podatak da je Splitsko-dalmatinska županija u toj godini imala 473.760 stanovnika. Izračunom dobiveni iznos

emisija od 1.063.810 tCO<sub>2</sub> u 2003. g., podijeljen s brojem stanovnika iste godine daje rezultat 2,1tCO<sub>2</sub>/ stanovniku za 2003. godinu. Tablica 39. daje prikaz rezultata.

**Tablica 39. Specifična emisija CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora SDŽ 2003. g.**

Specifična emisija po stanovništvu SDŽ u 2003. g.		Mjerne jedinice
Emisije CO <sub>2</sub>	1.063.810	tona/godinu
Broj stanovnika SDŽ	473.760	broj stanovnika SDŽ
Specifična emisija CO <sub>2</sub>	<b>2,12</b>	<b>tona/stanovniku godišnje</b>

### 3.4.2. Referentni scenarij – emisije CO<sub>2</sub> SDŽ 2020. g.

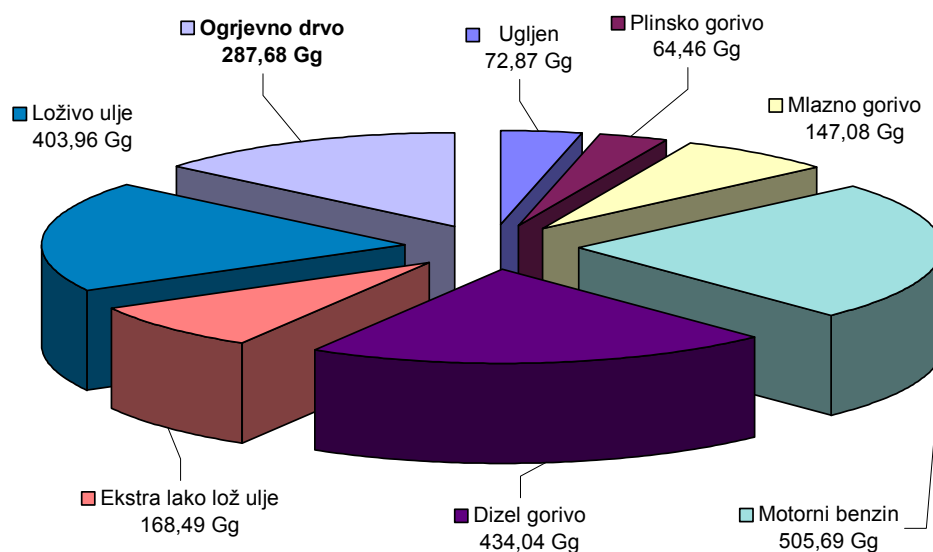
Do prikazanih rezultata došlo se proračunom emisija stakleničkih plinova IPCC metodologijom i aktivnim tabličnim kalkulatorom koji je metodologijom ponuđen. Ulazni podaci temeljem kojih je proračun urađen, podaci su o neposrednoj energetskoj potrošnji prema referentnom scenariju Splitsko-dalmatinske županije 2020. g. (tablica 36). Dobiveni rezultati o emisijama CO<sub>2</sub> za 2020. godinu, prema referentnom scenariju energetskog razvoja Splitsko-dalmatinske županije, prikazani su u tablici 40.

**Tablica 40. Referentni scenarij - proračun emisija CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora SDŽ 2020. g.**

SPLITSKO-DALMATINSKA ŽUPANIJA 2020. g., REFERENTNI SCENARIJ							
ENERGETSKI SEKTOR	Potrošnja	Faktor emisije ugljika	Sadržaj ugljika	Udio oksid.	Stvarna ugljična emisija	Stvarna CO <sub>2</sub> emisija	Specifična emisija CO <sub>2</sub>
	(TJ)	(t C/TJ)	(t C)	%	(Gg C)	(Gg CO <sub>2</sub> )	tCO <sub>2</sub> /GJ
Ugljen	786,00	25,8	20.278,80	0,98	19,87	72,87	0,093
Plinsko gorivo	1.027,20	17,2	17.667,84	0,995	17,58	64,46	0,063
Mlazno gorivo	2.077,90	19,5	40.519,05	0,99	40,11	147,08	0,071
Motorni benzin	7.370,80	18,9	139.308,12	0,99	137,92	505,69	0,069
Dizel gorivo	5.919,30	20,2	119.569,86	0,99	118,37	434,04	0,073
Ekstra lako loživo ulje	2.297,80	20,2	46.415,56	0,99	45,95	168,49	0,073
Loživo ulje	5.058,40	22,0	111.284,80	0,99	110,17	403,96	0,080
<b>Ukupno</b>	<b>24.537,40</b>				<b>Ukupno</b>	<b>1.796,59</b>	<b>0,073</b>
Ogrjevno drvo	2.650,50	29,9	79.249,95	0,99	78,46	287,68	0,109
Biogorivo	0,00	20,0	0,00	0,99	0,00	0,00	
<b>Ukupno biomasa</b>	<b>2.650,50</b>				<b>Ukupno bio</b>	<b>287,68</b>	<b>0,109</b>

Prema dobivenim rezultatima očekuje se najviše emisija koje će proizvesti motorni benzin 505,69 Gg CO<sub>2</sub>, zatim slijede emisije koje proizvodi dizel gorivo 434,04 Gg CO<sub>2</sub>. Loživa ulja sudjeluju sa 403,96 TJ Gg CO<sub>2</sub>. Ekstra loživo ulje 168,49 Gg CO<sub>2</sub>, zatim mlazno gorivo sa

147,05 Gg CO<sub>2</sub>, ugljen emitira 72,87 Gg CO<sub>2</sub>, a na kraju je plinsko gorivo sa 64,46 Gg CO<sub>2</sub>. Udjeli u emisijama CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora Splitsko-dalmatinske županije za 2020. g. prema referentnom scenariju proporcionalni su udjelima u potrošnji oblika energije prema navedenom scenariju. Na slici 34. dat je dijagramski prikaz emisija CO<sub>2</sub> i njihovi izvori. Kao i u prethodnom dijagramskom prikazu i ovdje je evidentirana emisija biomase, makar se ne ubraja u proračun emisija CO<sub>2</sub>.



Slika 34. Izvori emisija CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora SDŽ 2020. g. - referentni scenarij

Da bi se prikazale specifične emisija CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora po referentnom scenariju Splitsko-dalmatinske županije 2020. g. treba upotrijebiti podatak o predviđajućim demografskim kretanjima Splitsko-dalmatinske županije. U veljači 2005. godine u matičnim uredima naše Županije upisano je 361 rođenje i 467 smrti, tj. ima 106 više umrlih nego rođenih. Po ovim pokazateljima očekuje se 2020. godine 461.556 stanovnika. Uz ovakve trendove gospodarskog razvoja i trendove smanjenja stanovništva u odnosu na razdoblje 2003 - 2020. g., očekuje se specifična emisija po stanovniku od 3,89 tCO<sub>2</sub>/ stanovniku u 2020. godini. Rezultati su prikazani u tablici 41. To je još uvijek manje od hrvatskog prosjeka u 2003. godini i niže nego u svim europskim državama u tom vremenu.



**Tablica 41. Referentni scenarij - specifična emisija CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora SDŽ 2020. g.**

Specifična emisija po stanovništvu SDŽ u 2020. g.		Mjerne jedinice
Emisije CO <sub>2</sub>	1.796.590	tona/godinu
Broj stanovnika SDŽ	461.556	broj stanovnika SDŽ
Specifična emisija CO <sub>2</sub>	<b>3,89</b>	<b>tona/stanovniku godišnje</b>

### 3.4.3. Ublaženi scenarij – emisije CO<sub>2</sub> SDŽ 2020.g.

Za proračun emisija stakleničkih plinova Splitsko-dalmatinske županije, prema ublaženom scenariju energetskog razvoja do 2020. g., korišteni su podaci iz tablice 37. Rezultati dobiveni IPCC metodologijom prikazani su u tablici 42.

**Tablica 42. Ublaženi scenarij - proračun emisija CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora SDŽ 2020. g.**

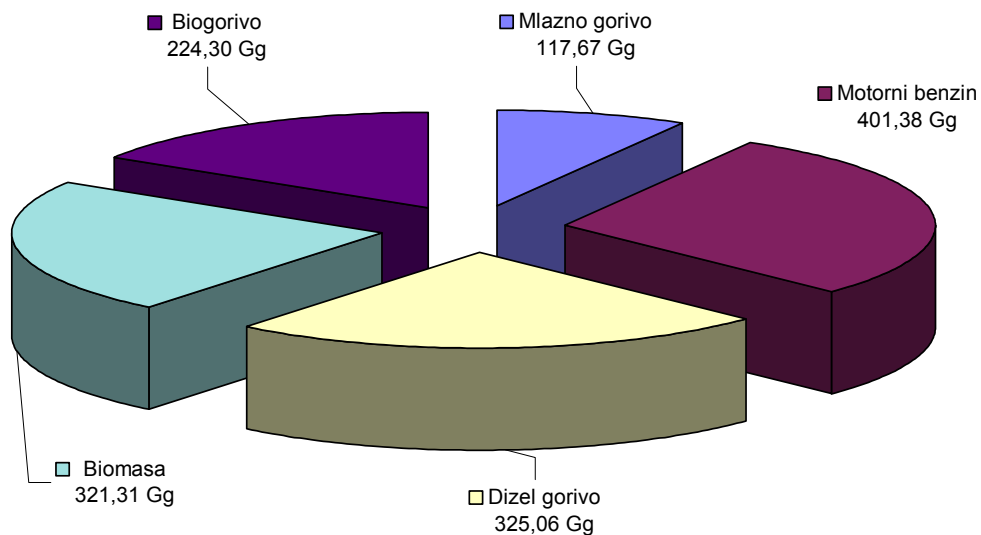
SPLITSKO-DALMATINSKA ŽUPANIJA 2020. g. UBLAŽENI SCENARIJ							
ENERGETSKI SEKTOR	Potrošnja	Faktor emisije ugljika	Sadržaj ugljika	Udio oksid.	Stvarna ugljična emisija	Stvarna CO <sub>2</sub> emisija	Specifična emisija CO <sub>2</sub>
	(TJ)	(t C/TJ)	(t C)	%	(Gg C)	(Gg CO <sub>2</sub> )	tCO <sub>2</sub> /GJ
Mlazno gorivo	1.662,3	19,5	32.414,85	0,99	32,09	117,67	0,071
Motorni benzin	5.850,4	18,9	110.572,56	0,99	109,47	401,38	0,069
Dizel gorivo	4.433,1	20,2	89.548,62	0,99	88,65	325,06	0,073
<b>Ukupno</b>	<b>24.537,40</b>				<b>Ukupno</b>	<b>844,11</b>	<b>0,071</b>
Biomasa	2.960,4	29,9	88.515,96	0,99	87,63	321,31	0,109
Biogorivo	3.089,6	20,0	61.792,0	0,99	61,17	224,3	0,073
<b>Ukupno biomasa</b>	<b>6.050,00</b>				<b>Ukupno bio</b>	<b>545,62</b>	<b>0,090</b>

Od godišnjih emisija 1.796,59 Gg CO<sub>2</sub> po referentnom scenariju, ublaženim scenarijem, tj. maksimalnom primjenom obnovljivih izvora energije kojima Splitsko-dalmatinska županija raspolaže, emisije su svedene na 844,11 Gg CO<sub>2</sub>. Emisije iz industrijskog i općeg sektora u cijelosti su eliminirane. Navedeni iznos odnosi se na preostalo korištenje fosilnih goriva u prometnom sektoru. Godišnje specifične emisije su smanjene na 1,83 t/stanovniku (tablica 43).

**Tablica 43. Ublaženi scenarij - specifična emisija CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora SDŽ 2020. g.**

Specifična emisija po stanovništvu SDŽ u 2020. g.		Mjerne jedinice
Emisije CO <sub>2</sub>	844.110	tona/godinu
Broj stanovnika SDŽ	461.556	broj stanovnika SDŽ
Specifična emisija CO <sub>2</sub>	<b>1,83</b>	<b>tona/stanovniku godišnje</b>

Na slici 35. dijagramski su prikazani izvori emisija CO<sub>2</sub> u energetske sektoru prema ublaženom scenariju. U izvorima emisija sudjeluje motorni benzin koji proizvodi 401,38 Gg, dizel gorivo 325,06 Gg i mlazno gorivo 117,67 Gg. Evidentirane su i emisije koje proizvodi biogorivo namijenjena za potrošnju u prometu i kruta biomasa.



Slika 35. Izvori emisija CO<sub>2</sub> iz energetske sektora SDŽ 2020. g. - ublaženi scenarij

Emisije CO<sub>2</sub> po ublaženom scenariju oko dva puta su niže u odnosu na referentni scenarij, pa se može zaključiti da je postavljena hipoteza, i u ovom dijelu istraživanja koji se odnosi na emisije CO<sub>2</sub>, potvrđena. S obzirom na prethodno potvrđena istraživanja da postoji dovoljan potencijal obnovljivih izvora energije za gospodarski razvoj Splitsko-dalmatinske županije, znači da je postavljena hipoteza u cijelosti potvrđena.

### 3.5. UKUPNE EMISIJE STAKLENIČKIH PLINOVA

#### 3.5.1. Proračun ukupnih emisija stakleničkih plinova SDŽ za 2003. g.

IPCC metodologija izračunavanja ukupnih emisija stakleničkih plinova proračunava se za šest sektora, kako je to prikazano u tablici 44: energetika, industrijski procesi, poljoprivreda, promjena u korištenju zemljišta i šuma, otpad i ostalo. Međutim, da bi se ovakav proračun mogao izraditi potrebno je imati bazu podataka. O tome je bilo govora u ovome radu, naročito o problemima vođenja i prikupljanja podataka na lokalnom nivou. Procijenjeno je da se s najmanjom pogreškom može uraditi proračun ukupnih emisija stakleničkih plinova Splitsko-dalmatinske županije ako se utvrdi potrošnja njezinog energetskog sektora i uradi IPCC metodologijom proračun emisija CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora, jer je njihov udio najveći u ukupnim emisijama stakleničkih plinova. Udio energetskog sektora iznosi 73,47 %, dok je udio emisija CO<sub>2</sub> od svih plinova iz energetskog sektora 92 %. Da bi se došlo do ovdje prikazanih rezultata osmišljena je metoda opisana u poglavlju 2.9. U tablici 44. prikazani su podaci o ukupnim emisijama Splitsko-dalmatinske županije za 2003. godinu dobiveni tom metodom. Ulazni podatak izračuna je proračun emisija CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora Splitsko-dalmatinske županije za 2003. g. (tablica 38).

**Tablica 44. Proračun ukupnih emisija stakleničkih plinova SDŽ 2003. g.**

1	2	3	4	5	6	7	
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC, PFC i SF <sub>6</sub>	UKUPNO	UDJELI	
EMISIJE	Gg	Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	%	
1	ENERGETIKA	1063,81	86,54	3,46	0,00	1153,81	73,47
2	INDUSTRIJSKI PROCESI	82,75	0,57	59,02	0,57	142,91	9,08
3	POLJOPRIVREDA	0,00	71,20	132,81	0,00	204,00	12,99
4	PROMJENA U KORIŠTENJU ZEMLJIŠTA I ŠUMA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	šume i ostala drvena masa <i>PONORI</i>	-455,43				-455,43	-29,22
5	OTPAD	0,00	61,00	9,20	0,00	70,20	4,47
6	OSTALO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>UKUPNE EMISIJE</b>		1146,56	219,31	204,48	0,57	<b>1570,45</b>	100
<b>NETO EMISIJE</b>		691,13	219,31	204,48	0,57	<b>1115,49</b>	

IPCC metodologija, po kojoj je sastavljena tablica 44, obuhvaća proračun samo onih emisija koje su posljedica ljudskih 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, NOX, NMVOC-ove i SO<sub>2</sub>. Nisu obuhvaćeni staklenični plinovi (npr. CFC-i) koji su predmet Montrealskog protokola o tvarima koje oštećuju ozonski omotač.

Ugljični dioksid CO<sub>2</sub>, metan CH<sub>4</sub> i didušikov oksid N<sub>2</sub>O glavni su staklenični plinovi koji se prirodno nalaze u atmosferi, ali je njihov porast koncentracije, u posljednje vrijeme, uglavnom rezultat ljudskih aktivnosti.

Dobiveni rezultati prikazani u tablici 44. daju se kao ukupna emisija svih stakleničkih plinova prema sektorima (stupac 6). Emisije glavnih stakleničkih plinova ugljičnog dioksida CO<sub>2</sub>, metana CH<sub>4</sub> i didušikovog oksida N<sub>2</sub>O prikazane su u zasebnim stupcima, te sve ostale u zajedničkom stupcu, također prema sektorima. Budući da pojedini staklenički plinovi imaju različita radijacijska svojstva, a time i različito doprinose efektu staklenika, a da bi se omogućilo međusobno zbrajanje i ukupni prikaz emisije, bilo je potrebno emisiju svakog plina pomnožiti s njegovim stakleničkim potencijalom. 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>), što je korišteno za tablični prikaz.

Uobičajeno se primjenjuje omjer emisija i broja stanovnika za procjenu intenziteta emisija stakleničkih plinova. Može se koristiti i omjer emisija i bruto domaćeg proizvoda. U tablici 45. prikazan je intenzitet ukupnih emisija stakleničkih plinova Splitsko-dalmatinske županije u 2003. g. prema broju stanovnika bez ponora.

**Tablica 45. Intenzitet ukupnih emisija SDŽ 2003. g.**

Intenzitet ukupnih emisija CO <sub>2</sub> eq SDŽ 2003. g.		Mjerne jedinice
Ukupne emisije CO <sub>2</sub> eq	1.570.450	tona/godinu
Broj stanovnika SDŽ	473.760	broj stanovnika SDŽ
Intenzitet CO <sub>2</sub> eq	<b>3,31</b>	<b>tona/stanovniku godišnje</b>

### 3.5.2. Referentni scenarij - proračun ukupnih emisija SDŽ 2020. g.

U tablici 46. prikazani su rezultati ukupnih emisija stakleničkih plinova Splitsko-dalmatinske županije u 2020. g. prema referentnom scenariju. Podaci su dobiveni opisanom metodom, a temeljem ulaznog podatka iz tablice 40. proračuna emisija CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora Splitsko-dalmatinske županije za 2020. g. prema referentnom scenariju. Referentni scenarij energetskog razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. nastavlja s postojećom

energetskom politikom. Nema uključivanja novijih tehnologija i obnovljivih izvora energije. To rezultira znatnim povećanjem ukupnih emisija stakleničkih plinova. Ukupne emisije po referentnom scenariju 2020. g iznose 2652,21 Gg CO<sub>2</sub> eq, dok su 2003. g. iznosile 1570,45 Gg CO<sub>2</sub> eq. Obzirom na očekivano smanjenje broja stanovništva Splitsko-dalmatinske županije, znatno je porastao intenzitet ukupnih emisija, tj. iznosi 5,75 t/stanovniku. Podaci su prikazani u tablici 47.

**Tablica 46. Referentni scenarij - proračun ukupnih emisija stakleničkih plinova SDŽ 2020. g.**

1		2	3	4	5	6	7
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC, PFC i SF <sub>6</sub>	UKUPNO	UDJELI
<b>EMISIJE</b>		Gg	Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	%
1	ENERGETIKA	1796,59	146,14	5,85	0,00	1948,58	73,47
2	INDUSTRIJSKI PROCESI	139,74	0,97	99,68	0,97	241,35	9,08
3	POLJOPRIVREDA	0,00	120,24	224,28	0,00	344,52	12,99
4	PROMJENA U KORIŠTENJU ZEMLJIŠTA I ŠUMA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	šume i ostala drvena masa <b>PONORI</b>	-769,14				-769,14	-29,22
5	OTPAD	0,00	103,02	15,53	0,00	118,55	4,47
6	OSTALO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>UKUPNE EMISIJE</b>		1936,33	370,37	345,34	0,97	<b>2652,21</b>	100
<b>NETO EMISIJE</b>		1167,19	370,37	345,34	0,97	<b>1883,87</b>	

**Tablica 47. Referentni scenarij - intenzitet ukupnih emisija SDŽ 2020. g.**

Referentni scenarij - intenzitet CO <sub>2</sub> eq SDŽ 2020. g.	Mjerne jedinice
Ukupne emisije CO <sub>2</sub> eq	2.652.210 tona/godinu
Broj stanovnika SDŽ	461.556 broj stanovnika SDŽ
Intenzitet CO <sub>2</sub> eq	<b>5,75 tona/stanovniku godišnje</b>

### 3.5.3. Ublaženi scenarij - proračun ukupnih emisija SDŽ 2020. g.

Tablica 48. prikazuje rezultate ukupnih emisija stakleničkih plinova Splitsko-dalmatinske županije u 2020. g. prema ublaženom scenariju. Podaci su, kao i prethodni, dobiveni metodom opisanom u poglavlju 2.9. a temeljem ulaznog podatka iz tablice 42. proračuna emisija CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora Splitsko-dalmatinske županije za 2020. g. prema ublaženom scenariju. Scenarij pretpostavlja maksimalnu primjenu obnovljive energije, emisije se svode uglavnom na emisije koje se dogode potrošnjom fosilnih goriva u prometu

844,11 Gg CO<sub>2</sub> eq od ukupnih emisija 1.246,12 Gg CO<sub>2</sub> eq. U objašnjenju metode (poglavlje 2.9) definiran je izračun ponora kao 29,22 % ukupnih emisija. Zbog lakše usporedbe referentnog scenarija i ublaženog scenarija, ovdje se pretpostavlja da nema prenamjene u korištenju zemljišta i šuma te će šume i ostala drvena masa kojom se računaju ponori biti ista, pa i iznos ponora u oba scenarija treba biti isti. Zbog toga se u tablici 48. uvrštava isti iznos ponora kao i za referentni scenarij u tablici 46. Intenzitet ukupnih emisija ovim ublaženim scenarijem je snižen na 2,7 t/ stanovniku, kako je to prikazano u tablici 49.

**Tablica 48. Ublaženi scenarij - proračun ukupnih emisija stakleničkih plinova SDŽ 2020. g.**

1		2	3	4	5	6	7
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC, PFC i SF <sub>6</sub>	UKUPNO	UDJELI
<b>EMISIJE</b>		Gg	Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	Gg CO <sub>2</sub> eq	%
1	ENERGETIKA	844,11	68,66	2,75	0,00	915,52	73,47
2	INDUSTRIJSKI PROCESI	65,66	0,45	46,83	0,45	113,40	9,08
3	POLJOPRIVREDA	0,00	56,49	105,38	0,00	161,87	12,99
4	PROMJENA U KORIŠTENJU ZEMLJIŠTA I ŠUMA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	šume i ostala drvena masa <b>PONORI</b>	-769,14				-769,14	
5	OTPAD	0,00	48,40	7,30	0,00	55,70	4,47
6	OSTALO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>UKUPNE EMISIJE</b>		909,77	174,02	162,25	0,45	<b>1246,12</b>	100
<b>NETO EMISIJE</b>		140,63	174,02	162,25	0,45	<b>476,98</b>	

**Tablica 49. Ublaženi scenarij - intenzitet ukupnih emisija SDŽ 2020. g.**

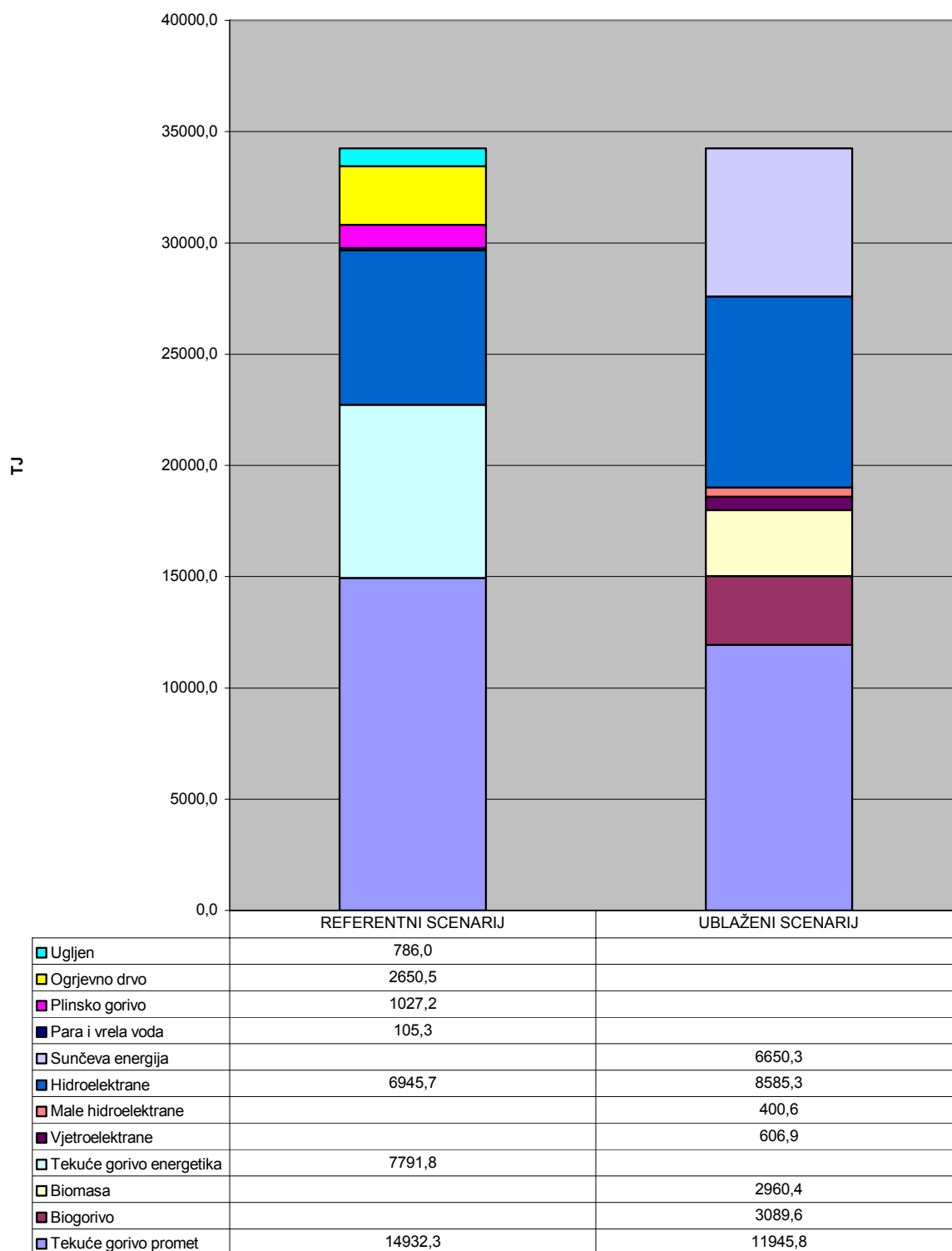
Ublaženi scenarij - intenzitet CO <sub>2</sub> eq SDŽ 2020. g.	Mjerne jedinice
Ukupne emisije CO <sub>2</sub> eq	1.246.120 tona/godinu
Broj stanovnika SDŽ	461.556 broj stanovnika SDŽ
Intenzitet CO <sub>2</sub> eq	<b>2,70</b> tona/stanovniku godišnje

### 3.6. USPOREDBA REFERENTNOG I UBLAŽENOG SCENARIJA

#### 3.6.1. Oblici energije

Ranije su prikazane potrebne količine energije, kao i njezini oblici, u neposrednoj potrošnji za ostvarenje razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. Na slici 28. prikazani su podaci

o energiji i njezinim oblicima za referentni scenarij, a na slici 32. za ublaženi scenarij. Zbog lakše usporedbe referentnog i ublaženog scenarija energetskeg razvoja Splitsko-dalmatinske



Slika 36. Usporedba količina i oblika energije referentnog i ublaženog scenarija SDŽ 2020. g.

županije do 2020. g. podaci o neposrednoj energetskej potrošnji i korištenim oblicima energije prikazani su na zajedničkoj slici 36. dijagramom za lakšu usporedbu količina i oblika energije potrebnih za razvoj Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. a na taj ih se način željelo što slikovitije predočiti i usporediti. Pri tome, u stupcu koji predstavlja potrebnu količinu energije prikazanih oblika po ublaženom scenariju, nisu iskorišteni svi potencijali obnovljive energije Splitsko-dalmatinske županije. Pored prikazane količine energije za zadovoljenje potreba neposredne energetske potrošnje do 2020. godine po ublaženom scenariju preostaje višak od 1.974,1 TJ električne energije iz postojećih hidroelektrana. To daje potvrdu jednom dijelu postavljene hipoteze, tj da Splitsko-dalmatinska županija potencijalom obnovljivih izvora energije, u kojem prednjači sunčeva energija, u stanju je osigurati nesmetani vlastiti gospodarski razvoj, te prikazanim viškom električne energije iz hidroelektrana dodatno doprinijeti Republici Hrvatskoj u mjerama koje provodi na smanjenju emisija CO<sub>2</sub> iz energetskeg sektora.

### 3.6.2. Emisija CO<sub>2</sub> iz energetskeg sektora

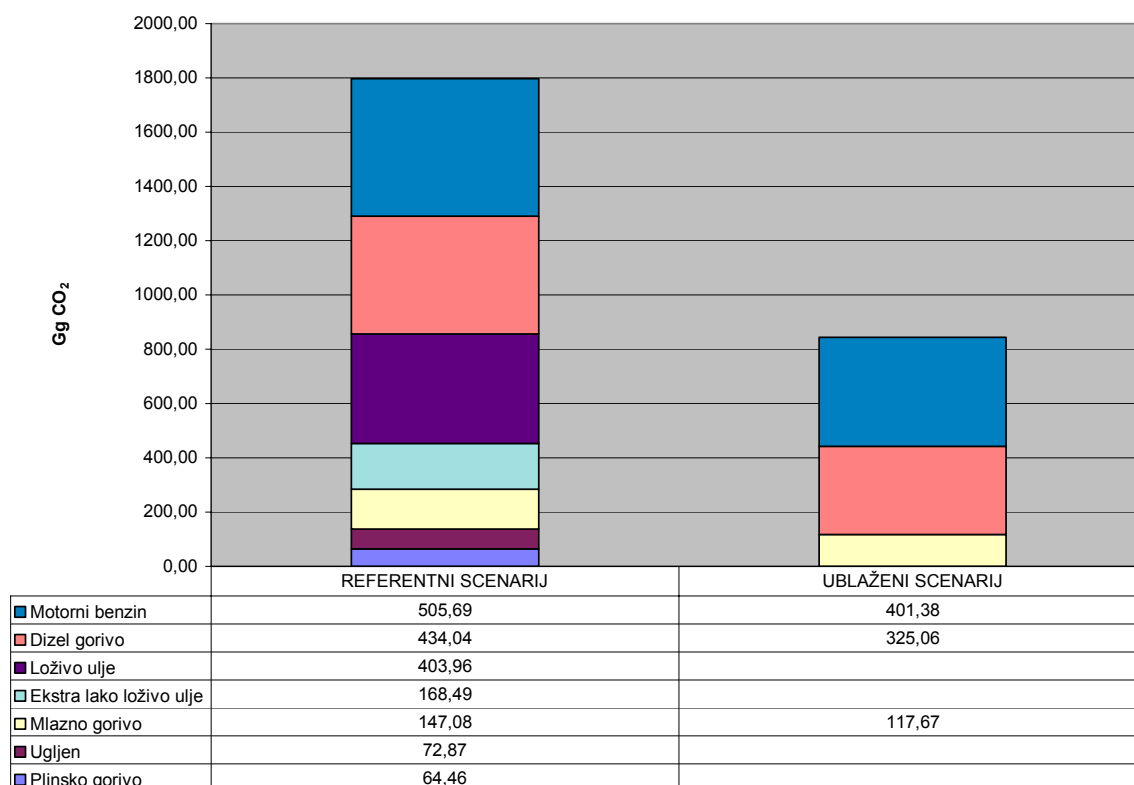
Usporedba emisija CO<sub>2</sub> iz energetskeg sektora Splitsko-dalmatinske županije po promatranim scenarijima se zasniva na sljedećem: U tablicama 40. i 42. prikazani su IPCC metodologijom urađeni proračuni emisija CO<sub>2</sub> iz energetskeg sektora Splitsko-dalmatinske županije 2020. godine, za referentni i ublaženi scenarij. Na slikama 34. i 35. grafički su predočeni oblici energija kao izvori emisija CO<sub>2</sub> u navedenim tablicama. Na slikama 34. i 35. prikazani su i udjeli biomase u emisijama CO<sub>2</sub>. To je urađeno zbog dobivanja boljeg uvida odnosa između izvora emisija u energetskeg sektoru, jer se emisije nastale biogorivom prema IPCC metodologiji evidentiraju a ne računaju. Prema IPCC metodologiji one u svom ciklusu od uzgoja do uporabe kao goriva u energetske svrhe, fotosintezom apsorbiraju onoliko CO<sub>2</sub> koliko ga ispuste izgaranjem kao gorivo, stoga se njihove emisije ne ubrajaju u antropogena djelovanja. Da bi navedeni podaci bili lakše usporedivi napravljen je zajednički dijagram (slika 37).

U tablicama 40. i 42. pridodan je stupac specifične emisije u tCO<sub>2</sub>/GJ. U tom je stupcu za svaki oblik energije izražen odnos CO<sub>2</sub> koji emitira u tCO<sub>2</sub> i njegove potrošnje u GJ. Ovog podatka nema u radnim tablicama koje pruža IPCC metodologija, ali je znakovit za dobivanje uvida što pojedini oblik energije predstavlja sa stanovišta emisija CO<sub>2</sub> u energetskeg sektoru. Iz odnosa se razaznaje da zamjena loživog ulja 0,08 tCO<sub>2</sub>/GJ ili ugljena 0,093 tCO<sub>2</sub>/GJ s



plinskim gorivom 0,063 tCO<sub>2</sub>/GJ ne rješava problem emisija CO<sub>2</sub> u energetsom sektoru već ga ublažava 27 do 48 %.

Specifične emisije CO<sub>2</sub> po glavi stanovnika iz energetskega sektora Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. prikazane su u tablici 41. za referentni scenarij i tablici 43. za ublaženi scenarij. Na slici 2.7. prikazana je usporedba emisija CO<sub>2</sub> iz energetskega sektora t/stanovniku u 1994. godini, za različite zemlje [27]. Na toj tablici može se pročitati podatak o emisiji CO<sub>2</sub> za Hrvatsku u 1996. godini. U Hrvatskoj je bila nešto manja od 4 t/stanovniku, tj. najniža u odnosu na razvijenije europske zemlje - Španjolska i Francuska oko 6, Italija i Austrija oko 7, Velika Britanija oko 9, Nizozemska, Njemačka Francuska i Danska između 11 i 12 t/stanovniku. Prosjek ondašnje EU 15 iznosio je između 8 i 9 t/stanovniku. Dobiveni podatak o specifičnoj emisiji CO<sub>2</sub> u Splitsko-dalmatinskoj županiji, ovim scenarijem, daleko je najniži u odnosu na navedene. Prema referentnom scenariju specifična emisija iznosi 3,89 t/stanovniku i niža je nego što je bila 1996. g. za Republiku Hrvatsku, dok je prema ublaženom scenariju energetskega razvoja Splitsko-dalmatinske županije 2020. g specifična emisija 1,83 t/stanovniku.



Slika 37. Usporedba emisija CO<sub>2</sub> referentnog i ublaženog scenarija SDŽ 2020. g.

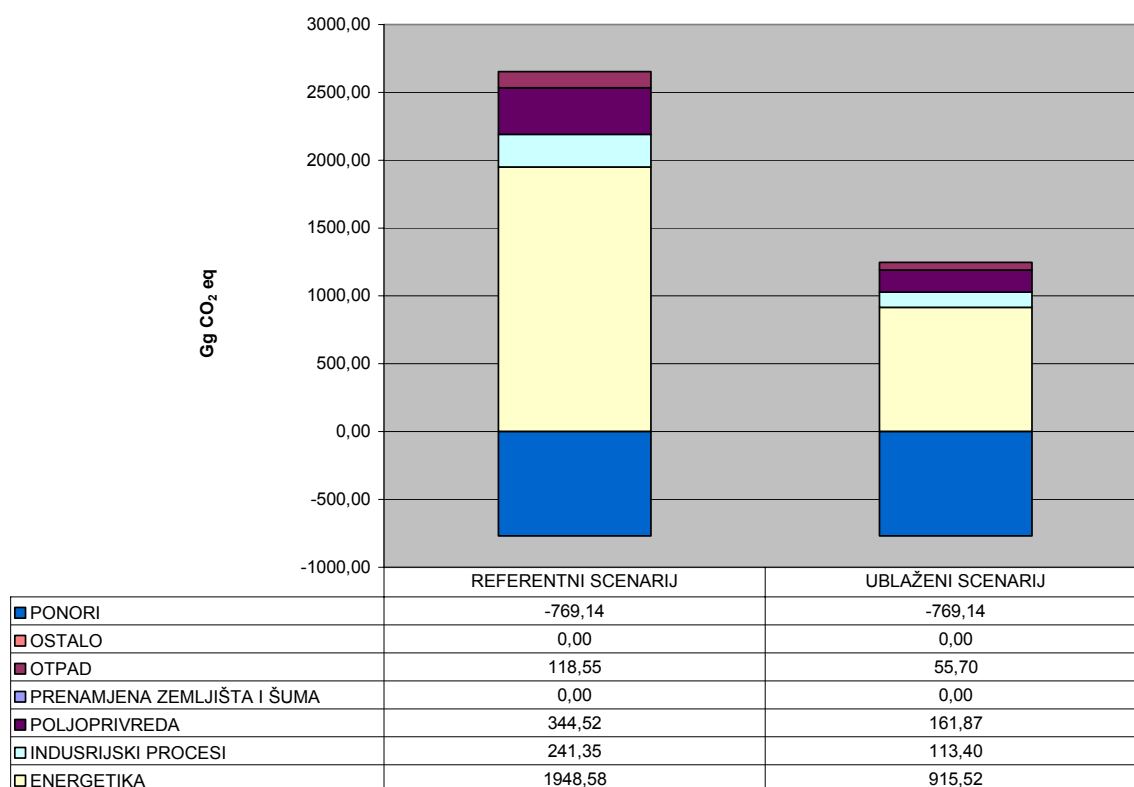
Prilikom prikazivanja rezultata emisija CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. prema ublaženom scenariju (poglavlje 3.4.3) konstatirana je održivost postavljene hipoteze u cijelosti. Uspoređujući ovdje dobivene rezultate referentnog scenarija i ublaženog scenarija to se ponovno naglašava. Splitsko-dalmatinska županija potencijalom obnovljivih izvora energije, u kojem prednjači sunčeva energija, u stanju je osigurati nesmetani vlastiti gospodarski razvoj uz znatno smanjenje emisija CO<sub>2</sub>, te dodatno doprinijeti Republici Hrvatskoj u mjerama koje se provode na smanjenju emisija CO<sub>2</sub> u energetskom sektoru.

Prethodno uspoređujući podatke o količinama i oblicima energije za energetski razvoj Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. urađenim scenarijima, vidljiva je dostatnost obnovljivih izvora energije sa sunčevom energijom kao najznačajnijom za nesmetani gospodarski razvoj. Prikazan je i višak električne energije iz postojećih hidroelektrana kojim Splitsko-dalmatinska županija može doprinijeti naporima Republike Hrvatske u mjerama za smanjenje CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora. U ovom dijelu, uspoređujući emisije CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora, vidi se potvrda i onog dijela hipoteze da pored dostatnog potencijala obnovljivih izvora energije za nesmetani gospodarski razvoj, može znatno smanjiti emisiju CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora. Na slici 37. vidi se znatno smanjenje sa 1.796,59 Gg CO<sub>2</sub> na 844,11 Gg CO<sub>2</sub>. Preostale emisije CO<sub>2</sub> ublaženog scenarija, podrijetlom su iz prometnog sektora od preostalih 80 % fosilnih goriva i mogu biti podložne daljnjim smanjenjima, većom primjenom goriva proizvedenog plantažnim uzgojem biljaka.

### 3.6.3. Ukupne emisije stakleničkih plinova

Prilikom izrade radnje posebna se važnost dala utvrđivanju emisija CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora. U ukupnim emisijama stakleničkih plinova emisije iz energetskog sektora imaju udio oko 70 %. Emisije CO<sub>2</sub> iz sektora energetike imaju udio oko 90 %. Slikom 38. pokušalo se što slikovitije usporediti ukupne emisije Splitsko-dalmatinske županije 2020. g. za promatrana dva scenarija ovoga rada, referentnog i ublaženog. Na slici 38. uneseni su rezultati ukupnih emisija iz tablice 46. i tablice 48. Način na koji je prikazana usporedba ukazuje na još jednu pogodnost koja se događa primjenom ublaženog scenarija. U oba scenarija nema prenamjene u korištenju zemljišta i šuma pa je i iznos ponora u oba scenarija isti. Relativno gledajući, na ublaženom scenariju veličina ponora je znatna u odnosu na ukupne emisije pa ih, računajući ukupne neto emisije, može apsorbirati 62 %. Dok u referentnom scenariju ponori mogu apsorbirati 29 % ukupnih emisija.

Prethodno je prikazana specifična emisija CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora po glavi stanovnika. Slična procjena se radi i za ukupne emisije bez ponora, koju se naziva intenzitet nacionalne emisije stakleničkih plinova. Uobičajene mjere intenziteta jesu omjer emisija i broja stanovnika te omjer emisija i bruto domaćeg proizvoda. U Hrvatskoj je intenzitet ukupnih emisija, bez ponora [7](slika 4.6) za 1990. g. iznosio 8,2 tCO<sub>2</sub> eq/stanovniku. To stavlja Hrvatsku na dno europske ljestvice po intenzitetu emisija stakleničkih plinova, koja se kreće od 9,7 - 16,4 tCO<sub>2</sub> eq/stanovniku. Splitsko-dalmatinska županija ima niži intenzitet od Republike Hrvatske, a po referentnom scenariju intenzitet ukupnih emisija bez ponora 2020. g. iznosio bi 5,75 tCO<sub>2</sub> eq/stanovniku a prema ublaženom scenariju 2,7 tCO<sub>2</sub> eq/stanovniku.



**Slika 38. Usporedba ukupnih emisija referentnog i ublaženog scenarija SDŽ 2020. g.**

### 3.6.4. Financijski efekti smanjenja emisija u energetskom sektoru

Provedena istraživanja su pokazala da je intenzitet stakleničkih plinova u Republici Hrvatskoj daleko ispod europskog nivoa koji je bio oko 9 t/stanovniku dok su EU sačinjavala petnaestorica, i nivoa u SAD od 19 t/stanovniku. Nivo Splitsko-dalmatinske županije je pak niži od hrvatskog. Ovo pokazuje probleme Republike Hrvatske koji proističu iz

niskododijeljenih emisija referentne godine Kyoto protokolom, jer bi ovako male emisije trebalo još smanjivati. Srećom što su napori za povećanje emisija referentne godine urodili plodom pa će se rješenje ovog problema voditi i u smjeru pravednog izjednačavanja startne pozicije s ostalim zemljama. Čini se apsurdno ulaganje napora za dodatno smanjivanje ionako niskih emisija u Splitsko-dalmatinskoj županiji i u Republici Hrvatskoj uopće. S druge strane, radi se o obliku energije koju Splitsko-dalmatinska županija ima u značajnim količinama, a pored toga mogu se iskoristiti i poticajne mjere za smanjenje emisija u koje su definirane Kyoto protokolom.

Metodologijom postavljenom u poglavlju 2.8. Financijski efekti smanjenja emisija CO<sub>2</sub> napravljena je procjena koliko je “skuplji” ublaženi scenarij od referentnog scenarija energetskog razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. za svaki pojedini oblik energije iz obnovljivih izvora koji je uključen u ublaženi scenarij. Međutim, ukupni učinak se nije mogao odrediti bez konačno definiranog ublaženog scenarija s točno određenim udjelima s kojima sudjeluju pojedini oblici obnovljive energije u njemu. S toga će se u daljnjem tekstu prikazati i postupak kojim se došlo do konačnih rezultata. Rezultati proračuna prikazani su u tablici 50.

**Tablica 50. Procjena troškova za realizaciju ublaženog scenarija**

A	B	C	D	E	F
	TJ	%	tCO <sub>2</sub>	kn/tCO <sub>2</sub>	kn
<b>BIOPR</b>	3.089,6	13,9	132.000	0,00	0
<b>BIOEN</b>	2.960,4	13,3	126.480	-548,11	-69.327.177,98
<b>ENWIND</b>	606,9	2,7	25.930	-116,35	-3.016.955,65
<b>MAHE</b>	400,6	1,8	17.120	-638,14	-10.922.255,06
<b>SUNEN</b>	6.650,3	29,8	284.140	737,97	209.684.025,40
<b>Hidroelektrane postojeće</b>	8.585,3	38,5	366.810	0,00	0,00
<b>UKUPNO:</b>	<b>22.293,1</b>	<b>100</b>	<b>952.480</b>	<b>132,72</b>	<b>126.417.636,7</b>

Do podataka u tablici 50. došlo se na sljedeći način: U stupcu A su popisani svi oblici energije iz energetskog sektora koji sudjeluju u ublaženom scenariju i nemaju emisija CO<sub>2</sub>. Izostaje 80 % goriva fosilnog podrijetla koja se i dalje prema ublaženom scenariju koriste u prometu. U stupcu B su upisane količine s kojima obnovljivi izvori energije Splitsko-dalmatinske županije sudjeluju u ublaženom scenariju. Stupac C prikazuje njihove %-tne udjele iz stupca B. U stupcu D, u retku pod ukupno, prikazano je ukupno smanjenje emisija CO<sub>2</sub> (952.480 tCO<sub>2</sub>) primjenom ublaženog scenarija. Iznos predstavlja razliku između emisija CO<sub>2</sub>

referentnog scenarija (1.796.590 tCO<sub>2</sub>) i ublaženog scenarija (844.110 tCO<sub>2</sub>). Smanjenje ostvaruju upravo navedeni obnovljivi izvori. Rezultat svakog retka stupca D dobiven je množenjem ukupnog iznosa (952.480 tCO<sub>2</sub>) s pripadajućim udjelom iz istog retka u stupcu C. Dobiveni umnošci u stupcu D predstavljaju iznos u tCO<sub>2</sub> kojim pripadajući oblik obnovljive energije iz potencijala Splitsko-dalmatinske županije sudjeluje u smanjenju emisija CO<sub>2</sub>. U stupcu E upisane su specifične cijene za smanjenje emisija CO<sub>2</sub> izražene u kn/tCO<sub>2</sub> koje su prethodno izračunate u poglavlju 2.8. za svaki oblik energije. Specifične cijene su računate u odnosu na oblike energije fosilnog podrijetla iz referentnog scenarija. Neke specifične cijene su više u odnosu na postojeće tehnologije, neke su niže, a neke su iste. Rezultati u stupcu F dobivaju se množenjem istih redaka stupca D i stupca E. Ukupnim zbrajanjem svih redaka stupca F dobiva se ukupni financijski iznos razlike u realizaciji ublaženog scenarija u odnosu na referentni scenarij. Prema izvršenoj analizi može se zaključiti da je za realizaciju ublaženog scenarija energetskeg razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. potrebno investirati 126.417.636,7 kn (17.083.464 eura) više nego za referentni scenarij.

Podatak o ukupnim specifičnim ulaganjima ne može se dobiti algebarskom sredinom stupca E. Specifična ulaganja za pojedine oblike energije prikazana u tom stupcu množe se s različitim količinama s kojima one sudjeluju u smanjenju emisija CO<sub>2</sub> iz energetskeg sektora. Da bi se odredilo ukupno specifično ulaganje u energetskeg sektor za smanjenje emisija CO<sub>2</sub>, postupa se na sljedeći način: U dnu stupca E, redak ukupno, upisan je kvocijent ukupno stupca F i ukupno stupca D. Pojednostavljeno rečeno, dobiveni rezultat je kvocijent povećanog investiranja u energetskeg sektor za realizaciju ublaženog scenarija energetskeg razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. (stupac F) i ukupnog godišnjeg smanjenja emisija CO<sub>2</sub> koje ublaženi scenarij omogućava (stupac D). Dobiveni rezultat iznosi 132,72 kn/tCO<sub>2</sub> (stupac E) odnosno 23,33 USD/tCO<sub>2</sub> ili 18,28 eura/tCO<sub>2</sub>. Svedeno po glavi stanovnika Splitsko-dalmatinske županije treba izdvojiti iznos od 37 eura za ostvarenje ublaženog scenarija.

Želeći komentirati praktičnu i tehnološku primjenu dobivenih rezultata ublaženog scenarija energetskeg razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. u sklopu zadanih kriterija može se zaključiti: Otoci i zaobalje u Splitsko-dalmatinskoj županiji posljednjih stotinjak godina ostali su nerazvijeni i siromašni, što je uvjetovalo migraciju stanovništva u priobalje i veće gradove. Gustoća naseljenosti na otocima je 39,65 stanovnika /km<sup>2</sup>, u zaobalju 48,65 stanovnika /km<sup>2</sup>, dok je u priobalju 308,47 stanovnika /km<sup>2</sup>. Slabo naseljeni otoci i zagora

samim time pošteđeni su ekološkog zagađenja koje prati ostale razvijenije dijelove društva. Razvoj otoka automatski znači povećanje svih toplinskih, rashladnih i električnih potreba koje će trebati rješavati, prema dobivenim rezultatima, maksimalnim korištenjem obnovljivih izvora. Razvoj turizma zahtijevat će više standarde. Grijanje bazenske vode za sada je zastupljeno u jako maloj mjeri. Na priobalju i na otocima ima malo izgrađenih bazena, s grijanom vodom još i manje. Za uspješnu konkurenciju trebat će graditi i nove. Primjena niskotemperaturne sunčeve energije, u konvencionalnom obliku ili kao sunčeva toplana ili pak blok kotlovnica, može služiti za pripremu potrošne tople vode u kućanstvima i u turizmu tijekom cijele godine. Mogla bi osiguravati oko 70 % ukupne potrebne toplinske energije zimi za grijanje naselja i pojedinih područja, uključivo i grijanje u turističkim objektima s cjelogodišnjim pogonom te poljoprivrednih objekata kao što su staklenici, štale, peradarnici, sušare itd. Na ovaj način sustavi na otocima Splitsko-dalmatinske županije mogu postati energetske neovisni. Smanjenjem troškova prijenosa i distributivne mreže, snizio bi se udio fosilnih goriva, a moguća je, prema iznijetom, i njihova potpuna supstitucija. Smanjeni udio fosilnih goriva u svakom proizvodu ili usluzi, ujedno bi smanjio njihove direktne i indirektno vidove utjecaja na okoliš.



## 4. ZAKLJUČAK

Postavljena hipoteza: Splitsko-dalmatinska županija svojim potencijalom obnovljivih izvora energije, u kojem prednjači sunčeva energija, u stanju je osigurati nesmetani vlastiti gospodarski razvoj uz znatno smanjenje emisija CO<sub>2</sub>, te dodatno doprinijeti Republici Hrvatskoj u mjerama koje se provode na smanjenju emisija CO<sub>2</sub> u energetske sektoru - u cijelosti je potvrđena. Za potvrdu hipoteze rađena su dva scenarija energetskog razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. godine. Prvo je urađen referentni scenarij. Taj je scenarij pretpostavio usporeno uključivanje novih tehnologija, obnovljivih izvora energije kao i promjene u industriji, poljoprivredi i općenito u zaštiti okoliša, kao i energetske neefikasnost, pa su njime određene potrebne količine energije a udjeli korištenih oblika energije su zadržani kao i do sada što znači nastavak po starom. Drugi scenarij energetskog razvoja Splitsko-dalmatinske županije nazvan je ublaženim scenarijem. On je pretpostavio maksimalno moguću primjenu obnovljivih izvora energije iz potencijala kojima raspolaže Splitsko-dalmatinska županija. Da bi se scenarij mogao uraditi, obrađeni su svi potencijali obnovljivih izvora Splitsko-dalmatinske županije. Sunčeva energije ima najveći potencijal i od njezine primjene se najviše očekuje u budućnosti. Obrađen je potencijal biomase, posebno prema indikativnim ciljevima Republike Hrvatske da će do 2020. g. u prometu koristiti 20 % biogoriva. Još su obrađeni potencijali energije vjetra i malih hidroelektrana, kao i postojeća proizvodnja električne energije u hidroelektranama. Usporedbom ta dva scenarija došlo se do podatka da Splitsko-dalmatinska županija ima energije u obnovljivim izvorima više nego što su planirane energetske potrebe za neposrednu potrošnju do 2020. g. Višak energije obnovljivih izvora iznosi 1.974,1 TJ. Usporedba promatranih scenarija dijagramski je prikazana na slikama 36, 37. i 38.

Protokolom iz Kyota omogućeno je da zemljama da zadovolje svoje obveze „domaćim“ mjerama i dodatno: mehanizmom zajedničke provedbe (Joint Implementation, JI), mehanizmom čistog razvoja (Clean Development Mechanism, CDM) i mehanizmom trgovanja emisijama stakleničkih plinova (Emission Trading, ET). Da bi se koristili mehanizmi Protokol iz Kyota se mora ratificirati. Navedenim mjerama se omogućava ulaganje u «klimatski povoljne» projekte u drugim državama koje nisu potpisnice Kyoto protokola (zemlje u razvoju) ili se mogu kupovati jedinice smanjenja emisije od država članica Kyoto protokola (države Priloga 1). Hrvatska bi mogla kupovati jedinice za smanjenje emisije ili ulagati u zajedničke projekte država u razvoju i tako ostvariti smanjenje emisije. Trgovine koje su se odvijale prije nego je Kyoto protokol stupio na snagu, pokazuju da bi



cijena mogla biti ista ili nešto niža od cijene domaćih mjera. Očekuje se da će cijene jedinica za smanjenje jako rasti u budućnosti, a do sada su [1] [6] bile u rasponu 3-5 USD/tCO<sub>2</sub>-eq u zemljama u razvoju i 7–10 USD/tCO<sub>2</sub>-eq u zemljama u tranziciji. Provedeno istraživanje je pokazalo da energetska sektor sudjeluje u ukupnim emisijama do 80 %, a CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora 90 %. Ublaženim scenarijem u cijelosti su zamijenjena goriva iz energetskog sektora koja emitiraju CO<sub>2</sub> s vlastitim potencijalom obnovljivih izvora energije. Na taj način emisije u 2020. g. od 1.796,59 gG CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora Splitsko-dalmatinske županije, svedene su ublaženim scenarijem na 844,11 gG CO<sub>2</sub> i odnose se na preostalih 80 % fosilnih goriva u prometu. Da bi se to moglo ostvariti potrebno je povećati investiranje u energetska sektor u iznosu od 126 milijuna kuna. U radu je razrađena posebna metoda za izračunavanje specifične investicije u tehnologije za umanjeње emisija CO<sub>2</sub>. Specifična cijena realizacije iznosi 132,72 kn/tCO<sub>2</sub> (23,33 USD/tCO<sub>2</sub> ili 18,28 eura/tCO<sub>2</sub>). Usporedimo li to s prethodnim podacima [1] [6] i očekivanim prognozama znatnog rasta cijena jedinica za smanjenje u budućnosti, onda je logičan zaključak da treba rješavati ovaj problem domaćim mjerama tj. ulaganjem u vlastiti sustav obnovljivih izvora energije za smanjenje emisija.

Prilikom računanja emisija CO<sub>2</sub> iz energetskog sektora IPCC metodologijom izračunate su i specifične emisije u tCO<sub>2</sub>/GJ koje predstavljaju odnos emisija i korisne energije za svaki oblik energije. Iz dobivenih odnosa koji se kreću 0,08 tCO<sub>2</sub>/GJ za loživa ulja ili 0,093 tCO<sub>2</sub>/GJ za ugljen, do 0,063 tCO<sub>2</sub>/GJ za plinsko gorivo, može se uočiti da široka primjena plinskih goriva ne rješava problem emisija CO<sub>2</sub> u energetskom sektoru već ga ublažava 27 do 48 %.

Za izračun ukupnih emisija stakleničkih plinova razrađena je posebna metoda. Dobiveni podaci o intenzitetu emisija su niži nego za Republiku Hrvatsku. U Hrvatskoj je intenzitet ukupnih emisija, bez ponora, za 1990. g. iznosio 8,2 tCO<sub>2</sub> eq/stanovniku. To stavlja Hrvatsku na dno europske ljestvice po intenzitetu emisija stakleničkih plinova, koja se kreće od 9,7 do 16,4 tCO<sub>2</sub> eq/stanovniku [7]. Splitsko-dalmatinska županija ima niži intenzitet od Republike Hrvatske, po referentnom scenariju intenzitet ukupnih emisija bez ponora 2020. g. iznosio bi 5,75 tCO<sub>2</sub> eq/stanovniku a prema ublaženom scenariju 2,7 tCO<sub>2</sub> eq/stanovniku.

Najveći problem za izradu rada bilo je prikupljanje podataka. Knjiženje podataka nije prilagođeno IPCC metodologiji proračuna stakleničkih plinova, koja zahtijeva strogo definiran i sistematiziran način prikupljanja podataka po određenim obrascima. Kod nas se radi iz različitih izvora kako je i opisano u "Prvom nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC)", izdanom u

prosincu 2001. [7], u kojem su tek obrađene emisije do 1995. godine. Nešto su ažurniji podaci u literaturi [37], ali je obrađen samo energetske sektor. Nužno je uspostaviti sustav prikupljanja podataka za izračun emisija na lokalnim razinama. To treba zbog određivanja daljnje strategije energetske potrošnje i mogućnosti kontrole sustava. Na nižim razinama nema se uvida u događanja u energetskom sektoru glede emisija, dok se istovremeno govori o privatizaciji energetskog sektora, kao npr. INE i HEP-a. U njihovim izvješćima o radu za sada se jedino može doći do nekih podataka vezanih za energetske sektor ali uglavnom financijske prirode, pa ti podaci nisu mogli biti korišteni u ovom radu za ažuriranje podataka o energetske potrošnji, već je trebalo razviti metodu za izradu procjene. Poslovanje s energijom mora biti transparentno, pogotovo tamo gdje se ona upotrebljava u primarnoj potrošnji. Može se dogoditi da privatni kapital preuzme energetske sektor, kao što je to danas u procesnoj industriji proizvodnje cementa Splitsko-dalmatinske županije, i da lokalna zajednica ne zna koje gorivo vlasnik koristi u pećima za pečenje klinkera, a odgovorna je brinuti o zaštiti okoliša. Treba osigurati zakonski sustav koji bi spriječio takve stvari i koji bi osigurao pouzdan i kvalitetan način prikupljanja podataka od gospodarskih subjekata. Jedinstveni sustav prikupljanja podataka po regionalnim zajednicama, pomoću obrazaca kako ih propisuje IPCC metodologija [39], olakšao bi i prikupljanje podataka i omogućio dobivanje prave slike na lokalnoj i državnoj razini. Na izgradnji i oživljavanju sustava prikupljanja podataka i praćenja emisija na lokalnoj i državnoj razini nužno je ozbiljno poraditi. U izvješću [7] se govori da će se podaci i podloge za prikupljanje podataka naknadno digitalizirati dok istovremeno postoji IPCC priručnik namijenjen onima koji uspostavljaju sustav izvješćivanja prema IPCC metodologiji. On ih vodi korak po korak izračunu emisija. Koncipiran je modulima i radnim tablicama (excel) za proračun i prikupljanje podataka i nizom uputa a sve u cilju pomoći ekspertima u zemljama koje ne koriste IPCC metodologiju da je počnu primjenjivati i da postanu aktivnim sudionicima u programu izvješćivanja o emisijama stakleničkih plinova.

Od obnovljivih izvora najviše je sunčeve energije u Splitsko-dalmatinske županiji. Tehnički potencijal sunčeve energije je 222 PJ/godinu. Maksimalni supstitucijski potencijal 2020. godine izračunat je 6,65 PJ/godinu, dok je ekonomski potencijal već 1998. [35] iznosio 4,07 PJ/godinu. Kad se radi o sunčevoj energiji upitno je što je to ekonomski potencijal. Sunčeva energija nije oblik energije koji je lociran na određenom mjestu pa ga treba pretvoriti u oblik pogodan za transport a potom na mjestu potrošnje u oblik pogodan za uporabu, što u pravilu limitira ekonomsku isplativost korištenog oblika energije. Fotonaponska i niskotemperaturna

primjena sunčeve energije koristi se na samom objektu u obliku u kojem dolazi, pa je tehnički potencijal sunčeve energije zapravo supstitucijski potencijal određen arhitekturom samog objekta ili površinom tla na koju se fizički mogu smjestiti uređaji za prihvatanje sunčeve energije. Jedini je uvjet da to korištenje ima svoju opravdanost i isplativost. Kao što je rečeno, prirodni i tehnički potencijal sunčeve energije je daleko iznad svih ukupnih energetske potrebe Splitsko-dalmatinske županije. Sama razvijenost tehnologije korištenja sunčeve energije pruža već sada mogućnost njezine uporabe u širokom pojasu primjene. Međutim, njezino korištenje je izostalo za razliku od sjevernoeuropskih zemalja koje, iako s manjom specifičnom sunčevom energijom, u znatnoj su mjeri počele primjenjivati tu tehnologiju. Ovo navodi na zaključak da sunčeva energija u kućanstvima, turističkim objektima i poljoprivredi treba preuzeti dominantnu ulogu i da treba razraditi strategiju za njezinu primjenu. Praktički su mogućnosti primjene sunčeve energije za tu namjenu neograničene, ma koliko se društvo u Županiji razvijalo. Zahtjevi u turizmu a i kućanstvima s porastom standarda, sve su veći, tako da će i potrebe za energijom sve više rasti. Sunčeva energija, zbog periodičnog pojavljivanja, zahtijeva dodatni izvor energije. Ublaženi scenarij energetske razvoja Splitsko-dalmatinske županije do 2020. g. ponudio je idealan model korištenja i primjene sunčeve energije u Splitsko-dalmatinskoj županiji. Model se sastoji od dobivanja toplinske energije u toplanama na sunčevu energiju ili pomoću pojedinačnih sunčevih kolektora, a energetske potrebe u vremenu bez sunčeve energije namirivale bi se električnom energijom i biomasom. Kombinacija s toplinskim pumpama dala bi učinkovita i energetska kvalitetna rješenja, s jedne strane zbog relativno visokih ambijentalnih temperatura zimi u Dalmaciji, a s druge strane zbog mogućnosti hlađenja i klimatizacije ljeti uz istovremenu (usputnu) pripremu potrošne tople vode. Dobiveni model rezultat je raspoloživog potencijala obnovljivih izvora energije i pogodan je za primjenu u industriji, a naročito u kućanstvima, uslužnoj i turističkoj djelatnosti.

Korištenje sunčeve energije fotonaponskim sustavima može učinkovito pomoći u rješavanju problema dislociranih objekata koji nisu priključeni na elektroenergetski sustav, a odnosi se na objekte za ekološki, protupožarni i drugi nadzor, te za pomorsku i cestovnu signalizaciju, rasvjetljenje otoka i hridi, tunela, heliodroma itd., kao i za opskrbu električnom energijom pojedinih izoliranih objekata, kuća za odmor i ugostiteljskih objekata. Problem opskrbe pitkom vodom tih objekata mogu riješiti desalinizacijska postrojenja na sunčevu energiju.

U razvoju Splitsko-dalmatinske županije sunčeva energija je oblik energije na koji apsolutno treba računati. Nje ima daleko više nego što će rasti energetska potrošnja koja bi je mogla ugroziti. Stoga razvojem gospodarstva, energetske potrošnje u općem sektoru, treba ostvariti primjenu korištenja sunčeve energije u najvećoj mogućoj mjeri. Uz sunčevu energiju na raspolaganju Splitsko-dalmatinske županije još su ograničeni kapaciteti energije vjetra i energije malih hidrocentrala.

Primjena biomase je najmanje poznata. Splitsko-dalmatinska županija ima najveći potencijal biomase po m<sup>2</sup> u Republici Hrvatskoj. Za Županiju on se procjenjuje 6,05 PJ, što predstavlja oko 10 % potencijala Republike Hrvatske. Struktura korištenja poljoprivrednih površina je takva da obradive površine, u ukupnim poljoprivrednim površinama, čine svega 20,8 %, što značajno odstupa od odnosa ukupnih poljoprivrednih površina i obradivih poljoprivrednih površina na razini države, gdje je taj odnos 61,6 %. Ovo znači da je značajni dio poljoprivrednih površina pod pašnjacima, dok je drugi dio neobrađen, kao npr. terase na našim otocima i priobalju. Ovo se navodi iz razloga što, pored oživljavanja proizvodnje, vinove loze, agruma, maslina, rogača i ostalih tradicionalnih poljoprivrednih kultura, postoji mogućnost za donošenje odluke o uzgoju uljane repice za proizvodnju biogoriva. Pretpostavka iznijeta u radu da 3.000 TJ biogoriva Splitsko-dalmatinska županija može proizvoditi iz vlastitih potencijala je održiva. Republika Hrvatska je postavila ciljeve, da tradicionalna fosilna goriva u prometu zamijeni s biogorivima, u iznosu od 5,57 % ukupne potrošnje do 2010. g., odnosno 20 % do 2020. g. UNIDO je Hrvatskoj 2002. godine odobrio i financirao projekt “Promocija proizvodnje bio dizelskog goriva u Republici Hrvatskoj” (ProjectXP/CRO/03/022 Promotion of Biodiesel Production), rok za izradu projekta je bio kraj drugog tromjesečja 2005. Cilj projekta je priprema uvođenja biodizel goriva kao obnovljivog izvora energije u transportni sektor s ciljem smanjenja potrošnje uvoznih fosilnih goriva [26]. Kako se sada stvari razvijaju teško će se ispuniti zahtjevi Protokola iz Kyota. Da bi se ozbiljnije krenulo treba strateški postaviti stvari i staviti poljoprivredu na noge u cilju osiguranja sirovina, a pri tome država mora imati vodeću ulogu. Danas se u Hrvatskoj podižu manji privatni pogoni za proizvodnju biogoriva. Potencijal neobrađenih poljoprivrednih površina Splitsko-dalmatinske županije pruža mogućnost korištenja za proizvodnju tekućih biogoriva za primjenu u prometu. Ostala biomasa može se iskoristiti u hibridnim postrojenjima za korištenje sunčeve energije, gdje se umjesto spremnika topline u zimskom periodu biomasom može dogrijavati u danima bez sunčeve energije, kao i koristiti tradicionalni način zagrijavanja, koji danas sudjeluje sa 9 % u neposrednoj potrošnji energije.

Potencijal svih vrsta obnovljivih izvora energije Splitsko-dalmatinske županije pruža mogućnost autonomnih energetske rješenja različite namjene, na dislociranim dijelovima Županije gdje ne postoji infrastruktura s izgrađenom energetsom mrežom.

Svi zaključci odnosili su se na doprinos Splitsko-dalmatinske županije u smanjenju emisija iz energetske sektora koji provodi Republika Hrvatska u cijelosti. Predloženim rješenjima dana je i velika uloga uporabi električne energije koja se proizvodi u Splitsko-dalmatinskoj županiji iz obnovljivih izvora. Šire gledajući, Republika Hrvatska je ušla u fazu kada treba odlučnije definirati svoj daljnji razvoj proizvodnje električne energije. Zaključci za Splitsko-dalmatinsku županiju mogu se odnositi i na Republiku Hrvatsku: hidroenergetski potencijali su iscrpljeni; vjetar ima ograničavajuće mogućnosti; biomasa za veća elektroenergetska postrojenja ima problem skladištenja i transporta pogonskog goriva; tržište fosilnih goriva uključujući i plin, u novije vrijeme indicira dugoročnu nesigurnost nabave i stalni porast cijena. Pored toga, ne rješava se problem stakleničkih plinova. Kao jedino preostalo rješenje za buduću dugoročnu stabilnu, jeftinu, ekološki prihvatljivu proizvodnju električne energije, izgradnja je nuklearne elektrane. Prema informacijskom sustavu Međunarodne agencije za atomsku energiju [13] tijekom 2004. godine, u pogonu ili izgradnji, bilo je 465 nuklearnih reaktora u cijelom svijetu. Sedam nuklearnih reaktora kapaciteta 5.545 MW prošle je godine priključeno na električnu mrežu u Kini, Južnoj Koreji, Japanu, Ukrajini (dva), Rusiji i Kanadi čime je ukupan broj nuklearnih reaktora u pogonu iznosio 440 u trideset i jednoj zemlji svijeta. Godine 2004. ukupno je 25 nuklearnih reaktora bilo u izgradnji u deset zemalja svijeta. Udio električne energije proizvedene u nuklearnim elektranama u ukupnoj proizvodnji električne energije posebice je visok u deset zemalja: Francuskoj (78 %), Litvi (72 %), Slovačkoj (55 %), Belgiji (55 %), Švedskoj (52 %), Ukrajini (51 %), Bugarskoj (42 %), Švicarskoj (40 %), Armeniji (39 %) i Sloveniji (39 %). U 16 zemalja svijeta, više od četvrtine ukupnih potreba za električnom energijom zadovoljava se proizvodnjom u nuklearnim elektranama [14]. Udio nuklearne energije u ukupnoj svjetskoj proizvodnji električne energije 2004. godine iznosio je 16 % [12]. Hrvatska treba iskoristiti činjenicu da je suvlasnik nuklearne elektrane u Krškom i da spada u društvo zemalja proizvođača električne energije iz nuklearke. Samim tim, ima pristup tržištu nuklearnog goriva, kao i obvezu zbrinjavanja nuklearnog otpada. Istekom radnog vijeka nuklearne elektrane Krško, njezinih 16 % električne energije u sustavu elektroprivrede Hrvatske teško će se nadoknaditi. Ne zna se koja će nam razina emisija stakleničkih plinova biti dodijeljena novom odlukom Protokola. Međutim, uz sve programe i mjere u energetske sektoru za smanjenje emisija, bez izgradnje

nove nuklearne elektrane neće se moći ostvariti. Pri tome njezina moguća lokacija na otoku Viru mogla bi biti dobro rješenje.



## LITERATURA

- [1] United Nations Framework Convention on Climate Change,  
<http://unfccc.int>
- [2] IPCC, 2001: Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881 pp.  
<http://www.ipcc.ch/>
- [3] IPCC, New Special Reports in 2005: «Carbon Dioxide Capture and Storage», Summary for Policymakers, a report of Working Group III of the IPCC and Technical Summary a report accepted by Working Group III of the IPCC but not approved in detail [Bert Metz, Ogunlade Davidson Heleen de Coninck, Manuela Loos, Leo Meyer], IPCC September, 2005  
<http://www.ipcc.ch/>
- [4] IPCC, 2001: Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Watson, R.T. and the Core Writing Team (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, and New York, NY, USA, 398 pp.  
<http://www.ipcc.ch/>
- [5] V. Grgasović: "Provedba Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC) u Republici Hrvatskoj", Republika Hrvatska, Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva, Zagreb, ožujak 2005.  
[www.hrpsor.hr/upload/09\\_Grgasovic\\_MZOPUG\\_Klima.pdf](http://www.hrpsor.hr/upload/09_Grgasovic_MZOPUG_Klima.pdf)
- [6] Ministarstvo zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva: "Okvirna konvencija UN o promjeni klime, protokol iz Kyota, izvješća, međunarodna suradnja, obveze RH prema UNFCCC konvenciji..."  
<http://kenny2.globalnet.hr/klima.mzopu.hr>
- [7] V. Jelavić: "Prvo nacionalno izvješće republike Hrvatske prema okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC)", Republika Hrvatska Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Zagreb, prosinac 2001.
- [8] G. Granić i ostali: "Strategija energetskeg razvitka Republike Hrvatske - Nacrt ", EI Hrvoje Požar i Ministarstvo gospodarstva RH, Zagreb, srpanj 1998.
- [9] G. Granić i ostali: "Strategija energetskeg razvitka Republike Hrvatske - Hrvatska u 21 stoljeću", EI Hrvoje Požar i Sabor R Hrvatske, Zagreb, veljača, ožujak 2002.
- [10] N. Duić, F. Juretić, M. Zeljko, Ž. Bogdan : "Kyoto protocol objectives in Croatia energy planning", CD Proc. of the New and Renewable Technologies for Sustainable Development, Funchal, Madeira, 9 pp. (2000)  
<http://powerlab.fsb.hr/neven/>



- [11] N. Duić, F. Juretić, M. Zeljko, Ž. Bogdan : “Kyoto protocol objectives in Croatia energy planning: Nuklear scenario”, Proc. of the 4th International Conference Nuclear Option in Countries with Small and Medium Electricity Grids, Dubrovnik, 10 pp. (2002)  
<http://powerlab.fsb.hr/neven>
- [12] <http://www.energetika-net.hr/energetika/nuklearna>
- [13] <http://www.iaea.org/programmes/a2/>
- [14] [http://www.dzns.hr/new\\_page\\_2.htm](http://www.dzns.hr/new_page_2.htm)
- [15] I. Andročec i ostali: «Izgradnja novih elektrana u Hrvatskoj u liberaliziranim uvjetima: Odabir energetske opcije», XIX međunarodni znanstveno–stručni susret stručnjaka za plin, str. 35-46. Opatija, svibanj 2004.
- [16] D. Feretić, Ž. Tomšić, D. Škanata, N. Čavlina, D. Subašić: «Elektrane i okoliš», Zagreb, 2000.
- [17] G. Granić i ostali: "Nacionalni energetske program – uvodna knjiga", EI Hrvoje Požar, Zagreb, travanj 1998.
- [18] B. Hrastnik: "SUNEN – Program korištenja energije sunca - nove spoznaje i provedba", EI Hrvoje Požar, Zagreb, srpanj 2001.
- [19] B. Hrastnik i ostali: "SUNEN – Program korištenja energije sunca – prethodni rezultati i buduće aktivnosti", EI Hrvoje Požar, Zagreb, travanj 1998.
- [20] L. Horvath i ostali: "ENWIND – Program korištenja energije vjetra – prethodni rezultati i buduće aktivnosti", EI Hrvoje Požar, Zagreb, travanj 1998.
- [21] Ž. Hrs Borković, Z. Matić: "Koncept i idejni projekt energetske samostojne ekološke kuće", EIHP, Zagreb, rujan 2003.  
<http://www.eihp.hr/hrvatski/eefikasnost.htm>
- [22] N. Marđetko Škoro: “Energetska učinkovitost u zgradarstvu - programi, projekti, mjere, proizvodi, usluge”, Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva i HGK 24.11.2004, 4099 pdf  
[www.mzopu.hr](http://www.mzopu.hr)
- [23] M. Baborsky: «Primjena ukapljenog naftnog plina (unp) u apsorpcijskim rashladnim uređajima u kombinaciji sa solarnim kolektorima na jadranskim otocima i zaleđu», XX međunarodni znanstveno–stručni susret stručnjaka za plin, str. 276. Opatija, svibanj 2005.
- [24] C. Birraux, J. Yves le Déaut: "Renewable Energies: For an Ambitious but Pragmatic Development", République Française, Parliamentary Office For Scientific And Technological Assessment Office parlementaire, National Assembly report no. 3415 – Senate report no. 94 , November 2003.

- [25] R. Goić: "Vjetroelektrane u Hrvatskoj: stanje i perspektive", Stručni skup: Energija vjetra – energija budućnosti, Mostar, 06. 04. 2005.  
[www.fesb.hr/~rgoic](http://www.fesb.hr/~rgoic)
- [26] <http://www.business.hr/show.php?id>
- [27] L. Čarapović: "Simulacija potrošnje energije i emisije CO<sub>2</sub> za zadanu regiju", FSB magistarski rad, Zagreb, 2002.
- [28] J. O. Dalenbäck: "Information Brochure on Large-Scale Solar Heating", European Large-Scale Solar Heating Network, Göteborg, November, 1999.
- [29] Energy center Denmark: «Marstal Solar Heating Plant» Demonstration and pilot project, Case Study No. 9 – 1999.
- [30] A Report by a Study Group of the World Energy Council: «Energy Technologies for the 21st Century» Energy Research, Development and Demonstration Expenditure 1985-2000: An International Comparison, August, 2001.  
<http://www.worldenergy.org/wec-geis/default.asp>
- [31] <http://www.economist.com/index.html>
- [32] Deklaracija Vijeća Europa Nostra o utjecaju vjetroenergije na neurbana područja,  
[http://www.europanostra.org/lang\\_en/index.html](http://www.europanostra.org/lang_en/index.html)
- [33] <http://www.dalmacija.hr/Default.aspx?tabid=233>
- [34] D. Pešut, B. Hrastnik, L. Horvath i ostali: "Energetski razvitak županije Splitsko-dalmatinske - energetska baza podataka", EI Hrvoje Požar i Županija splitsko - dalmatinska, Zagreb, srpanj 1997.
- [35] D. Pešut, M. Majstrovic i ostali: "Energetski razvitak županije Splitsko-dalmatinske - energetska bilanca i predviđanje energetske potrebe do 2020. godine", EI Hrvoje Požar i Županija splitsko - dalmatinska, Zagreb, srpanj 1998.
- [36] G. Granić, B. Jelavić, M. Majstrovic i ostali: "Energetski razvitak županije Splitsko-dalmatinske – mjesto i uloga energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije u energetskej opskrbi Splitsko-dalmatinske županije", EI Hrvoje Požar i Županija splitsko - dalmatinska, Zagreb, listopad 1999.
- [37] B. Vuk i ostali: "Energija u Hrvatskoj 2003. Gišnji energetski pregled", Republika Hrvatska Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva RH, Zagreb, 25.11.2003.  
<http://www.mingorp.hr/default.asp?id=117>
- [38] B. Vuk i ostali: "Energija u Hrvatskoj 2002 Gišnji energetski pregled", Republika Hrvatska, Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva RH, Zagreb, 2002.  
<http://www.mingorp.hr/default.asp?id=117>

- [39] IPCC, The Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, The series consists of three volumes: The Reporting Instructions (Volume 1), The Workbook (Volume 2) The Reference Manual (Volume 3) (IPCC/OECD/IEA) Mexico City, 11-13 September, 1996  
<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm>
- [40] IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, (IPCC/NGGIP) 2000.  
<http://www.ipcc.ch/>
- [41] C. B. Smith, R. A. Fazzolare: «Energy use management – An appropriate technology» available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) – Energy Conversion Volume 19, Issue 4, pp 181-233 (1979.g.)
- [42] H. Haberl: «The global socioeconomic energetic metabolism as a sustainability problem» available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) – Energy Volume 31, pp 87-99 (2006.g.)
- [43] M. Peht: «Dynamic life cycle assessment (LCA) of renewable energy technologies» available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) (received 07.08.2004) – Renewable Energy Volume 31, pp 55-71 (2006.g.)
- [44] J. A. Tainter, T. F. H. Allen, T. W. Hoekstra: «Energy transformations and post – normal science» available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) – Energy Volume 31, pp 44-58 (2006.g.)
- [45] M. Ringel: «Fostering the use of renewable energies in the European Union: the race between feed-in tariffs and green certificates» available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) (received 24.03.2005) – Renewable Energy Volume 31, pp 1-17 (2006.g.)
- [46] L. Valenzuela, E. Zarza, M. Berenguel, E. F. Camacho: «Control scheme for direct steam generation in parabolic troughs under recirculation operation mode» available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) (received 22.01.2004) – Solar Energy Volume 80, pp 1-17 (2006.g.)
- [47] X. G. Casals: «Solar absorption cooling in Spain: Perspectives and outcomes from the simulation of recent installations» available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) (received 13.08.2004) – Renewable Energy Volume 31, Issue 9, pp 1371-1389 (2006.g.)
- [48] F. Fiedler, S. Nordlander, T. Persson, C. Bales: «Thermal performance of combined solar and pellet heating systems» available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) (received 22.08.2004) – Renewable Energy Volume 31, pp 73-88 (2006.g.)
- [49] Y. Vorobiev, J. Gonzalez-Hernandez, P. Vorobiev, L. Bulat: «Thermal-photovoltaic solar hybrid system for efficient solar energy conversion» available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) (received 01.11.2004) – Solar Energy Volume 80, Issue 2, pp 170-176 (2006.g.)

- [50] A. Guiavarch, B. Peuportier: «Photovoltaic collectors efficiency according to their integration in buildings» available online at [www. sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) (received 13.12.2004) – Solar Energy Volume 80, Issue 1, pp 65-77 (2006.g.)
- [51] A. Yezioro, I. G. Capeluto, E. Shaviv: «Design guidelines for appropriate insolation of urban squares» available online at [www. sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) (received 20.08.2004) – Renewable Energy Volume 31, Issue 7, pp 1011-1023 (2006.g.)
- [52] M. Lucas, A. S. Kaiser, A. Viedma, B. Zamora: «Energy optimization of air conditioning system using hydrosolar roof as a heat sink» available online at [www. sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) (received 28.05.2004) – Solar Energy Volume 80, Issue 4, pp 448-458 (2006.g.)
- [53] M. Bakker, H. A. Zondag, M. J. Elswijk, K.J. Strootman, M. J. M. Jong: «Performance and costs of a roof-sized PV/thermal array combined with a ground coupled heat pump» available online at [www. sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) (received 20.08.2003) – Solar Energy Volume 78, Issue 2, pp 331-339 (2005.g.)
- [54] W. Saman, F. Bruno, E. Halawa: «Thermal performance of PCM thermal storage unit for a roof integrated solar heating system» available online at [www. sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) (received 12.09.2003) – Solar Energy Volume 78, Issue 2, pp 341-349 (2005.g.)
- [55] A. N. Celik: «A simplified model for estimating yearly wind fraction in hybrid-wind energy systems» available online at [www. sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) (received 13.08.2004) – Renewable Energy Volume 31, pp 105-118 (2006.g.)
- [56] L. M. Fernandez, J. R. Saenz, F. Jurado: «Dynamic models of wind farms fixed speed wind turbines» available online at [www. sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) (received 18.07.2004) – Renewable Energy Volume 31, Issue 8, pp 1203-1230 (2006.g.)
- [57] K. Ericsson, L. J. Nilsson: «Assessment of the potential biomass supply in Europe using a resource-focused approach» available online at [www. sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) (received 14.06.2004) – Biomass and Bioenergy Volume 30, pp 1-15 (2006.g.)
- [58] M. P. Dorado, F. Cruz, J. M. Palomar, F. J. Lopez: «An approach to the economics of two vegetable oil-based biofuels in Spain» available online at [www. sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) (received 02.03.2005) – Renewable Energy Volume 31, Issue 8, pp 1231-1237 (2006.g.)
- [59] G. Labeckas, S. Slavinskas: «Performance of direct-injection off-road diesel engine on rapeseed oil» available online at [www. sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) (received 12.01.2005) – Renewable Energy Volume 31, Issue 6, pp 849-863 (2006.g.)
- [60] N. Duić : "Osnove energetike", <http://powerlab.fsb.hr/OsnoveEnergetike>
- [61] Ž. Bogdan "Opravdanost izgradnje spojne vrelovodne stanice vrelovoda Zagreb istok - zapad", Centar za transfer tehnologije d.o.o., FSB Zagreb, Zagreb, prosinac 2000.
- [62] F. Bošnjaković: «Nauka o toplini» I dio, Tehnička knjiga, Zagreb, 1970.

- [63] F. Bošnjaković: «Nauka o toplini» II dio, Tehnička knjiga, Zagreb, 1976.
- [64] K. Ražnjević: «Termodinamičke tablice», Školska knjiga, Zagreb, 1975.
- [65] Praktičar I, II i III dio, Školska knjiga, Zagreb, 1973.
- [66] S. J. Zrnić: «Grejanje i klimatizacija», Univerzitet u Novom Sadu, Naučna knjiga, Beograd, 1975.
- [67] Recknagel-Sprenger-Henman, Grejanje i klimatizacija, IRO "Građevinska knjiga", Beograd, 1987.
- [68] B. Kraut: «Strojarski priručnik», Tehnička knjiga, Zagreb, 1975.
- [69] N. Vitaljić: «Klima-blok i ekonomičan proračun cijevnog razvoda», FSB diplomski rad, Zagreb, rujan 1978.
- [70] INA Godišnje izvješće 2004.  
[www.ina.hr/](http://www.ina.hr/)
- [71] HEP Godišnje izvješće 2004.  
[www.hep.hr/](http://www.hep.hr/)
- [72] <http://www.ege.hr/>
- [73] <http://www.eihp.hr/>
- [74] [http://www.europa.eu.int/comm/energy\\_transport/atlas/homeu.html](http://www.europa.eu.int/comm/energy_transport/atlas/homeu.html)
- [75] <http://www.eere.energy.gov/>
- [76] <http://ttclear.unfccc.int/ttclear/jsp/>
- [77] <http://www.millenniumassessment.org/en/Products.Synthesis.aspx>
- [78] <http://www.iea.org/>
- [79] <http://crometeo.info/site/index.php>
- [80] <http://www.wmo.ch/index-en.html>

## ŽIVOTOPIS

Nenad Vitaljić rođen je 24. studenog 1954. godine u Splitu. Osnovnu školu i gimnaziju «Ćiro Gamulin» završio je u Splitu. Strojarski studij započeo je 1973. godine na Fakultetu elektrotehnike strojarstva i brodogradnje u Split, a nastavio 1976. godine na Fakultetu strojarstva i brodogradnje u Zagreb, smjer termotehnika, gdje je diplomirao 07. prosinca 1978. g. obranom rada «Klima-blok i ekonomičan proračun cijevnog razvoda». Nakon završetka studija 1978. g. počinje raditi na ugovornim poslovima s poduzećem «Monter» - Zagreb, na poslovima projektiranja grijanja, hlađenja, ventilacija i plinskih instalacija. Od 1979. do 1982. radi u «INA – Petronafti» - Solin, na svim poslovima održavanja terminala za sirovu naftu i naftne derivate, od pripravničkih do rukovoditeljskih. Od 1982. godine radi u Brodosplit Institutu d.o.o. na poslovima istraživanja i razvoja. Bio je i voditelj Odjela za istraživanje i razvoj novih tehnologija. Općenito se bavio primjenjivim istraživanjem i razvojem tehnologija u proizvodnim procesima i energetikom kao sudionikom tehnoloških, brodograđevnih i strojarskih procesa, racionalizacijom i supstitucijom energije u tehnološkim procesima, te istraživanjima na primjeni novih i obnovljivih oblika energije. Od 1994. do 1997. godine radi na projektima restrukturiranja i reorganizacije sustava Brodosplit, te u sklopu tih projekata obnaša dužnost direktora Brodosplit - Autoservis d.o.o. Godine 1997, nakon ukidanja i pripajanja Brodosplit - Autoservis d.o.o. sustavu Brodosplit, zapošljava se u «Nova Color» d.d. Split kao predsjednik uprave Društva za proizvodnju i promet boja i kemijskih proizvoda. Tijekom 1999. g. radi kao pomoćnik šefa pogona Trgovačkog društva za održavanje vatrogasnih uređaja i aparata, posuda pod tlakom, pneumatskih splavi «Antipiros» d.d.- Split. Krajem 1999. vraća se u Brodosplit d.o.o. gdje radi i danas. Od 2004. godine ponovno je uspostavljena Služba razvoja Brodosplit brodogradilišta d.o.o. gdje radi kao voditelj Projekta razvoja energetske sustava.

Popis objavljenih radova – stručnih i znanstvenih

- 1) Koautor: “Racionalizacija masovnih operacija u brodogradnji kao osnova za robotizaciju procesa”, studija SIZ-a znanosti RH, Split, 1987.
- 2) Koautor: “Vodik kao gorivo alternativa za 21. stoljeće”, Međunarodni simpozij Alternativni izvori energije danas i za 21. stoljeće, Brioni, 5-8. listopada 1988.

Služi se engleskim i ruskim jezikom.

Oženjen je i otac dvoje djece.

## **CURRICULUM VITAE**

Nenad Vitaljić was born in Split on 24 November 1954. He completed his elementary and secondary (Grammar School „Ćiro Gamulin“) in Split. He enrolled in the Studies of Mechanics at the Faculty of Electrical Engineering, Mechanical Engineering and Marine Architecture in Split in 1973, and continued at the Faculty of Mechanical Engineering and Marine Architecture, Department of Thermal Technics in Zagreb in 1976, from here he graduated on 7 December 1978 having defended his graduation thesis “Klima-blok i ekonomičan proračun cijevnog razvoda”. After having finished his university studies in 1978, he started doing contracting jobs with the company “Monter” – Zagreb at heating, cooling, ventilation, and gas installation designing. From 1979 to 1982 he worked for the “INA – Petronafta” – Solin, from a trainee position to the position of a maintenance manager for crude oil and petroleum product terminal. Since 1982 he has worked for the Brodosplit institute d.o.o. at the research and new technologies development jobs. He generally engages in applied research and development of technologies in production processes and power supply system as participating part of shipbuilding and mechanical technology processes, energy rationalisation and substitution in technological processes, and research in the application of the new and renewable energy forms. From 1994 to 1997 he worked on the projects of and reorganisation of the Brodosplit system at the position Brodosplit – Autoservis d.o.o. manager. In 1997, after Brodosplit Autoservis d.o.o. had been abolished and amalgamated to the Brodosplit system he took the job of a Board Director of the company for producing and trading of paints and chemicals “Nova Color” d.d. Split. During 1999 he worked at the position of the plant deputy manager for the company for maintenance of fire distinguishing devices, compressed vessels, pneumatic rafts “Antipiros” d.d. – Split. In late 1999 he returned to Brodosplit d.o.o. Since 2004 the Brodosplit Development Department has been re-established and he has been working there as the Project Manager for Power Supply System Development.

Published works – technical and scientific

- 1) Co-author: “Racionalizacija masovnih operacija u brodogradnji kao osnova za robotizaciju procesa”, studija SIZ-a znanosti RH, Split, 1987.
- 2) Co-author: “Vodik kao gorivo alternative za 21. stoljeće, Brioni, 5-8. listopada 1988.

He speaks English and Russian.

He is married with two children.