

# Značaj prirodnih resursa u Republici Hrvatskoj

---

**Dir, Bruno**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:831538>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-23**



*Repository / Repozitorij:*

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Fakultet ekonomije i turizma  
„Dr. Mijo Mirković“

**BRUNO DIR**  
**ZNAČAJ PRIRODNIH RESURSA U REPUBLICI HRVATSKOJ**  
**ZAVRŠNI RAD**

Pula, 2019.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Fakultet ekonomije i turizma  
„Dr. Mijo Mirković“

**BRUNO DIR**  
**ZNAČAJ PRIRODNIH RESURSA U REPUBLICI HRVATSKOJ**  
**ZAVRŠNI RAD**

**JMBAG: 0303005346**

**Studijski smjer: Management i poduzetništvo**

**Predmet: Uvod u ekonomiju**

**Mentor: Doc.dr.sc. Saša Stjepanović**

Pula, rujan 2019.



## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisani Bruno Dir, kandidat za prvostupnika ekonomije, smjera Management i poduzetništvo ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Student

---

U Puli 18. rujna 2019.



**IZJAVA**  
o korištenju autorskog djela

Ja, Bruno Dir dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj završni rad pod nazivom „Značaj prirodnih resursa u Republici Hrvatskoj” koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli 18. rujna 2019.

Potpis

---

## SADRŽAJ

|   |    |
|---|----|
| 1. UVOD .....   | 2  |
| 2. ENERGIJA – OBLICI I IZVORI.....                              | 4  |
| 2.1. Povijest energije .....                                    | 4  |
| 2.2. Oblici energije .....                                      | 5  |
| 2.3. Izvor energije.....  | 6  |
| 3. OBNOVLJIVI PRIRODNI RESURSI.....                             | 7  |
| 3.1. Energija vjetra .....                                      | 7  |
| 3.2. Energija vode.....   | 9  |
| 3.2.1 Pitka voda.....   | 12 |
| 3.2.2. Zalihe pitke vode u Hrvatskoj i njihova zaštita.....     | 13 |
| 3.3. Energija sunca .....                                       | 14 |
| 3.4 Energija biomase .....                                      | 18 |
| 4. NEOBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE.....                            | 19 |
| 4.1. Ugljen.....  | 19 |
| 4.2. Prirodni plin i nafta .....                                | 21 |
| 5. ENERGIJA I EKOLOGIJA .....                                   | 25 |
| 5.2. Kyotski protokol i globalno zatopljenje .....              | 26 |
| 5.3. Kisele kiše .....  | 27 |
| 5.4. Izlivanje tankera .....                                    | 27 |
| 5.5. Nuklearne opasnosti .....                                  | 28 |
| 6. POTROŠNJA ENERGENATA U REPUBLICI HRVATSKOJ .....             | 29 |
| 6.1. Potencijali i mogućnost korištenja obnovljivih izvora..... | 32 |
| 6.2. Budućnost obnovljive energije.....                         | 38 |
| SAŽETAK.....  | 42 |
| ABSTRACT .....  | 42 |
| LITERATURA.....   | 43 |
| POPIS ILUSTRACIJA.....  | 44 |

## 1.UVOD

Prirodnim resursom nazivamo sve što dolazi od Zemlje - biljke, životinje, voda, drvo, nafta i metali. Koristimo prirodne resurse za dobivanje električne energije, uzgoj usjeva i vožnju automobila. Zapravo, sve što jedemo, koristimo ili kupujemo prirodni resurs. Prirodni resursi svuda su oko nas, a mi ih vrlo brzo iskorištavamo. Mnogi resursi iscrpljuju se brže nego što mogu biti nadomješteni novima. Prirodni resursi su ograničeni i teško obnovljivi pa društvo mora poboljšati stupanj njihove iskoristivosti. Upravo ta ograničenost prirodnih resursa je razlog zašto postoji i čime se bavi ekonomija kao znanost. Sama ekonomija ne bi imala smisla da su resursi neograničeni. Upravljanje energijom postalo je izuzetno važan čimbenik za razvoj i opstanak industrijskog društva jer na brz, jeftin i ekološki čist način dolazi do energetske resursa.

Problem završnog rada je utvrditi pojam prirodnih resursa u Hrvatskoj, te prikazati potencijalni utjecaj raspoloživosti i količine resursa na ekonomski rast i razvoj zemlje. Iz navedenog problema istraživanja nastaje predmet istraživanja. Predmet istraživanja baziran je na prirodnim resursima koji čine osnovicu za promatranje u kojem obimu imaju ili nemaju utjecaj na ekonomski rast.

U skladu s temom završnog rada postavljena je i hipoteza koja glasi: *Prirodni resursi od velikog su značaja za budućnost i imaju veliki utjecaj na ekonomski rast i razvoj zemlje.*

Nakon što su definirani problem i predmet te hipoteza istraživanja koji se međusobno isprepliću važno je definirati cilj rada. Cilj završnog rada je prikazati i objasniti važnost prirodnih resursa za budućnost i razvoj zemlje. Svrha završnog rada je shvaćanje važnosti prirodnih resursa u budućnosti.

Pri formuliranju i prezentiranju rezultata istraživanja u diplomskom radu koristit će se u odgovarajućim kombinacijama brojne znanstvene metode od kojih se navode one najznačajnije i najučestalije: metoda analize, metoda klasifikacije, metoda deskripcije, te metoda komparacije.

U skladu s postavljenim ciljevima i zadacima rada, sadržaj rada je koncipiran na način da osim uvoda i zaključnih razmatranja, sadrži pet poglavlja. U nastavku se prikazuje obrazloženje strukture rada. Uvod je dio rada koji nas uvodi u cjelokupnu strukturu rada gdje autor daje opis rada i u kratkom dijelu zaključke rada. U drugom poglavlju naglašava se i opisuje *energija i njezini oblici i izvor*. U trećem poglavlju autor je opisao pojam i definiciju *obnovljivih prirodnih resursa*. U četvrtom poglavlju opisuju se *neobnovljivi izvori energije*. U petom poglavlju

razrađuje se tema *energija i ekologija*, dok se u šestom poglavlju piše o potrošnji energije u Hrvatskoj i potencijalnim utjecajima na ekonomski rast i razvoj. Na kraju rada dan je zaključak koji predstavlja sintezu svih navedenih činjenica u radu.



## 2. ENERGIJA – OBLICI I IZVORI

### 2.1. Povijest energije

Energija je sposobnost za rad i kao takva je apsolutno neophodna za ljudsku egzistenciju: *od sunčeve energije koja zagrijava zemlju i omogućava rast usjeva do energije pohranjene u biljkama i životinjama*. Kako se složenost ljudskog okruženja povećava jednako tako se i povećava korištenje energije, a kako, može se vidjeti svuda u okolini, moderna civilizacija postaje složenija iz dana u dan. Uz povećano korištenje energije čovječanstvo ima više snage da mijenja svoj okoliš, da proizvodi više hrane, izgradnju većih i boljih kuća. Tijekom ljudske povijesti korištenje energije bila je znatno ograničeno. U samom početku to je bio ljudski mišić.<sup>1</sup>

Prvi napredak bilo je otkriće vatre, spaljivanje drveta i ugljen koji su pružali neposredan izvor topline. Jedini drugi lako dostupni izvori snage bile su snage vjetra i vode. Naknadno su otkrivene energija vjetra i vode koje su prvotno služile za pogon vjetrenjača, vodenica i plovila, zatim energija sunca, a mnogo godina kasnije nafta i prirodni plin. Obrasci potrošnje energije su se kroz povijest mijenjali kako je čovjek razvio nove izvore energije i kako se način uporabe energije promijenio. Važnost pretvorbe energije najviše je došao do izražaja početkom industrijske revolucije u drugoj polovici 18. stoljeća, odnosno izumom parnog stroja što čini prekretnicu u proizvodnji mehaničkog rada. Neki povjesničari smatraju ovaj trenutak najvažnijim u ljudskoj povijesti. Tada započinje sve veća primjena strojeva koji učinkovito pretvaraju jedne u druge oblike energije. Polako se prestaju koristiti „stari“ izvori energije koji su se stoljećima koristili; vjetrenjače, mlinovi, životinjska snaga za pogon vozila zamijenjena je motorima, izuzev energije vodenih tokova u hidroelektranama.

Ostatak 19. stoljeća ispunjen je raznim izumima predvođenim izumom parnog stroja. Michael Faraday je prvi dokazao opravdanost pretvaranja mehaničke energije u električnu energiju 1831. Do 1872. godine Thomas Edison je izumio žarulju, a 1882 razvila se prva komercijalna elektrana koja se pokretala na ugljen. Sve te nove tehnologije temeljile su se na fosilnim gorivima što je vodilo povećanju stanovništva i porastu životnog standarda. Takav ljudski razvoj imao je negativne posljedice: *zagađenje okoliša, nejednakost i osnaživanje industrijaliziranih država* koje su dominirale slabijima.<sup>2</sup> Krajem prošlog stoljeća čovječanstvo počinje shvaćati da do sada glavni izvor energije – fosilna goriva nisu raspoloživi u

---

<sup>1</sup> Družić, I., et. all.: *Hrvatski gospodarski razvoj*, Politička kultura, Zagreb, 2003., str. 455

neograničenim količinama i počinje se smanjivati potrošnja energije popraćena sve većom primjenom do sada već zaboravljenih obnovljivih izvora energije.

## 2.2. Oblici energije

U ovom poglavlju bit će riječ o oblicima energije. Energija se može podijeliti na:

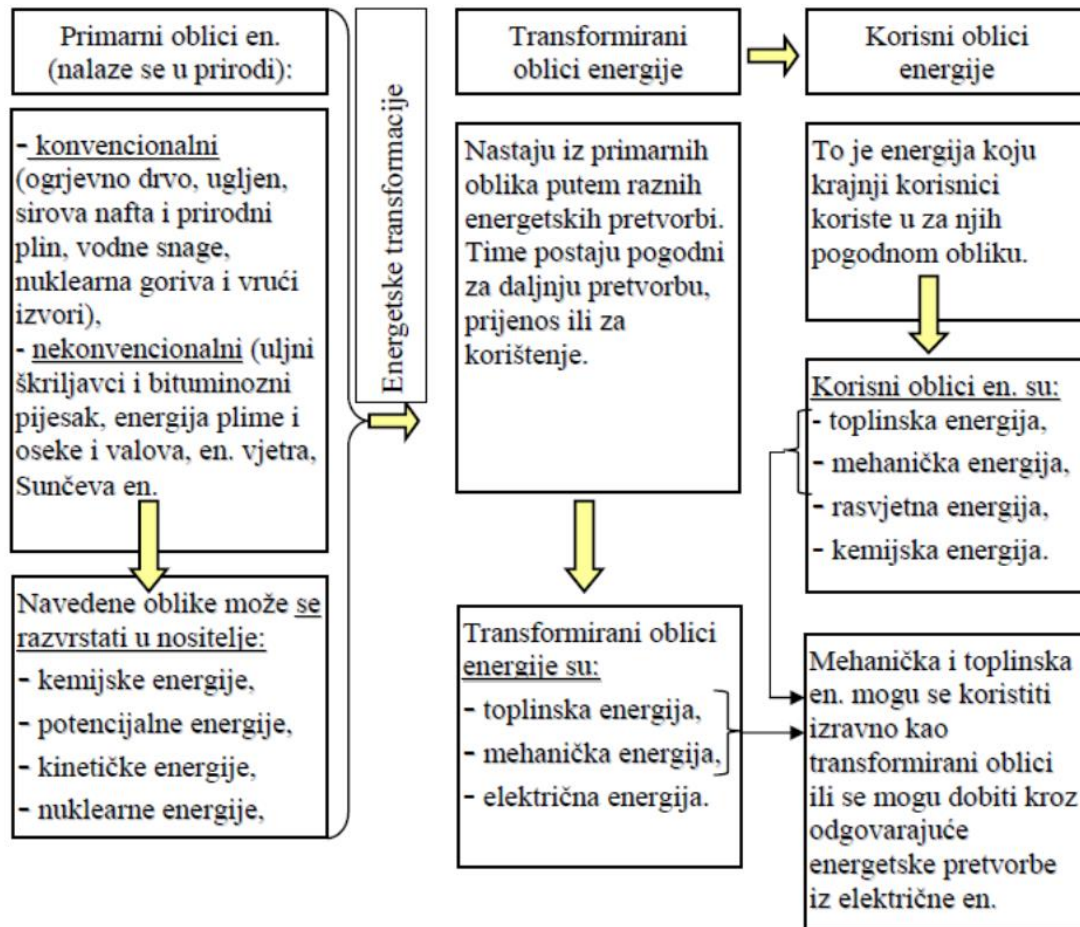
- primarne oblike,
- transformirane i
- korisne oblike energije.

Primarni oblici su oni koje se nalaze u prirodi. Dije se na konvencionalne i nekonvencionalne. U konvencionalne oblike spadaju: *ogrjevno drvo, ugljen, sirova nafta i prirodni plin, vodne snage, nuklearna goriva i vrući izvori*, a u nekonvencionalne: *uljni škriljavci i bituminozni pijesak - tzv. nekonvencionalna nafta i plin, energija plime i oseke i valova, energija vjetra, Sunčeva energija*. Prirodni plin, nafta i ugljen nazivaju se fosilnim gorivima i to bez obzira bili oni konvencionalnog ili nekonvencionalnog porijekla. U modernoj energetici obnovljivi izvori zauzimaju vrlo značajan udio, a u budućnosti se očekuje njihov povećanje.

Kako bi se iz primarnih oblika dobili tehnički iskoristivi oblici energije mora ih se energetske transformirati. Za svaki oblik primarne energije postoji odgovarajuća transformacija ovisno o vrsti energije. Fosilna goriva i drvo nositelji su kemijske energije s obzirom na to da sadrže gorive elemente koji će kroz kemijsku reakciju dati drugi oblik energije. Snaga vode, plima i oseka, valovi su nositelji potencijalne energije koji će se u odgovarajućim strojevima-turbinama pretvoriti u mehanički rad. Sunce je nositelj energije zračenja koja će u solarnom kolektoru pretvoriti u toplinu ili u fotonaponskoj ćeliji u električnu energiju, a vjetar je nositelj kinetičke energije koja će se u rotoru vjetro turbine pretvoriti u mehanički rad.

Dakle, odgovarajućom energetske pretvorbom iz primarnih oblika dobivaju se transformirani oblici energije: *mehanička, toplinska i električna*. Takvi oblici energije mogu se koristiti odmah ili ih se može transportirati na veće ili manje udaljenosti. Izuzetak je mehanička energija koja je pogodna za prijenos na manje udaljenosti dok je električna pogodna za transport na velike udaljenosti zbog čega predstavlja vrlo kvalitetan oblik energije. Korisni oblici energije su oni oblici energije koji su pogodni za korištenje krajnjim korisnicima. To su mehanička, toplinska, rasvjetna i kemijska. Opisani oblici energije i njihova transformacija prikazani su na slici 1.

**Slika 1. Oblici energije i njihova transformacija**



Izvor: Labudović, B.: *Obnovljivi izvori energije*, Energetika marketing, Zagreb, 2002. Str. 25.

Na slici broj 1. vidljivi su oblici energije i njihova transformacija. Vidljivi su primarni oblici, transformirani oblici i korisni oblici energije.

### 2.3. Izvor energije

U ovom poglavlju bit će riječ o izvorima energije. Izvori energije se načelno mogu podijeliti na.<sup>3</sup>

- Neobnovljive ili iscrpive,
- Obnovljive ili neiscrpive.

Neobnovljivi ili iscrpivi izvori energije su oni čija je količina na Zemlji konačna i ograničena, iako se ne može odrediti vrijeme kada će se posve iscrpiti. Obuhvaćaju fosilne i

<sup>3</sup> Izvori energije, [http://www.izvorienergije.com/neobnovljivi\\_izvori\\_energije.html](http://www.izvorienergije.com/neobnovljivi_izvori_energije.html).

nuklearne izvore (goriva) koji se procesom pretvorbe troše (iscrpljuju i više se ne mogu koristiti (ne mogu se obnovljati). Njihova se ukupna količina i vrijeme u kojem će potrajati ne mogu jednoznačno odrediti jer u obzir valja uzimati brojne čimbenike, prije svega njihovu buduću potrošnju, odnosno potrebu za njima, zatim isplativost i tehničku ostvarivost iskorištavanja itd. Nazivaju se i klasičnim izvorima energije.<sup>4</sup>

Obnovljivi ili neiscrpnjivi izvori energije su oni koji su na Zemlji na raspolaganju u neograničenim količinama (doduše, ne u astrofizičkim mjerilima). Iako se procesima pretvorbe troše, njihove se količine samo privremeno iscrpljuju, odnosno uvijek se mogu nadoknaditi ili obnoviti. Nazivaju se i alternativnim izvorima energije.<sup>5</sup> Neobnovljivim izvorima energije danas se često dodjeljuje epitet nečistih i opasnih izvora, oni su temelj i prošle i buduće energetike. Prednost im je mogućnost njihova skladištenja te sigurni i stabilni rad postrojenja prilikom proizvodnje energije. Obnovljive izvore energije, po njihovoj prirodi, karakterizira promjenjiva proizvodnja energije. Njihova prednost očituje se u tome što se oni obnavljaju u prirodi, prvenstveno kao posljedica aktivnosti Sunca. Kao posljedica toga pretvorba obnovljivih izvora energije u transformirane oblike energije značajnije manje utječe na okoliš. Obnovljivi izvori danas zauzimaju vrlo značajno mjesto u svjetskoj energetici.

### **3. OBNOVLJIVI PRIRODNI RESURSI**

#### **3.1. Energija vjetra**

Prvo korištenje energije vjetra seže daleko u povijest, prije otprilike 5500 godina kada su ljudi počeli koristiti jedrenjake, a koji i danas rade na istom principu koristeći ovaj svugdje dostupan izvor energije. Prvi poznati slučaj korištenja energije vjetra za pokretanje stroja putem rotora je "vjetreni rotor" izumitelja Herona Aleksandrijskog.

Vjetar je upravo taj koji je pokrenuo eru istraživanja i omogućio prijenos robe i dobara u tada nezamislivim količinama na velike udaljenosti. Dugo vremena nakon prvih jedrenjaka počinje korištenje energije vjetra za obavljanje mehaničkog rada u mlinovima i za pokretanje vodenih pumpi i to najviše u Nizozemskoj, na srednjem zapadu SAD-a i u zabačenim dijelovima Australije. Vjetar je obnovljiv, lako dostupan i čist izvor energije, a može ga se definirati kao horizontalno gibanje atmosferskog zraka koje nastaje uslijed razlika u gustoći zraka, odnosno temperaturi, a kojom prilikom dolazi do trenja, odnosno gubitka kinetičke

---

<sup>4</sup>Labudović, B.: *Obnovljivi izvori energije*, Energetika marketing, Zagreb, 2002. Str. 25.

<sup>5</sup> Ibidem

energije u doticaju sa čvrstom podlogom, što pak dovodi do razlika u brzini strujanja u prostoru i vremenu.<sup>6</sup>

Uslijed nejednolikog zagrijavanja Zemljine površine dolazi do zagrijavanja zračnih masa. Topli zrak diže se na desetak km u ekvatorijalnom pojasu, te se usmjerava prema polovima i zakreće pod utjecajem Zemljine rotacije, odnosno Coriolisove sile. Sila koja nastaje zbog rotacije Zemlje oko svoje osi koja djeluje normalno na smjer kretanja Ovisi o geografskoj širini i brzini kretanja objekta. Na sjevernoj hemisferi zrak skreće u desnom smjeru u odnosu na smjer kretanja, a na južnoj hemisferi u lijevom. Najjača je na polovima, dok na ekvatoru ne postoji.

Zračna strujanja se dijele na *planetarnu cirkulaciju, sekundarnu cirkulaciju i lokalnu cirkulaciju*. Dijelovi Zemlje na kojima je najisplativije iskorištavati energiju vjetra su oni gdje pušu takozvani stalni ili planetarni vjetrovi, a to su pasati, glavni zapadni vjetrovi, polarni istočni vjetrovi. Postoje dijelovi Zemlje na kojima pušu takozvani stalni (planetarni) vjetrovi i na tim područjima je iskorištavanje energije vjetra najisplativije.

Najbolje pozicije za postavljanje vjetroelektrana i iskorištavanje energije vjetra stoga su pučine mora i obale oceana. Prednost se daje obalama oceana iako je transport, gradnja i održavanje takvih elektrana vrlo skupa. Pri izboru lokacije za izgradnju i postavljanje vjetroelektrana vrlo je bitno postoje li na vjetrovitoj strani zgrade ili planine zato što se zrak komprimira i njegova se brzina povećava te dolazi do „efekta tunela“.

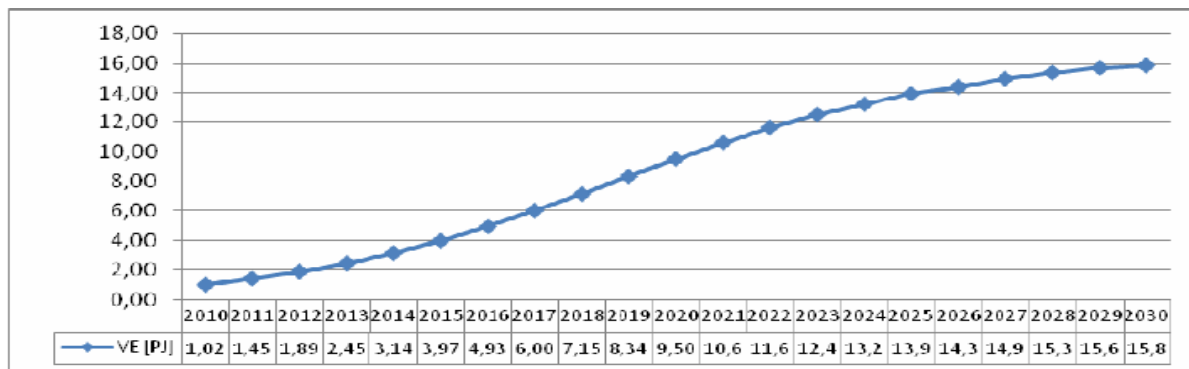
U Hrvatskoj je u pogonu trenutno 14 vjetroelektrana ukupne snage 254,25 MW dok se dvije još nalaze u testnoj fazi, a dva se projekta nalaze pred izgradnjom. Cilj koji je Hrvatska postavila u području vjetroenergije nije ostvaren. Naime, cilj je bio puštanje u pogon 360 MW do kraja 2010. godine. Hrvatska poprilično zaostaje u razvoju vjetroelektrana što je vrlo neshvatljivo s obzirom na značajne potencijale energije vjetra koja bi se mogla proizvoditi i izvoziti na način da izvozi tako proizvedenu zelenu energiju u zemlje koje nemaju toliko obnovljivih potencijala. Do 2030. godine Hrvatska na 1.000 stanovnika mora imati 450 kW instalirane snage u vjetroelektranama što ukupno iznosi 2.000 MW instalirane snage. Pretpostavlja se da će se energijom uravnoteženja trgovati na otvorenom tržištu sa susjednim elektroenergetskim sustavima.<sup>7</sup> U grafikonu 1. prikazana je proizvodnja iz vjetroelektrana u Hrvatskoj do 2020. godine.

---

<sup>6</sup> Izvor: [www.eihp.hr/primjena i korištenje energije vjetra/](http://www.eihp.hr/primjena_i_koristenje_energije_vjetra/)

<sup>7</sup>Prilagodba i nadogradnja strategije energetskeg razvoja RH, [http://www.undp.hr/upload/file/208/104189/FILENAME/zelena\\_knjiga\\_energy\\_strategy.pdf](http://www.undp.hr/upload/file/208/104189/FILENAME/zelena_knjiga_energy_strategy.pdf), 01.07.2014.

**Grafikon 1. Proizvodnja iz vjetroelektrana u Hrvatskoj do 2030. godine.**



Izvor: Prilagodba i nadogradnja strategije energetskeg razvoja RH,

[http://www.undp.hr/upload/file/208/104189/FILENAME/zelena\\_knjiga\\_energy\\_strategy.pdf](http://www.undp.hr/upload/file/208/104189/FILENAME/zelena_knjiga_energy_strategy.pdf)

Iz grafikona je vidljivo da će se proizvodnja iz vjetroelektrana kroz godine povećavati. Vidljivo je kako se do 2030. godine povećavaju proizvodnje iz vjetroelektrana po određenim postocima.

### 3.2. Energija vode

Pod pojmom energije vodenih tokova, odnosno jednostavnije hidroenergije (eng. *hydropower*, njem. *Wasserkraft*), obuhvaćene su sve mogućnosti za dobivanje energije iz strujanja vode u prirodi:

- iz kopnenih vodotokova (rijeka, potoka, kanala i sl.),
- iz morskih mijena: plime i oseke,
- iz morskih valova

Kopneni vodotokovi potječu od kruženja vode u prirodi pa njihova energija, zapravo potječe od Sunčeve. Morski valovi, barem oni koji su uzrokovani vremenskim prilikama zbog čega su prilično pravilni i mogu se iskorištavati, također potječu od Sunčeve energije. Osim njih postoje još i valovi koji nastaju zbog djelovanja Zemljine kore, primjerice vulkana ili potresa, ali zbog stohastičke prirode i redovito razornog djelovanja nisu prikladni za korištenje. Za razliku od njih, energija morskih mijena potječe od gravitacijskog djelovanja nebeskih tijela, točnije od međudjelovanja Mjeseca i Zemlje.<sup>8</sup>

<sup>8</sup>Labudović, B.: op.cit., str. 326

Prva upotreba energije vode seže još iz starog Rima i Grčke kada su tamošnji stanovnici koristili vodene kotače, postavljajući ih vertikalno i uzduž rijeke ili potoka, a koji su im služili za mljevenje kukuruza.

U 12. stoljeću se prvi put spominju mlinovi na plimu i oseku i to u Engleskoj i Francuskoj. Cisterijanci (samostanski red) su bili odgovorni za razvoj mlinova u Europi od 11. stoljeća nadalje. Oni su radili umjetne odvojke potoka koji im je onda koristio kao mlin, te kao voda za kupanje i kuhanje, za kovanje itd. Pri kraju srednjeg vijeka (16. stoljeće) počeo je intenzivniji razvoj metalurgije, te je bilo potrebno sve dublje kopati da se dođe do sirovina. Time je počelo korištenje vodenih kotača za ispumpavanje vode iz rudnika, za mrvljenje sirovina i za hlađenje peći. Georgius Agricola je u svom djelu *De ReMetallica* koje je izdano 1556. dao opširan pregled tadašnjih tehnologija, uključujući vodene kotače. Vodeni kotači su se tada počeli koristiti i u mnoge druge svrhe kao što je pravljenje papira, mrvljene šećera, pumpanje vode itd.

Energija vode danas se najčešće iskorištava pomoću hidroelektrane, postrojenja u kojima se energija vode najprije pretvara u kinetičku energiju, a potom u mehaničku, a u konačnici u električnu energiju u generatoru. Ta se postrojenja sastoje od dijelova koji služe za prikupljanje (akumuliranje), dovodjenje i odvođenje vode (brana, zahvati, dovodni i odvodni kanali, cjevovodi i drugo), pretvorbu energije (turbine, generatori), transformaciju i razvod električne energije (rasklopna postrojenja, dalekovodi). Iako podjela hidroelektrana ovisi o njihovom smještaju, padu vodotoka, načinu korištenja vode, snazi i drugim faktorima, dijelimo ih na tri osnovne vrste; protočne, akumulacijske i reverzibilne dok ih s obzirom na snagu dijelimo na velike i male. Energija vode obnovljiv je izvor energije koji je jedini s ekonomskog gledišta konkurentan fosilnim gorivima i nuklearnoj energiji. Proizvodnja energije u hidroelektranama u posljednjih 30-ak godina raste, no ipak ima svoja ograničenja. S obzirom da ona podrazumijeva obilje brzo tekuće vode i to najbolje tijekom cijele godine, ne može se koristiti svugdje, a s obzirom na to da razina podzemnih voda ima dosta utjecaja na biljni i životinjski svijet, hidroenergija nije sasvim bezopasna za okoliš.

U strukturi elektroenergetskog sustava više od polovice izvora čine hidroelektrane. Hrvatska zbog toga spada među vodeće zemlje u proizvodnji energije iz obnovljivih izvora. Prva hidroelektrana u Hrvatskoj izgrađena je 1895. godine na Krki, dok su najmlađe hidroelektrane HE Dubrava i HE Đale puštene u rad 1989. godine. Do danas je u Hrvatskoj u pogonu 26 hidroelektrana, akumulacijskog i protočnog tipa, a raspoređene su u tri proizvodna područja i to PP HE Sjever, PP HE Jug i PP HE Zapad. Prostorni razmještaj hidroelektrana u Hrvatskoj prikazati ćemo slikom broj 3.

**Slika 2. Prostorni razmještaj hidroelektrana u Hrvatskoj**



Izvor: Hep, [www.hep.hr](http://www.hep.hr)

Iz prethodne slike vidimo razmještaj hidroelektrana u Hrvatskoj koje daje HEP.

Da je danas potpuno razvijen, hidro-potencijal bi pokrивao pola svjetske potražnje za električnom energijom, a ovako u opskrbi sudjeluje sa manje od 20%. Time se vidi da je neiskorišteni potencijal za izgradnju hidroelektrana još uvijek velik, posebno jer je tehnologija poznata i provjerena, te već sada konkurentna fosilnim oblicima energije. Osim primarne proizvodnje električne energije, svijetla budućnost hidroelektrana mogla bi se očitovati i kroz potporu akumulacijskih i posebno pumpno-akumulacijskih (reverzibilnih) hidroelektrana ostalim obnovljivim izvorima energije, najviše energiji vjetra i Sunca. Akumulacijske i reverzibilne hidroelektrane imaju mogućnost spremanja energije (pumpanje vode sa razine nižeg na viši potencijal u trenucima kada u sustavu ima viška električne energije i proizvodnja energije iz akumulacijskih jezera kada je ima manjka, uz brzi odziv na potrebe sustava), te na taj način idealno komplementiraju nestalnu (intermitentnu) proizvodnju energije iz vjetroelektrana i solarnih elektrana.

Procjenjuje se da će do 2020. godišnja potrošnja električne energije u svijetu iznositi 22 000 TWh. Dio te potrošnje u budućnosti će pokriti i hidroelektrane koje su od svih obnovljivih



izvora energije najrazvijenije i koje trenutno čine uvjerljivo najveći udio u proizvodnji iz svih obnovljivih izvora energije

### 3.2.1 Pitka voda

Zaštita okoliša i opskrba pitkom vodom postaju glavni problem i izazov održivog razvoja naše civilizacije. Pitka voda postaje glavni resurs u XXI. stoljeću. Zbog porasta broja ljudi na Zemlji, ali i povećane potrebe za vodom koje su posljedica porasta životnog standarda, promjene životnih navika i povećanja industrijske i poljoprivredne proizvodnje. Problem su veliki gradovi čije stanovništvo troši velike količine pitke vode, a istodobno gradovi su mjesta koja zagađuju i ugrožavaju zalihe pitke vode u podzemlju. Također, veliki problem naše civilizacije je poljoprivredna proizvodnja koja se koristi pesticidima i drugim kemikalijama i time zagađuje pitku vodu te industrijska proizvodnja koja troši pitku vodu, a u okoliš vraća zagađenu otpadnu vodu i na taj način ugrožava preostale zalihe čiste pitke vode. Treba razlikovati pitku vodu od tehnološke vode u industriji i poljoprivredi. Voda za piće mora zadovoljiti strože kemijske i bakteriološke standarde.<sup>9</sup> Zato se u razvijenim i ekološki osviještenim društvima za pranje javnih površina koriste tehnološkom vodom jer bi uporaba pitke vode za tu namjenu bila krajnje neracionalna.

Ljudski organizam dnevno treba nekoliko litara pitke vode, ovisno o godišnjem dobu i klimi u kojoj se osoba nalazi. No kad se uzme u obzir ukupna potrošnja vode po stanovniku, ona je u Europi između 250 i 350 litara po danu. Grad Zagreb je između ostalog svoj razvitak mogao zahvaliti i položaju u geoprostoru, odnosno sretnoj okolnosti da se nalazi na aluvijalnim nanosima šljunaka rijeke Save u čijem se međuzrnskom poroznom prostoru nalaze neprocjenjivo važne zalihe pitke vode. Zbog nagle industrijalizacije Zagreba nakon II. svjetskog rata i nemara onečišćena su gotovo sva vodocrpilišta u samom gradu pa su tako do 1993. godine iz redovnog vodoopskrbnog sustava isključena 23 zdenca i 14 vodocrpilišta. Procjene su da je Zagreb time izgubio 2500 litara pitke vode u sekundi ili 50% sadašnjeg vodoopskrbnog kapaciteta („Vodovod i odvodnja“).<sup>10</sup> Osim gubitka vodocrpilišta zbog kemijskog i bakteriološkog zagađenja (metalima, organskim otapalima, nitratima, nitritima, amonijakom i bakterijama) na gubitak vodocrpilišta utječe i nekontrolirana eksploatacija šljunka. Većina stanovnika Zagreba pije vrlo kvalitetnu i zdravstveno ispravnu vodu iz aluvijalnih nanosa šljunaka rijeke Save, a manji dio Zagrepčana u podsljemenskoj zoni pije

---

<sup>9</sup> Voda, ugroženo dobro, [http://www.zelena-lista.hr/UserFiles/File/brosure/Voda\\_Brosura.pdf](http://www.zelena-lista.hr/UserFiles/File/brosure/Voda_Brosura.pdf),

<sup>10</sup> Stretška važnost zalihe pitke vode, <http://www.hrvatski-vojniki.hr/hrvatski-vojniki/0802006/voda.asp>

vodu iz sustava Medvednice koja je povremeno izložen mikrobiološkom zagađenju kao posljedica neujednačenih hidroloških prilika.

Paralelno sa smanjenjem količina pitke vode na Zemlji i povećanjem broja stanovnika na našem planetu ide i proces desertifikacije, odnosno proces proširenja i formiranja pustinja kao posljedica loše uporabe zemljišta i/ili promjene klime. Taj je proces posebno vidljiv u nekim područjima sjeverne Afrike i Azije. Države poput Turske, Izraela, Kine imaju već sada velike probleme s opskrbom pitkom vodom, a procjenjuje se da bi takav problem mogao imati veliki broj država na Zemlji do 2025. godine. Procjenjuje se da će se smanjenjem tog resursa povećati sukobi uzrokovani borbom za vodu pa opskrba vodom postaje sve važnije sigurnosno pitanje.

### **3.2.2. Zalihe pitke vode u Hrvatskoj i njihova zaštita**

Prema podacima Ministarstva poljoprivrede Hrvatska spada u skupinu država bogatih vodom. Republika Hrvatska godišnje raspolaže s 26 milijardi kubika vode. Procjenjuje se da od tih 26 milijardi kubika vode u obnovljive rezerve podzemnih voda ulazi oko devet milijardi kubika, što je značajno jer se oko 90 % vodoopskrbe u Hrvatskoj osigurava iz podzemnih voda. Godišnja potrošnja vode za piće i industriju iznosi oko 380 milijuna kubika, a ukupna potrošnja vode (poljoprivreda, stanovništvo i industrija) je oko milijardu kubika. Uzimajući u obzir sve navedeno Hrvatska za budućnost ima dovoljne količine vode ukoliko bude dobro gospodarila njome.

Procjena je da je količina vlastitih voda po stanovniku u Republici Hrvatskoj 6840 m<sup>3</sup> na godinu, a ako se u obzir uzmu granične i međugranične vode tada se vodno bogatstvo procjenjuje na 16 700 m<sup>3</sup> po stanovniku na godinu. Vode su opće dobro i imaju posebnu zaštitu Republike Hrvatske što je zakonski određeno Zakonom o vodama ("N.N." br. 107/95.) gdje je definirano da se pod korištenjem voda smatra zahvaćanje, crpljenje i uporaba površinskih i podzemnih voda za različite namjene. Istaknuto je da uporaba podzemnih voda za opskrbu stanovništva vodom za piće, sanitarne potrebe, protupožarne zaštite i potrebe obrane ima prednost u odnosu na uporabu voda za druge namjene. Koncesija za korištenje podzemnih voda dodjeljuje se na temelju neposrednoga zahtjeva, a odluku o dodjeli koncesije donosi Vlada Republike Hrvatske ili Ministarstvo poljoprivrede što ovisi o vrsti podzemnih voda i opsegu njihove uporabe, u skladu s mišljenjem koje daje državna ustanova Hrvatske vode koja je pravna osoba za obavljanje poslova upravljanja vodama. Prema zakonu o vodama njima se upravlja prema načelu jedinstva vodnog sustava i načelu održivog razvoja. Vodno gospodarska osnova Hrvatske je dugoročni planski dokument kojim se utvrđuje raspored, zalihe i osobine voda, utvrđuju se potrebe za vodom u svim područjima života, rata i drugih djelovanja i način

osiguravanja dovoljnih količina vode uporabive za takve namjene, osigurava zaštita voda od onečišćenja, utvrđuju najpovoljnija tehnička i druga rješenja za uređenje vodotoka, zaštitu od poplava i drugih oblika štetnog djelovanja voda. Prostorna raspoređenost podzemnih voda uvjetovana je geološkom građom, klimatskim i hidrološkim uvjetima te hidrogeološkim značajkama pojedinog područja.<sup>11</sup> Najveće zalihe podzemne vode Republike Hrvatske nalaze se u području aluvijalnih nanosa Savske i Dravske depresije (vodonosnici u stijenama međuzrnske poroznosti) te u Gorskom kotaru i Lici (u karbonatnim stijenama).

### 3.3. Energija sunca

Tijekom povijesti razni su primjeri korištenja Sunčeve energije. Još od 7. stoljeća prije Krista, od antičkih civilizacija, „novije povijesti“, starog vijeka i otkrića heliocentričnog sustava kada je otkriveno da je Sunce u centru Sunčevog sustava, a ne kako se prije vjerovalo – Zemlja, do novijeg doba i pojave solarnih ćelija, kolektora i elektrana. Prvi, a i najpoznatiji oblik upotrebljavanja Sunca za dobivanje nekog oblika energije zasigurno je vatra, koristeći povećalo kako bi se koncentrirale zrake Sunca - usmjeravanjem putem ogledala i stakla za dobivanje vatre.

Sunce je nama najbliža zvijezda te, neposredno ili posredno, izvor gotovo sve raspoložive energije na Zemlji. Sunčeva energija potječe od nuklearnih reakcija u njegovom središtu gdje temperatura doseže 15 milijuna °C. Radi se o fuziji, kod koje spajanjem vodikovih atoma nastaje helij uz oslobađanje velike količine energije. Svake sekunde na ovaj način u helij prelazi oko 600 milijuna tona vodika pri čemu se masa od nekih 4 milijuna tona vodika pretvori u energiju. Ova se energija u vidu svjetlosti i topline širi u svemir pa tako jedan njezin mali dio dolazi i do Zemlje. Nuklearna fuzija odvija se na Suncu već oko 5 milijardi godina, kolika je njegova procijenjena starost, a prema raspoloživim zalihama vodika može se izračunati da će se nastaviti još otprilike 5 milijardi godina. Iako je sunčeva energija uzročnik većine izvora energije, u ovom poglavlju koncentrirat ćemo se na direktno iskorištavanje sunčeve energije. Pod optimalnim uvjetima, na površini Zemlje može se dobiti 1 kW/m<sup>2</sup>, a stvarna vrijednost ovisi o lokaciji, godišnjem dobu, dobu dana, vremenskim uvjetima itd. U Hrvatskoj je prosječna vrijednost dnevne insolacije na horizontalnu plohu 3-4,5 kWh/m<sup>2</sup>. Na karti koja prikazuje insolacijski nivo vidi se da Europa nije na vrlo pogodnom području za eksploataciju, ali unatoč tome u Europi je direktno iskorištavanje sunčeve energije u velikom porastu. Većinom je to rezultat politike pojedinih država koje subvencioniraju instaliranje elemenata za

---

<sup>11</sup> Strateška važnost zalihe pitke vode, <http://www.hrvatski-vojniki.hr/hrvatski-vojniki/0802006/voda.asp>

pretvorbu sunčeve energije u iskoristivi oblik energije. Osnovni problemi iskorištavanja su mala gustoća energetske toka, velike oscilacije intenziteta zračenja i veliki investicijski troškovi.<sup>12</sup>

Na slici 4. prikazan je insolacijski nivo koji prikazuje količinu energije što je prima Zemlja sa sunčevim zrakama. Iako područje Europe nije na povoljnom području za eksploataciju, direktno iskorištavanje sunčeve energije je u velikom porastu.

### Slika 3. Insolacijski nivo



Izvor: Izvori energije, [www.izvorienergije.com](http://www.izvorienergije.com)

Osnovni oblici iskorištavanja Sunčeve energije su :

- solarni kolektori
- fotonaponske ćelije
- fokusiranje sunčeve energije

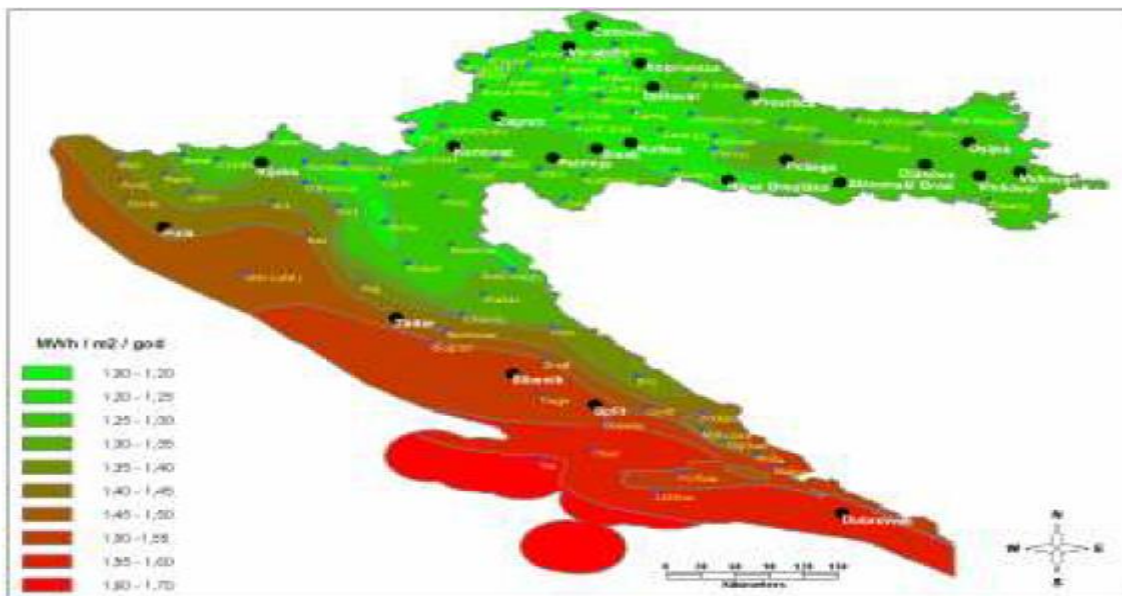
Solarni kolektori pretvaraju sunčevu energiju u toplinsku energiju vode (ili neke druge tekućine). Sistemi za grijanje vode mogu biti otvoreni, u kojima voda koju treba zagrijati prolazi direktno kroz kolektor na krovu, ili zatvoreni, u kojima su kolektori popunjeni tekućinom koja se ne smrzava (npr. antifriz). Zatvoreni sustavi mogu se koristiti bilo gdje čak i kod vanjskih temperatura ispod nule. Tijekom dana, ako je lijepo vrijeme, voda može biti grijana samo u kolektorima. Ako vrijeme nije lijepo, kolektori pomažu u grijanju vode i time smanjuju potrošnju struje. Solarni kolektori su vrlo korisni i kod grijanja bazena. U tom slučaju temperatura vode je niska i jednostavnije je održavati temperaturu pomoću otvorenih sistema grijanja. Na takav način optimalna temperatura bazena održava se nekoliko tjedana više u

<sup>12</sup>Labudović, B.: Obovljivi izvori energije, Energetika marketing, Zagreb 2002

godini nego bez sistema grijanja vode. Postoje i kolektori koji direktno griju zrak. Ti sustavi cirkuliraju zrak kroz kolektore i na taj način prenose velik dio energije na zrak. Taj se zrak kasnije vraća u grijanu prostoriju i na taj način se održava temperatura u prostoriji. Kombinacijom grijanja zraka i grijanja vode može se postići vrlo velika ušteda.

Fotonaponske ćelije su poluvodički elementi koji direktno pretvaraju energiju sunčeva zračenja u električnu energiju. Efikasnost im je od 10 % za jeftinije izvedbe s amorfnim silicijem, do 25 % za skuplje izvedbe. Za sada su još uvijek ekonomski nerentabilni jer im je cijena oko 6000 \$/kW. Fotonaponske ćelije mogu se koristiti kao samostalni izvori energije ili kao dodatni izvor energije. Kao samostalni izvor energije koriste se npr. na satelitima, cestovnim znakovima, kalkulatorima i udaljenim objektima koji zahtijevaju dugotrajni izvor energije. U svemiru je i snaga sunčeva zračenja puno veća jer Zemljina atmosfera apsorbira veliki dio zračenja pa je i dobivena energija veća. Kao dodatni izvori energije fotonaponske ćelije mogu se na primjer priključiti na električnu mrežu, ali za sada je to neisplativo. Fotonaponski efekt počeo je 1839. godine promatrati Henri Becquerel i na početku 20. stoljeća bio je predmetom mnogih istraživanja. Jedina Nobelova nagrada koju je dobio Albert Einstein bila je za istraživanje solarne energije. Godine 1954. Bell Labs su u SAD-u predstavili prvi fotonaponski članak koji je generirao upotrebljivu količinu električne energije, a do 1958. počelo je ugrađivanje u komercijalne aplikacije. Fokusiranje sunčeve energije upotrebljava se za pogon velikih generatora ili toplinskih pogona. Fokusiranje se postiže pomoću mnogo leća ili češće pomoću zrcala složenih u tanjur ili konfiguraciju tornja. Fokusiranje na sunčevu energiju prikazati ćemo slikom br. 5 kao solarnu ozračenost na teritoriju RH. Naime solarnu ozračenost potrebno je znati u svim razdobljima radi ozračenosti.

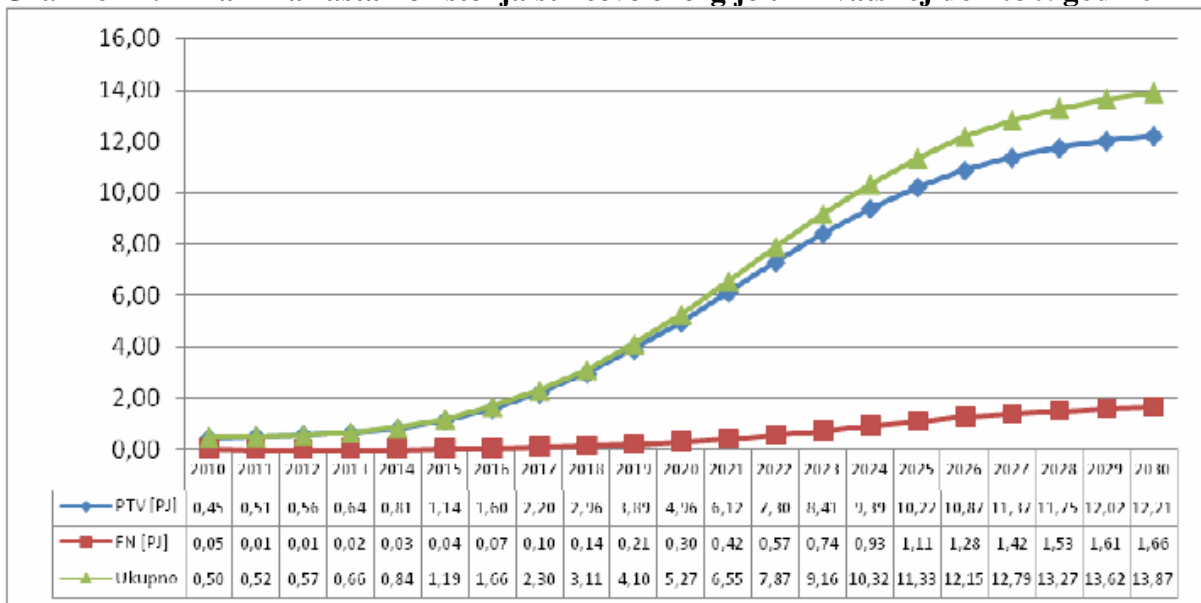
**Slika 4. Solarna ozračenost na teritoriju Republike Hrvatske**



Izvor: Prilagodba i nadogradnja strategije energetskog razvoja RH

Nakon solarne ozračenosti prikazati ćemo grafikonom br. 2 dinamiku rasta korištenja sunčeve energije u Hrvatskoj do 2030. godine. Dinamika se odnosi na broj dionika koji kroz godine koriste sunčevu energiju i kojih je sve više.

**Grafikon 2. Dinamika rasta korištenja sunčeve energije u Hrvatskoj do 2030. godine**



Izvor: Prilagodba i nadogradnja strategije energetskog razvoja RH

Iskorištavanje energije Sunca već nekoliko godina bilježi konstantan rast u gotovo cijelom svijetu, te počinje dobivati važnu ulogu u elektroenergetskom miksu u većini zemalja. Tehnologije fotonaponskih ćelija i koncentrirane Sunčeve energije ubrzano se razvijaju, a ulaganja investitora postaju sve veća. Za većinu zemalja najveće kočnice za veće iskorištavanje energije Sunca predstavljaju zamršeno zakonodavstvo i nedovoljni poticaji od strane vlada.

Pretpostavka je da će u slijedećih nekoliko godina iskorištavanje obnovljivih izvora energije pa tako i energije Sunca, konstantno rasti, ponajviše zbog zadanih ciljeva o smanjenju emisija stakleničkih plinova, povećanju upotrebe električne energije iz obnovljivih izvora energije, smanjenja cijene obnovljivih izvora energije, te želje za što manjom ovisnošću o fosilnim gorivima koja postaju sve skuplja. U 2011. godini kapaciteti fotonaponskih sustava spojenih na mrežu povećali su se za 27,7 GW, te trenutno iznose 67,4 GW čime je energija Sunca na trećem mjestu nakon hidroenergije i energije vjetra po iskorištavanju obnovljivih izvora energije. Kada je riječ o koncentriranoj Sunčevoj energiji, prema podacima od kraja 2010. godine u svijetu je ukupno bilo instalirano 1,2 GW, a početkom 2011. godine oko 20 GW kapaciteta bilo je u fazi izgradnje.

### **3.4 Energija biomase**

Biomasa (eng. *Biomass*) je u raznim izvornicima različito određena, ali se kao osnovna može navesti odrednica prema Uredbi o graničnim vrijednostima emisije onečišćujućih tvari u zrak iz stacionarnih izvora (NN 140/97): „Biomasa je gorivo koje se dobiva od biljaka ili dijelova biljaka kao što su drvo, slama, stabljike žitarica, ljuštore itd.“

Biomasa je obnovljiv izvor energije, a općenito se može podijeliti na drvnu, nedrvnu i životinjski otpad, unutar čega se mogu razlikovati:

- drvna biomasa (ostatci iz šumarstva, otpadno drvo)
- drvna uzgojena biomasa (brzorastuće drveće)
- nedrvna uzgojena biomasa (brzorastuće alge i trave)
- ostaci i otpaci iz poljoprivrede
- životinjski otpad i ostaci<sup>13</sup>

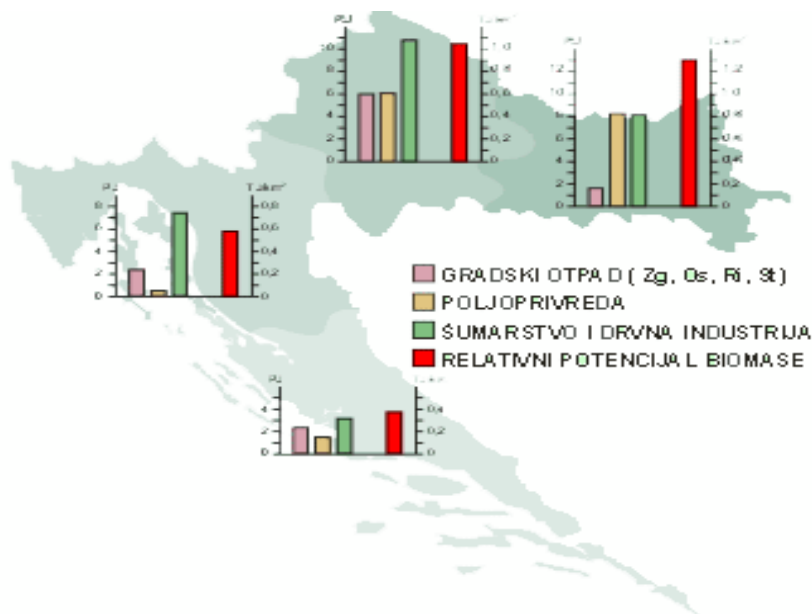
Biomasa ima dugu povijest jer je u svojim osnovnim oblicima korištena od samog početka postojanja čovječanstva. Loženje vatre, odnosno paljenje drveća – vatra pretvara organski materijal iz drva u toplinu, u špiljama možemo smatrati prvim korištenjem biomase za dobivanje energije.

---

<sup>13</sup>Labudović, B.: Obnovljivi izvori energije, Energetika marketing, Zagreb 2002

Važno je prikazati potencijal bioenergije u Hrvatskoj po regijama. Bioenergija će biti prikazana slikom br. 6. Naime, potencijal je prikazan preko gradskog otpada, poljoprivrede, šumarstva i drvne industrije te putem biomase.

**Slika 5. Potencijal bioenergije u Hrvatskoj po regijama**



Izvor: Izvori energije, [www.izvorienergije.com](http://www.izvorienergije.com)

Republika Hrvatska pripada zemljama s velikim potencijalom biomase koja se ranim tehnološkim strojevima može pretvoriti u električnu energiju, toplinu ili se prerađivati u komercijalno pogodnije oblike kao što su ugljen, peleti i slično.

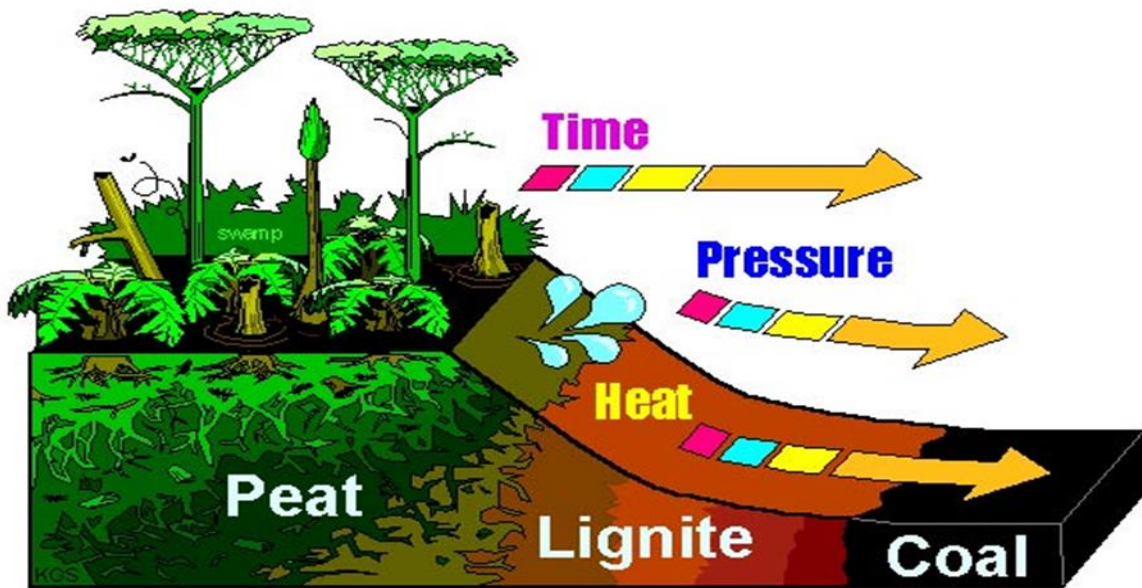
## 4. NEOBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

### 4.1. Ugljen

Ugljen je neobnovljivi prirodni resurs nastao prije doba dinosaura, kada su se goleme biljke taložile u močvarama, a preko čijih se ostataka taložilo blato. Blato je stvaralo velike količine energije i pritisak te na taj način stvorilo idealne uvjete za nastanak ugljena kao što je prikazano na slici.



## Slika 6. Nastanak ugljena



Izvor: [www.izvorienergije.com](http://www.izvorienergije.com)

Danas ugljen većinom nalazimo ispod slojeva stijena i blata, a kako bi do njega došli, probijaju se rudnici. Najčešće se koristi za proizvodnju čelika i električne energije. Od ugljena se dobiva oko 23 % ukupne primarne energije u svijetu, a 38 % generirane električne energije u svijetu dobiveno je od ugljena. Od svih fosilnih goriva ugljena ima najviše, a ima i najdužu povijest upotrebe. Arheolozi su pronašli dokaze koji ukazuju da su Rimljani u Engleskoj koristili ugljen u drugom i trećem stoljeću. U Sjevernoj Americi Indijanci su u 14. stoljeću koristili ugljen za kuhanje, grijanje i izradu keramike. U 18. stoljeću Englezi su otkrili da se ugljen spaljuje čišće i na većoj temperaturi od drvenog ugljena. Industrijska revolucija bila je prvi pravi pokretač upotrebe ugljena. James Watt izumio je motor na paru (parni stroj) koji je omogućio da strojevi obavljaju posao kojeg su prije obavljali ljudi ili životinje. James Watt je koristio ugljen za proizvodnju pare koja je pokretala motor. Tijekom 19. stoljeća brodovi i vlakovi su bili glavno sredstvo za transport, a koristili su parni stroj za pogon. U tim parnim strojevima koristio se ugljen za proizvodnju pare. Godine 1880. ugljen je prvi put upotrijebljen za proizvodnju električne energije.

Gledano s ekološkog aspekta, ugljen je najopasniji izvor energije. Ugljen je, kao i svi fosilni izvori energije, najvećim dijelom sačinjen od ugljika i vodika. Unutar ugljena zarobljene su i neke nečistoće kao na primjer sumpor i dušik. Kad ugljen sagorijeva te nečistoće otpuštaju se u atmosferu. U atmosferi se te čestice spajaju s parom (na primjer u oblacima) i formiraju kapljice koje padaju na zemlju kao slabe sumporne i dušične kiseline - kisele kiše. Unutar

ugljena postoje još i sitne čestice minerala. Te čestice ne sagorijevaju i stvaraju pepeo koji ostaje nakon sagorijevanja. Jedan dio tih čestica biva uhvaćen u vrtlog plinova i, zajedno sa parom, formira dim koji dolazi iz elektrana na ugljen. Neke čestice su toliko male da ako ih složimo 30 u red, red bi bio dug jedva kao širina ljudske kose. Ugljen je najvećim dijelom sačinjen od ugljika. Kad ugljen sagorijeva ugljik se miješa s kisikom iz zraka i na taj način formira ugljični dioksid. Ugljični dioksid je plin bez boje i mirisa, a u atmosferi je jedan od stakleničkih plinova. Većina znanstvenika vjeruje da je globalno povećanje temperature uzrokovano upravo otpuštanjem ugljičnog dioksida u atmosferu.<sup>14</sup>

Veća ležišta ugljena koja su se u Hrvatskoj eksploatirala u prošlosti su ugljenokopi u Raši, u Siveriću kod Drniša i u Konjšćinskoj sinklinali u Hrvatskom zagorju. Danas Republika Hrvatska nema svojih rezervi ugljena koji bi se mogla upotrebljavati već uvozi ugljen koji se najviše upotrebljava u cementarama i termoelektrani Plomin, dok je njegova upotreba u općoj potrošnji i ostatku industrije zanemariva. U tablici 1. prikazana je projekcija buduće potrošnje ugljena u Hrvatskoj 2020. godine s pogledom na 2030. godinu.

**Tablica 1. Projekcija buduće potrošnje ugljena u Hrvatskoj usporedno s 2020. i 2030 godinom**

| Struktura potrošnje ugljena | 2006     | 2010     | 2015     | 2020     | 2030     | 2006  | 2010  | 2015  | 2020  | 2030  | 2006-2020 | 2006-2030 |
|-----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-----------|
|                             | 1000 teu | 1000 teu | 1000 teu | 1000 teu | 1000 teu | %     | %     | %     | %     | %     | %         | %         |
| Ukupno                      | 1159,47  | 1230,20  | 2209,98  | 1444,09  | 999,19   | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 1,6       | -0,6      |
| Industrija *                | 427,05   | 445,36   | 391,88   | 374,95   | 389,66   | 36,8  | 36,2  | 17,7  | 26,0  | 39,0  | -0,9      | -0,4      |
| Opća potrošnja              | 19,45    | 6,85     | 4,36     | 1,88     | 0,00     | 1,7   | 0,6   | 0,2   | 0,1   | 0,0   | -15,4     | -         |
| Električna energija **      | 712,97   | 777,99   | 1813,73  | 1067,26  | 609,53   | 61,5  | 63,2  | 82,1  | 73,9  | 61,0  | 2,9       | -0,7      |

Donja ogrjevna vrijednost ekvivalentnog ugljena 29,3 MJ/kg

\* - neposredna potrošnja, vlastito proizvedena električna energija i para i vrela voda

\*\* - TE

Izvor: Prilagodba i nadogradnja strategije energetskeg razvoja RH

## 4.2. Prirodni plin i nafta

Prirodni plin je plinska smjesa različitih ugljikovodika od kojih najveći udio, više od 90% zauzima metan, dok ostalih 10% zauzimaju ostali ugljikovodici: etan, propan, butan te je moguća pojava i helija, sumporovodika, argona, vodika i živih i drugih para. Na udio navedenih

<sup>14</sup> Izvori energije, [www.izvorienergije.com](http://www.izvorienergije.com)

ugljikovodika i para utječu vrste matičnih stijena, magnetski procesi u litosferi te procesi migracije plina. Prirodni plin se nakuplja u propusnim slojevima stijena, najčešće se nalazi kao „Plinska kapa“ u nalazištima nafte no može se i naći u „čistim“ plinskim poljima.

Puno vremena se mislilo da je prirodni plin beskoristan. Čak i danas se u nekim državama rješavaju tog plina tako da ga spaljuju u velikim bakljama. Glavnim dijelom sačinjen je od metana, jednostavnog spoja koji se sastoji od jednog atoma ugljika i četiri atoma vodika. Metan je visoko zapaljiv i sagorijeva gotovo potpuno. Nakon sagorijevanja ne ostaje pepeo a zagađivanje zraka je vrlo malo. Prirodni plin nema boje, okusa, mirisa ni oblika u svojoj prirodnoj formi pa je prema tome ljudima neprimjetan. Zbog toga im kompanije dodaju kemikaliju koja ima miris pokvarenog jaja. Taj miris omogućava ljudima laku detekciju puštanja plina u kući.

Godine 1821. u Fredoniji, New York, William A. Hart izbušio je 27 stopa duboku bušotinu s ciljem povećanja protoka prirodnog plina na površinu. Zbog toga se ta godina uzima kao početak namjernog iskorištavanja prirodnog plina. Prvi zapisi o prirodnom plinu sežu do oko 100. godine poslije Krista kad su prvi put zabilježene "vječne baklje" na području današnjeg Iraka. Te "vječne baklje" najvjerojatnije su rezultat propuštanja prirodnog plina kroz zemljinu koru, a zapalila ga je munja. U 19. stoljeću prirodni plin korišten je gotovo isključivo za ulične svjetiljke. U to vrijeme nije još bilo plinovoda i masovna distribucija po kućanstvima nije bila moguća. Oko 1890. godine većina gradova počela je koristiti električnu energiju za rasvjetu pa su proizvođači prirodnog plina počeli tražiti nova tržišta za svoj proizvod. Godine 1885. Robert Bunsen izumio je plamenik koji je miješao zrak s prirodnim plinom. Taj izum omogućio je iskorištavanje prirodnog plina za kuhanje i grijanje prostorija. Prvi značajniji plinovod napravljen je 1891. godine. Bio je dug 120 milja i prenosio je plin iz središnje Indiane u Chicago. Nakon toga sagrađeno je vrlo malo plinovoda sve do kraja Drugog svjetskog rata. Tijekom Drugog svjetskog rata došlo je do velikog napretka u svojstvima metala, tehnikama varenja i izrađivanja cijevi pa je izgradnja plinovoda postala ekonomski vrlo privlačna, a samim time i upotreba u gospodarstvu i domaćinstvima.<sup>15</sup>

Prirodni plin, u odnosu na ugljen i naftu, smatra se „čistim“ fosilnim gorivom. Naime, ima veći omjer vodik/ugljik te se za istu količinu dobivene energije stvara manja emisija ugljičnog dioksida u atmosferu. Kao takav je idealno rješenje za postojeće klimatske promjene i probleme s lošom kvalitetom zraka. Kod vađenja prirodnog plina još uvijek postoje ograničenja zbog današnje tehnologije, on se pronalazi u različitim podzemnim formacijama. Neke su od tih

---

<sup>15</sup>Izvori energije, [www.izvorienergije.com](http://www.izvorienergije.com)

formacije teže i skuplje za iskorištavanje, ali ostavljaju prostor za poboljšanje opskrbe plinom u budućnosti. Po izvlačenju plina iz nalazišta on se sustavom plinovoda dovodi u spremnike, a nakon toga i do krajnjih potrošača.<sup>16</sup>

Nafta je nastala iz ostataka biljaka i životinja koje su živjele prije mnogo milijuna godina u vodi. Prvi korak bio je prije 300 - 400 milijuna godina. Tada su se ostaci počeli taložiti na dno oceana i s vremenom ih je pokrio pijesak i mulj. Prije 50 - 100 milijuna godina ti ostaci su već bili prekriveni velikim slojem pijeska i mulja koji je stvarao ogromne pritiske i visoke temperature. U tim prilikama nastali su sirova nafta i prirodni plin. Danas bušimo kroz debele slojeve pijeska, mulja i stijena da bi došli do nalazišta nafte. Prije nego počne bušenje kroz sve te slojeve, znanstvenici i inženjeri proučavanju sastav stijena. Ako sastav stijena ukazuje na moguće nalazište nafte počinje bušenje. Veliki problem prilikom bušenja i transporta je mogućnost isticanja nafte u okoliš. Nove tehnologije omogućavaju povećanje preciznosti kod pronalaženja nafte, a to rezultira manjim brojem potrebnih bušotina. Od 1990. godine vrijedi zakon da svaki novi izgrađeni tanker mora imati dvostruku ljsku da bi se spriječio izljev nafte u more prilikom havarije. Usprkos svim poboljšanjima tehnologije bušenja i transporta još uvijek se događaju izljevi nafte u more, a to rezultira gotovo potpunim uništenjem biljnog i životinjskog svijeta u tom dijelu mora. Iako je zagađenje mora istjecanjem sirove nafte veliko, u usporedbi sa zagađenjem zraka korištenjem naftnih derivata je zanemarivo. Prilikom sagorijevanja naftnih derivata oslobađaju se velike količine ugljičnog dioksida u atmosferu. Ugljični dioksid je staklenički plin i njegovim ispuštanjem u atmosferu utječemo na povećanje globalne temperature na zemlji. Zbog tog problema donesen je Kyoto protokol<sup>17</sup>, ali ga najveći zagađivači još uvijek nisu potpisali.<sup>18</sup>

U Republici Hrvatskoj nalaz se dva velika crpilišta nafte i zemnog plina, a to u Panonski bazen sa Jadranskim morem i područje Dinarida. Današnje rezerve nafte u Hrvatskoj nalazimo u 3 područja (iskorištavaju se 34 polja):<sup>19</sup>

- Savsko (Stružec Žutica),
- Dravsko (Šandrovac, Beničanci),
- Istočno-slavonsko (Đeletovci),

---

<sup>16</sup> Izvori energije, [www.izvorienergije.com](http://www.izvorienergije.com)

<sup>17</sup>Protokol iz Kyota uz Okvirnu konvenciju Ujedinjenih naroda o promjeni klime dodatak je međunarodnom sporazumu o klimatskim promjenama, potpisan s ciljem smanjivanja emisije ugljičnog dioksida i drugih stakleničkih plinova

<sup>18</sup>Izvori energije, [www.izvorienergije.com](http://www.izvorienergije.com)

Potencijalne zalihe nafte i plina u Hrvatskoj iznose 747 milijuna tona ekvivalentne nafte, a ukoliko se one dokažu, pridobivene zalihe bile bi 267 milijuna tona ekvivalentne nafte, od čega se 184 milijuna odnosi na naftu.

## 5. ENERGIJA I EKOLOGIJA

Proizvodnja, transport i korištenje energije u velikoj mjeri utječu na okoliš i ekosisteme. Energija uvijek utječe negativno na okoliš. Posebice zbog izlivanja nafte, kiselih kiša i radioaktivnog zračenja do indirektnih posljedica poput globalnog zatopljenja. Sve je više čovječanstva što označava sve veću potrebu za obnovljivim izvorima. Najopasniji izvori energije trenutno su fosilna goriva, tj. ugljen, nafta i prirodni plin, a potencijalnu opasnost predstavlja i iskorišteno radioaktivno gorivo iz nuklearnih elektrana. Fosilna goriva su opasna zbog toga što sagorijevanjem ispuštaju velike količine ugljičnog dioksida, a radioaktivni otpad je opasan jer utječe na strukturu organizama na vrlo bazičnom nivou.<sup>20</sup>

Veliki dio energije još uvijek se dobiva iz neprihvatljivih izvora energije, pogotovo fosilnih goriva koja su još uvijek dominantan izvor energije. Problem fosilnih goriva je taj da normalnim sagorijevanjem tog goriva nastaje ugljični dioksid (CO<sub>2</sub>) koji je staklenički plin. Taj ugljični dioksid većinom završava u atmosferi i svojim stakleničkim učinkom uzrokuje globalno zatopljenje. Još opasniji je plin koji se oslobađa prilikom nepotpunog sagorijevanja goriva, a to je ugljični monoksid (CO). Ugljični monoksid je izuzetno otrovan plin.

Trenutno niti jedno fosilno gorivo nije sasvim pročišćeno pa se prilikom sagorijevanja otpuštaju još neki štetni plinovi poput sumpornog dioksida ili dušikovih oksida. Ti plinovi kasnije reagiraju s vodenom parom u oblacima i formiraju kapljice koje padaju na zemlju kao slabe sumporne i dušične kiseline - kisele kiše, a te kiše djeluju izrazito štetno na čitave ekosisteme koje zahvaćaju. Kod sagorijevanje nekih izvora energije nastaju i sitne čestice minerala koje kasnije tvore pepeo, ali jedan dio tih čestica diže se u atmosferu nošen vrtlogom dima što je također opasno za zdravlje.<sup>21</sup>

### 5.1. Utjecaj pojedinih izvora energije na ekologiju

Postotak uporabe ekološki prihvatljivih obnovljivih izvora energije još je uvijek na globalnoj skali zanemariv. Različiti izvori energije imaju različite utjecaje na okoliš.

Površinski ozon nastaje kad na ustajalom zraku i sunčanom vremenu dušikov oksid reagira s hlapljivim organskim spojevima. Dušikov oksid na površini obično nastaje sagorijevanjem fosilnih goriva. Površinski ozon može upaliti dišne putove i smanjiti radni kapacitet pluća,

---

<sup>20</sup> Izvori energije, [www.izvorienergije.com](http://www.izvorienergije.com)

<sup>21</sup> Izvori energije, [www.izvorienergije.com](http://www.izvorienergije.com)

izazvati draženje očiju i nosa te mnoge druge zdravstvene probleme. Površinski ozon je samo jedan u nizu problema koji su povezani s energijom:

- **Fosilna goriva** – ova vrsta goriva ima daleko najveći negativni utjecaj na okoliš. Sagorijevanjem fosilnih goriva u atmosferu se ispuštaju ogromne količine ugljika. Taj isti ugljik u atmosferi sad tvori ugljični dioksid koji utječe na temperaturu.
- **Biogoriva** – biogoriva stvaraju iste probleme kao i fosilna goriva, ali su manje štetna od fosilnih goriva. Za proizvodnju biogoriva prilikom rasta iz atmosfere uzmu određene količine ugljika koji se kasnije vraća u atmosferu izgaranjem tih biogoriva..
- **Solarna energija** – iako energija Sunca ima ogroman potencijal zbog male iskoristivosti bilo bi potrebno prekriti velike površine. Rješenje ekološki je prihvatljivo samo u područjima u kojima nema vegetacije, tj. u pustinjama, a u „zelenim“ područjima“ to bi stvorilo preveliki negativni učinak na okoliš.
- **Energija vjetra** – proizvodnja energije iz vjetra nema ozbiljnijeg negativnog učinka na okoliš. Gledano s ekološkog aspekta, jedina ozbiljnija zamjerka vjetroelektranama je negativan utjecaj na ptičje populacije.
- **Energija vode** – iskorištavanjem energije vode ne stvara se nikakvo zagađenje okoliša. Gradnjom velikih brana poplavljuju velike površine i dižu razine podzemnih voda, a to može promijeniti cijeli lokalni bio sustav. Dodatni problem je presijecanje prirodnih tokova vode i time presijecanje ruta kretanja pojedinih vodenih životinja.
- **Nuklearna energija** – Čisti izvor. Dolazi do zagrijavanje vode koja se koristi za hlađenje reaktora pa to može utjecati na bio sustave. Najveći problem kod nuklearnih elektrana je upotrijebljeno gorivo koje je izuzetno radioaktivno.
- **Geotermalna energija** – iskorištavanjem geotermalne energije ne dolazi do zagađenja okoliša.

## 5.2. Kyotski protokol i globalno zatopljenje

Iako je postignuto određeno poboljšanje u smjeru globalnog zatopljenja ipak je potrebno ulagati u isto.

Emisije se stakleničkih plinova u atmosferu nisu znatno smanjile, a protivnici Kyotskog protokola koji bi trebao imati glavnu ulogu u tome ističu da bi smanjenje emisija u skladu sa zahtjevima Kyotskog protokola predstavljalo prevelik teret ekonomiji iako stručnjaci kažu da navedeno nije istina. Iako je Hrvatska potpisala Protokol još 1999., ratificirala ga je tek u travnju 2007. s obzirom na to da je morala u dugotrajnim pregovorima izboriti ravnopravan

položaj u odnosu na ostale zemlje potpisnice. Obveza za Hrvatsku smanjenje je emisije stakleničkih plinova za 5% računajući prosječnu emisiju u razdoblju od 2008. do 2012. godine u odnosu na emisiju bazne godine (1990. godina). Na zasjedanju 12. konferencije stranaka (COP 12) u Nairobiju potkraj 2006. prihvaćena je odluka kojom su Republici Hrvatskoj priznate specifične okolnosti vezane uz emisije stakleničkih plinova prije i poslije 1990. godine (povećanje granice emisije za 3,5 milijuna tona CO<sub>2</sub> eq, čime je određena bazna godišnja emisija od 35,26 milijuna tona). Hrvatska će se obvezati na 5%-tno smanjenje emisija do 2012. godine, što iznosi 33,5 milijuna tona CO<sub>2</sub> eq.<sup>22</sup>

No sam Kyotski protokol neće biti dovoljan bez odgovarajuće zakonske podrške te je stoga potreban i rad na tom polju.

### **5.3. Kisele kiše**

Kisele kiše mogu znatno utjecati na cijeli bio sustav. Nastaju na način da se slobodni nemetalni oksidi sumpora i dušika vežu u atmosferi s vodenom parom u spojeve sumporne i dušične kiseline, a zatim počnu padati kisele kiše. Kisele kiše predstavljaju jedan od glavnih uzroka odumiranja šuma jer sumporni dioksid uništava cijelu floru.

Naime, sumporna kiselina biljkama otapa hranjive tvari (kalcij) koje su im potrebne za izgradnju stanica, a također kiselina dospijeva i u korijenje i u lišće biljaka oštećujući njihova stanična tkiva. Osim biljaka, kisele kiše ozbiljno zagađuju i vode kojima se drastično smanjuje Ph vrijednost, a posljedica toga je narušavanje čitavog ekosustava.

Upravo zagađenje voda predstavlja najveći problem jer se zagađenje iz zraka kiselim kišama prenosi do tla i eventualno sliva u površinske i podzemne vodene tokove. Kisele su kiše jedan od glavnih razloga smanjenja zaliha pitke vode na svjetskoj razini. Opasnost od kiselih kiša još nije prošla, iako je u zadnje vrijeme potisnuta u drugi plan iza globalnog zagrijavanja.

### **5.4. Izlivanje tankera**

Velik problem predstavljaju i moguća izlivanja tankera prilikom kojih se velike količine nafte izljevaju u oceane. Postoji više načina kako može doći do izljeva nafte poput kvarova na opremi, ratova između država, terorističkih napada te ilegalnog izlivanja nafte čime se nastoji uštedjeti na troškovima koje uzrokuje dekomponiranje otpada, te prirodnih uzročnika poput uragana koji mogu uzrokovati prevrtanje tankera. Izlivanje nafte ima strašne učinke na čitav pogođeni ekosistem: ptice umiru ukoliko im se perje natopi naftom jer se pokušavaju očistiti

---

<sup>22</sup> Izvori energije, [http://www.izvorienergije.com/energija\\_i\\_ekologija.html](http://www.izvorienergije.com/energija_i_ekologija.html)



od nafte te dolazi do trovanja i ugibanja, a isto se događa i s ostalim životinjama ako im nafta dođe u pluća ili jetra.

Da bi se što više smanjio negativan učinak ekoloških katastrofa nastalih izlijevanjem ulja, američki je kongres 1990. donio takozvani Ocean Pollution Act (OPA).<sup>23</sup> U njemu je, između ostalog, naglasak na sljedećim stavkama:

- svaki vlasnik tankera u slučaju katastrofe mora imati plan u pisanu obliku,
- tankeri moraju imati trup s dvostrukom oplatom,
- svaki vlasnik odgovara kaznom u iznosu od \$1200 za svaku tonu nafte koja se izlije,
- obalna straža, kako bi se spriječilo izlijevanje, uvijek mora znati i davati instrukcije tankeru kuda smije voziti.

Premda spomenute mjere iz OPA programa predstavljaju pozitivne pomake u sprječavanju nastanka havarija tankera i ublažavanju onih već nastalih, dokle god se inzistira na nafti kao primarnom energentu, događat će se i havarije te onečišćenja oceana s teškim posljedicama.

Usprkos činjenici da su na nekim poljima postignuti značajniji napreci u pokušajima ako ne sprečavanja, a onda barem ublažavanja globalnih klimatskih promjena, sveopći napredak još uvijek nije zadovoljavajući

## 5.5. Nuklearne opasnosti

„Daleko od očiju javnosti u tadašnjoj sovjetskoj, a danas ukrajinskoj nuklearnoj elektrani (NE) Černobil ispitivao se sustav hlađenja u četvrtom reaktoru. Černobilska je elektrana tada bila tek osam godina u pogonu. Nakon nepune minute testiranja sustav je zatajio i došlo do eksplozije tri godine staroga reaktora. Eksploziju su najprije uočili stanovnici Pripjata, grada udaljenoga samo 3 km od NE koji je posebno izgrađen za radnike u elektrani i njihove obitelji.“<sup>24</sup> Uslijed eksplozije došlo je do istjecanja radioaktivnih tvari u atmosferu koje su se u početku, zbog dominantnoga sjeverozapadnog vjetrova, širile prema Bjelorusiji. Nedugo potom vjetar je promijenio smjer prema jugoistoku, a pojavili su se i kišonosni oblaci zbog kojih je došlo do mjestimičnih pljuskova. Ti su meteorološki elementi uvjetovali različitu raspodjelu radijacije na pogođenom prostoru Ukrajine, Bjelorusije i Rusije. Širenje radioaktivnih tvari od zapadnih je zemalja prva uočila Švedska.

Najstrašnji primjer nuklearne katastrofe - Černobil - jasno je ukazao koliko goleme razmjere ona može imati. Černobilska je nesreća uzrokovala cijeli radioaktivni oblak koji se proširio i na područja izvan tadašnjeg Sovjetskog saveza i uzrokovao velik broj ljudskih žrtava,

---

<sup>23</sup> Izvori energije, [http://www.izvorienergije.com/energija\\_i\\_ekologija.html](http://www.izvorienergije.com/energija_i_ekologija.html)

<sup>24</sup> Izvori energije, [http://www.izvorienergije.com/energija\\_i\\_ekologija.html](http://www.izvorienergije.com/energija_i_ekologija.html)

prema nekim neslužbenim statistikama UN-a više od 30.000. Velik problem nisu samo moguće havarije u nuklearnim elektranama već i zbrinjavanje nuklearnog otpada koji također može biti koban. Zasad još nema načina kojim bi se iskorišteno nuklearno gorivo zbrinulo.

Zasad se najčešće koriste napušteni rudnici te ruralna i nenaseljena područja što ne predstavlja kvalitetno dugoročno rješenje. Procjenjuje se da je nuklearna katastrofa pogodila 40% ukrajinskih te 21% bjeloruskih šuma, kao i to da je zbog katastrofe napušteno 22% bjeloruskih te 15% ukrajinskih poljoprivrednih površina.

## 6. POTROŠNJA ENERGENATA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Potrošnja energije u Hrvatskoj, poput potrošnje energije u ostalim zemljama, ovisna je o globalnim i nacionalnim utjecajima. U prethodnom poglavlju opisani su trendovi potrošnje energije u zadnjim desetljećima prošlog stoljeća kao i događaji koji su nastali kao posljedica pada Berlinskog zida. Hrvatska nije ostala imuna na te događaje, ali se okolnosti uvjetovane tranzicijom planskog u tržišno gospodarstvo koje je zadesilo zemlje „Istočnog bloka“, dodatno nepovoljno razvijaju zbog Hrvatskoj nametnutog rata u kojem je uz ogromne ljudske i materijalne žrtve stekla samostalnost.

Osim izravnih i neizravnih šteta hrvatski proizvođači izgubili su tržišta republika bivše države uz istovremenu nemogućnost uključivanja u nove gospodarske tokove. To je uzrokovalo propasti, do tada tradicionalnih gospodarskih, prvenstveno proizvodnih grana i potpuno restrukturiranje gospodarstva uz postupnu dominaciju sektora usluga i trgovine. Takvi trendovi morali su se odraziti i na potrošnju energije što je vidljivo iz podatka koji se iznose u nastavku. Za razliku od podjele potrošnje energije na industriju, transport i zgradarstvo koju smo vidjeli u prethodnom poglavlju, ovdje je primijenjena druga metodologija. Potrošnja energije dijeli se na:

- opću potrošnju, koju čini zbroj potrošnje energije u kućanstvima, šumarstvu, poljoprivredi i graditeljstvu,
- potrošnju u industriji i
- potrošnju u prometu.

Zbrajanjem ove tri kategorije dobiva se *neposredna potrošnja energije*. Ako se neposrednoj potrošnji energije pribroje *neenergetska potrošnja* i kategorija *ostalo* dobiva se *ukupna potrošnja energije*. Neenergetska potrošnja predstavlja potrošnju energenta u neenergetske svrhe odnosno energent se koristi kao sirovina za daljnje proizvode, prvenstveno se to odnosi na petrokemijsku industriju. U kategoriju *ostalo* spadaju: gubici transporta i distribucije, potrošnja energije za pogon energetskih postrojenja i gubici

transformacije. Podaci za navedene kategorije potrošnje prikazani su u tablici 2.

**Tablica 2. Potrošnja energije u Republici Hrvatskoj po kategorijama od 1988. do 2016.**

|                   | Potrošnja energije, PJ/Udio, % u<br>godini |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|-------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                   | 1988.                                      |           | 1990.     |           | 1992.     |           | 1994.     |           | 1999.     |           | 2004.     |           | 2009.     |           | 2013.     |           | 2016.     |           |
|                   | Potrošnja                                  | Udio      | Potrošnja | Udio      | Potrošnja | Udio      | Potrošnja | Udio      | Potrošnja | Udio      | Potrošnja | Udio      | Potrošnja | Udio      | Potrošnja | Udio      | Potrošnja | Udio      |
|                   | PJ   | %         | PJ        | %         | PJ        | %         | PJ        | %         | PJ        | %         | PJ        | %         | PJ        | %         | PJ        | %         | PJ        | %         |
| Opća              | 112  | 26        | 110       | 27        | 77        | 26        | 82        | 27        | 107       | 29        | 121       | 29        | 118       | 28        | 123       | 30        | 127       | 33        |
| Promet            | 57   | 13        | 59        | 14        | 40        | 13        | 47        | 15        | 65        | 18        | 77        | 19        | 91        | 22        | 90        | 22        | 85        | 22        |
| <b>Industrija</b> | <b>97</b>                                  | <b>23</b> | <b>89</b> | <b>22</b> | <b>54</b> | <b>18</b> | <b>50</b> | <b>16</b> | <b>49</b> | <b>13</b> | <b>57</b> | <b>14</b> | <b>61</b> | <b>15</b> | <b>51</b> | <b>13</b> | <b>47</b> | <b>12</b> |
| Neenerget.        | 37   | 9         | 29        | 7         | 30        | 10        | 25        | 8         | 28        | 8         | 30        | 7         | 29        | 7         | 25        | 6         | 25        | 6,5       |
| Ostalo            | 128  | 29        | 121       | 30        | 97        | 33        | 103       | 34        | 120       | 32        | 127       | 31        | 118       | 28        | 118       | 29        | 100       | 26        |
| Ukupna            | 431  | 100       | 408       | 100       | 298       | 100       | 307       | 100       | 369       | 100       | 412       | 100       | 417       | 100       | 407       | 100       | 384       | 100       |

Izvor: Energija u Hrvatskoj, više godišta

Iz tablice je vidljivo da iznos ukupne potrošnje iz 1988. nije još do 2016. premašen, iako od 1994. pa do 2009. postoji trend porasta ukupne potrošnje energije i dosizanja predratne vrijednosti. I ostale kategorije slijede isti trend s iznimkom potrošnje energije u prometu koja je maksimum dosegla 2009., a unatoč padu u narednim godinama u 2016. po iznosu je daleko iznad 1988. Potrošnja energije u industriji 2016. u odnosu na 1988. prepolovljena je. Potrošnja energije u industriji osim toga ima trend smanjenja udjela u ukupnoj potrošnji, s 23% 1988. na svega 12% u 2016. Istovremeno, udjeli opće i potrošnje energije doživjeli su značajan porast, prva s 26% na 33%, a druga s 13% na 22%. Očekivano, neenergetska potrošnja kao i njen udio bilježe konstantan pad s obzirom na to da je ta kategorija potrošnje vezana uz potrošnju energije u industriji. Sve to zajedno ukazuju na značajnu promjenu strukture potrošnje energije uvjetovanu promjenom strukture gospodarstva koje se od pretežito proizvodnog transformiralo u uslužno. U tablici 3. prikazana je u istom razdoblju struktura potrošene energije po oblicima.

**Tablica 3. Struktura utrošenih primarnih i transformiranih oblika energije od 1988. do 2016.**

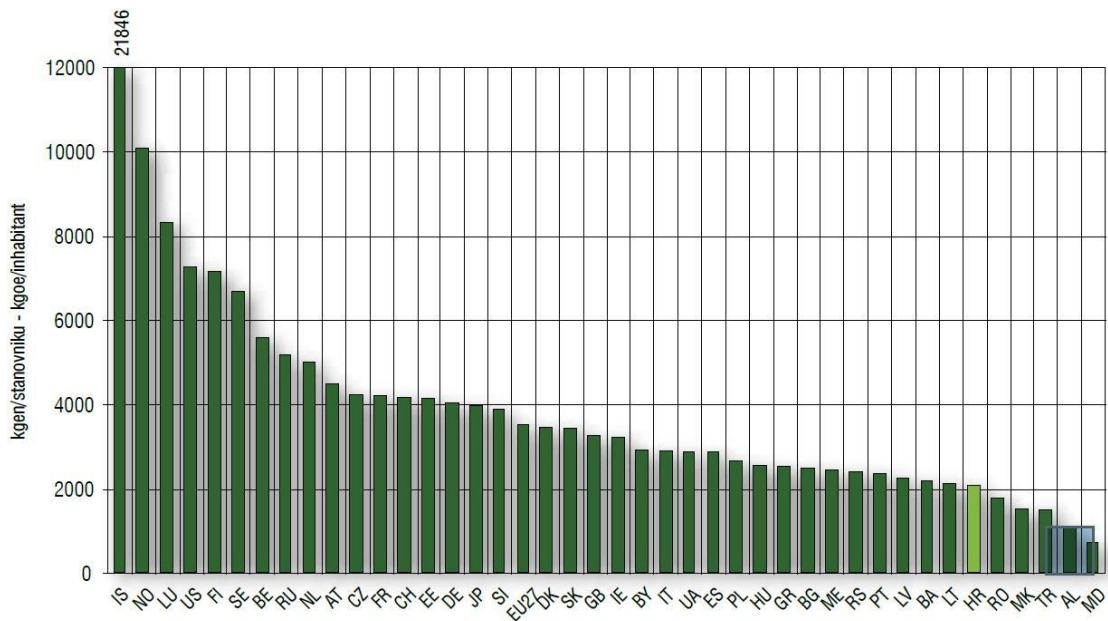
| Vrsta energije             | Potrošnja energije u godini, PJ |               |               |               |               |               |               |               |               |        |
|----------------------------|---------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|
|                            | 1988.                           | 1990.         | 1992.         | 1994.         | 1999.         | 2004.         | 2009.         | 2013.         | 2016.         |        |
| Para i vrela voda          | 34,52                           | 31,93         | 21,62         | 22,06         | 22,01         | 23,91         | 22,66         | 21,66         | 21,73         |        |
| Električna energija        | 48,61                           | 47,76         | 34,04         | 34,50         | 42,17         | 49,28         | 55,32         | 55,76         | 56,58         |        |
| Primarna energija          | Plinovita goriva                | 31,75         | 30,80         | 26,34         | 36,85         | 36,85         | 40,25         | 40,62         | 42,98         | 40,90  |
|                            | Tekuća goriva                   | 111,69        | 111,48        | 73,40         | 81,98         | 105,67        | 119,66        | 128,02        | 122,59        | 113,88 |
|                            | Ogrjevno drvo                   | 19,58         | 19,08         | 10,71         | 10,80         | 11,66         | 13,14         | 11,68         | 12,97         | 17,14  |
|                            | Ugljen                          | 19,99         | 16,68         | 5,36          | 3,89          | 3,21          | 9,31          | 11,92         | 9,18          | 8,42   |
| <b>Ukupno pr. energije</b> | <b>183,01</b>                   | <b>177,96</b> | <b>115,81</b> | <b>122,21</b> | <b>157,39</b> | <b>182,36</b> | <b>192,24</b> | <b>187,72</b> | <b>179,46</b> |        |
| <b>Ukupno</b>              | <b>266,15</b>                   | <b>257,74</b> | <b>171,47</b> | <b>178,75</b> | <b>221,57</b> | <b>255,55</b> | <b>270,49</b> | <b>265,46</b> | <b>259,19</b> |        |

Izvor: dzs.hr

Među transformiranim oblicima energije „para i vrela voda“ doživjele su drastičan pad, a vezano uz pad industrijske proizvodnje jer neke su industrijske grane veliki potrošač i tog oblika energije. Za razliku od toga, potrošnja električne energije bilježi značajan porast. Kod primarnih oblika energije plinovita bilježe rast i maksimum potrošnje 2009. uz postupni pad prema 2016. Tekuća goriva dostižu maksimum potrošnje 2009. uz značajan pad prema 2016. Ogrjevno drvo dijeleći sudbinu minimalnih iznosa potrošnje ostalih oblika energije bilježi konstantan rast. Potrošnja ugljena iako znatno manja nego 1988. uz konstantan porast maksimum potrošnje bilježi 2009. a nakon toga značajan pad. Ugljen se koristi isključivo u energetici (TE Plomin) i kao energent u industriji.

Iako se slobodno može ustvrditi da je energetska infrastruktura u Hrvatskoj vrlo razvijena, ukupna potrošnja energije po glavi stanovnika u Hrvatskoj je u usporedbi s drugim zemljama relativno mala, i za otprilike trećinu niža od EU27 prosjeka. Razlog tome je sasvim sigurno i struktura potrošnje, s pretežitim udjelom neindustrijskih segmenata potrošnje. Opet i ovdje odskaku iste dvije države s naglaskom da je iznos potrošnje manji od proizvodnje kod Norveške što znači da je ona zemlja izvoznica energije. Kod Islanda to su približno jednake vrijednosti.

**Grafikon 3. Ukupna potrošnja energije po glavi stanovnika u Hrvatskoj i drugim zemljama**



Izvor: dzs.hr

Analizom podataka potrošnje energije u Hrvatskoj te kratkom usporedbom s drugim državama ukazano je na povijest i trenutno stanje potrošnje energije u Hrvatskoj. Također, temeljem prikazanih podataka uočava se povezanost gospodarskih i trendova potrošnje energije. Planiranje potrošnje energije izuzetno je važno za prosperitet svake zemlje pa tako i Hrvatske. Za predviđanje trendova potrošnje nije dovoljno poznavati samo nacionalne pokazatelje, već i one globalne i regionalne. Za Hrvatsku se to posebno odnosi na vezanost uz energetska politiku Europske unije, čija je Hrvatska članica, kao i na situaciju u zemljama u okruženju.

### 6.1. Potencijali i mogućnost korištenja obnovljivih izvora

Postavlja se pitanje, mogu li obnovljivi izvori iz razdoblja osamdesetih godina dvadesetog stoljeća kada su imali status dopunskih izvora preuzeti značajniju ulogu u energetska sustavu. Odgovor leži u izmjenama ekonomskih uvjeta u izgradnji i korištenju obnovljivih izvora i razvoju tehnologije. Karakteristike obnovljivih izvora nisu se promijenile. Oni su i dalje jednim dijelom ovisni o klimatskim promjenama i ograničeni u količini energije koja se može ekonomično iskoristiti. Međutim, razvojem tehnologije se povećava iskoristivost potencijalne energije, smanjuje se potrošnja energije za proizvodnju uređaja ili goriva (energija za energiju) te se rješavaju pitanja uklapanja takvih postrojenja u energetska sustav. Najmanji napredak je

ostvaren na području skladištenja energije kojim bi se riješio dio problema ovisnosti o klimatskim karakteristikama pojedinih izvora.

Uvođenjem financijskih potpora osigurala se sigurnost ulaganja, što je povećalo interes za ulaganje u obnovljive izvore. Naravno, to je rezultiralo povećanjem ulaganja u tehnološki razvoj pa bilježimo stalni tehnološki napredak i smanjenje jedinične cijene proizvodnje uređaja i postrojenja. Bez razvoja tržišta opreme nema ni ulaganja u razvoj. Sadašnji interes za opremom za iskorištavanje obnovljivih izvora i financijska ulaganja pokretačka je snaga novog tehnološkog razvoja. Ocjenjujući sadašnje stanje s pogledom na očekivanja u tehnološkom razvoju, može se reći da obnovljivi izvori više nisu alternativni ili dopunski nego ozbiljni izvori koji će bitno mijenjati dosadašnju strukturu proizvodnje energije. Pozicija svakog energenta nije jednaka, ali se kod svih može očekivati konstantni tehnološki razvoj.

Potencijal obnovljivih izvora povećavat će se ovisno o uspješnom rješavanju problema skladištenja energije. Sa skladištenjem energije rješava se problem ovisnosti o klimatskim karakteristikama, nepredvidivost izvora i zakonitost koja je različita od zakonitosti potreba kupaca. Sadašnji način korištenja obnovljivih izvora koje ovisi o klimatskim promjenama, povećava neučinkovitost ostalih izvora, a time i povećava emisije CO<sub>2</sub> i ostali stakleničkih plinova, pa je ukupan pozitivni doprinos smanjenju emisija manji od potencijalnog smanjenja koje odgovara proizvodnji energije.<sup>25</sup> Skladištenje energije bi u velikoj mjeri eliminiralo taj negativan učinak. Daljnji rast korištenja obnovljivih izvora energije ovisit će i o globalnom dogovoru o zaštiti klime, ali i daljnjim aktivnostima međunarodne zajednice. Realna cijena energije, koja uključuje sve troškove zaštite okoliša, stvorit će povoljnu situaciju za povećanje korištenja obnovljivih izvora, jer će korištenje, prije svega vjetra i biomase, biti konkurentno i bez financijske potpore.

Valorizacija korištenja obnovljivih izvora (prema ili objektivno moguće) do sada napravljenog u Hrvatskoj nije jednostavna, jer se prvo trebaju postaviti kriteriji mjerenja. Sa stanovišta zaštite klime: emisije CO<sub>2</sub> i drugih stakleničkih plinova u Hrvatskoj su po stanovniku znatno manje od razvijenih zemalja. Sa stanovišta izgradnje postrojenja za korištenje obnovljivih izvora: Hrvatska je u velikoj mjeri iskoristila ekonomsko iskoristivi hidro potencijal, a ostali obnovljivi izvori su neznatno korišteni. Sa stanovišta razvoja tehnologija: Hrvatska je kod hidroelektrana mogla proizvesti sve osim vodnih turbina; u korištenju vjetra aktivnosti na tehnološkom razvoju su započele tek u zadnjih 5 godina; u korištenju Sunca, tvornica fotonaponskih kolektora izgrađena je prije 20 godina, nove tvornice su izgrađene u

---

<sup>25</sup> Kako promišljati energetiku u budućnosti, [https://www.eihp.hr/hrvatski/projekti/clanci/obnovljivi\\_izvori.html](https://www.eihp.hr/hrvatski/projekti/clanci/obnovljivi_izvori.html),

posljednjih nekoliko godina, dakle proizvodnja sunčanih kolektora na određenoj razini postoji više od 20 godina. Sa stanovišta ekonomije: cijene energije u pravilu su bile sa snažnim socijalnim utjecajem, a proračun je cijelo vrijeme po velikim obvezama održavanja socijalnog, zdravstvenog i obrazovnog standarda pa energija i zaštita klime nije bila u prvom planu. Ocjena za proteklo razdoblje je da je napravljeno koliko je bilo moguće u zadanom okviru. U posljednjih desetak godina stvari se postupno mijenjaju u pozitivnom smjeru po svim elementima. Mijenja se društvena svijest o potrebi većeg korištenja obnovljivih izvora, uređuje se pravni sustav, pokreću se istraživanja, razvoj i proizvodnja opreme i uređaja, raste interes lokalne zajednice za korištenje obnovljivih izvora, sve je veći interes građana i poduzetnika za ulaganje u obnovljive izvore.

### Energija vodotoka

Kad se govori o hidroelektranama kao objektima u kojima se energija vodotokova pretvara u električnu energiju, radi se o primjeni zrelih tehnologija koje su već dugi niz godina u primjeni pa su tehnička rješenja izvedbe ovih postrojenja vrlo pouzdana u pogonu. Unaprjeđenjem postojećih tehnologija, uvođenjem novih materijala i poboljšavanjem izvedbe regulacije očekuje se porast učinkovitosti vodnih turbina do 95% i širenje radnih područja. U posljednje vrijeme zamjetan je vidan napredak i u konstrukciji cijevnih turbina čime se omogućuje energetska iskorištavanje sasvim malih geodetskih padova na vodotocima.

Generatori za pretvorbu mehaničke u električnu energiju također su već na visokom tehnološkom stupnju razvoja. U većini slučajeva koriste se sinkroni hidro generatori koji imaju visoke faktore učinkovitosti, dok se kod malih hidroelektrana često koriste asinkroni generatori, prvenstveno zbog niže cijene i jednostavnijeg održavanja. Osnovna zapreka daljnjem iskorištavanju hidro potencijala nije razvoj tehnologija, nego zaštita okoliša. Provođenjem mjera zaštite okoliša reducirana je broj potencijalnih lokacija za izgradnju malih elektrana, a izgradnja svake veće elektrane izaziva velika protivljenja stanovništva.<sup>26</sup> Rješenja za male hidroelektrane su da se rade jednostavni objekti koji minimalno utječu na okoliš u aktivnoj suradnji stručnjaka za zaštitu okoliša na koncipiranju tehničkih rješenja.

### Energija vjetra

U zadnjih 20-ak godina razvoj tehnologije za korištenje energije vjetra (vjetroatogata za proizvodnju električne energije) prošao je intenzivno razdoblje usavršavanja u kojem je nastao

---

<sup>26</sup> Kako promišljati energetiku u budućnosti, [https://www.eihp.hr/hrvatski/projekti/clanci/obnovljivi\\_izvori.html](https://www.eihp.hr/hrvatski/projekti/clanci/obnovljivi_izvori.html),

tehnički i tehnološki zreo, troškovno učinkovit i komercijalno prihvatljiv proizvod. Vjetroagregat je složen sustav u kojem su sve komponente međusobno elastično vezane – razvoj u slučaju vjetroagregata primarno znači optimizaciju svih komponenata, ali i uvođenje novih i naprednih tehničkih rješenja radi, primjerice, redukcije mehaničkih opterećenja ili daljnje redukcije cijene na lokacijama s nižim vjetro potencijalom ili iznad morske pučine. Tipičan suvremeni vjetroagregat predstavlja trilopatični stroj sa ili bez prijenosnog multiplikatora, jedinične snage u rasponu 800 kW do 3 MW, promjera rotora i visine stupa 50-100 m.

Razvoj međutim nije završen, štoviše, vjetroenergetika je danas suočena s mogućnostima svog daljnjeg razvoja i rasta. Od aktualnih trendova, svakako treba spomenuti trend promjene geometrije i veličine vjetroagregata zbog čega je jedinična snaga porasla stotinjak puta u zadnjih 20-ak godina (s tipičnih 25 kW 1990. na 3 MW danas, uz tendenciju daljnjeg porasta jedinične snage). U regulaciji snage, aktivna regulacija zakretanjem lopatica (tzv. *pitch* regulacija) sve više dominira, posebno u megavatnoj klasi vjetroagregata pa danas praktički 4/5 ponuđenih vjetroagregata na tržištu ima ovaj tip regulacije koji u pravilu omogućava bolju kvalitetu proizvedene električne energije. Što se pak tiče brzine pogonske osovine, dok su nekad vjetroagregati uglavnom koristili fiksnu brzinu vrtnje, danas preko 3 svih rješenja na tržištu koristi promjenjivu brzinu vrtnje. Iako nešto skuplja zbog dodatne elektronike, ovakva rješenja su povoljnija s gledišta utjecaja na mrežu, smanjenja mehaničkih opterećenja te povećanja proizvodnje.

Iako u proizvodnji vjetroagregata prednjače Danska, Njemačka, Španjolska i SAD, proizvodnja vjetroagregata je danas postala globalni biznis u koji su se uključile tvrtke iz većine razvijenih zemalja te Indije i Kine. Treba spomenuti da je u razvoj tehnologije za korištenje energije vjetra krenula i hrvatska industrija. Rezultat toga je prototip vjetroagregata proizvodnje Končar s direktnim pogonom i jediničnom snagom 1 MW koji je u testnoj fazi na lokaciji u zaleđu Splita.<sup>27</sup> Ovaj vjetroagregat trebao bi uključiti i određena upravljačka rješenja prikladna za specifičnosti hrvatskih vjetrovnih prilika.

## Energija Sunca

Najrasprostranjenije tehnologije korištenja Sunčeve energije su sunčevi toplinski kolektori i fotonaponski sustavi. Obje tehnologije odlikuje visoka tehnološka zrelost, jednostavna uporaba te mogućnosti samostalnog korištenja i korištenja u distribuiranim sustavima. Sunčevi

---

<sup>27</sup> Kako promišljati energetiku u budućnosti, [https://www.eihp.hr/hrvatski/projekti/clanci/obnovljivi\\_izvori.html](https://www.eihp.hr/hrvatski/projekti/clanci/obnovljivi_izvori.html),



toplinski kolektori u najvećoj mjeri koriste se u stambenim objektima za proizvodnju sanitarne tople vode i kao podrška grijanju. Do kraja 2008. godine u zemljama EU ukupno je instalirano preko 28 500 000 m<sup>2</sup> sunčevih kolektora, odnosno oko 20 000 MW ekvivalentne toplinske snage. Fotonaponski sustavi prvenstveno su zanimljivi za opskrbu električnom energijom lokacija izvan elektroenergetske mreže. Uvođenjem povlaštenih otkupnih cijena (*feed-in* tarifa) u mnogim državama u zadnjem desetljeću kapacitet fotonaponskih postrojenja spojenih na elektroenergetsku mrežu naglo je porastao. Godine 2008. ukupni instalirani kapacitet fotonaponskih sustava u zemljama EU iznosio je 9 533 MW što predstavlja rast od 90% u odnosu na stanje iz 2007. godine. Vodeće zemlje EU prema instaliranom kapacitetu su Njemačka s 5 350 MW i Španjolska s 3 400 MW instalirane snage. Osim navedenih tehnologija, razvijene su tehnologije koncentriranja sunčevog zračenja radi postizanja veće gustoće energije za primjenu u sunčevim termoelektranama. U svijetu je trenutačno instalirano više od 500 MW sunčevih termoelektrana, uglavnom u pustinjskim predjelima SAD-a i na jugu Španjolske.<sup>28</sup> Sunčevu energiju moguće je koristiti i za hlađenje prostora što je posebno zanimljivo u turističko orijentiranim regijama s obzirom na to da se profili energetske potreba za hlađenjem i dostupne energije podudaraju.

### Geotermalna energija

Hrvatska ima višestoljetnu tradiciju korištenja geotermalne vode iz prirodnih izvora u medicinske svrhe. Početkom sedamdesetih godina u sklopu istraživanja nafte i plina počele su se pratiti i bilježiti pojave termalne vode u istražnim bušotinama. Premda je izrađen značajan broj bušotina za istraživanje nafte i plina, vrlo mali broj je izrađen u svrhu otkrivanja geotermalnih potencijala. Geotermalna energija se u toplicama koristi za balneološke svrhe te tek iznimno i za grijanje prostora. Iz dubokih bušotina se geotermalna energija koristi samo na dvije lokacije i to u Zagrebu i u Bizovcu. Geotermalna energija se može koristiti izravno za grijanje prostora ili tople vode, odnosno u slučaju dovoljno visoke temperature izvora i za proizvodnju električne energije. Zadnjih godina sve je češća primjena takozvanih geotermalnih dizalica topline koje koriste zemljinu koru kao medij za izmjenu topline.

Premda je srednji temperaturni gradijent u Panonskom području Republike Hrvatske znatno veći od svjetskog prosjeka zbog značajnih ulaganja u istraživanje te izradu dubokih bušotina za proizvodnju geotermalne vode nema razvoja novih geotermalnih projekata.<sup>29</sup> Grupa investitora pokrenula je projekte kaskadne primjene geotermalne energije za dva naša najvažnija izvora

---

<sup>28</sup> Kako promišljati energetiku u budućnosti, [https://www.eihp.hr/hrvatski/projekti/clanci/obnovljivi\\_izvori.html](https://www.eihp.hr/hrvatski/projekti/clanci/obnovljivi_izvori.html),

<sup>29</sup> Kako promišljati energetiku u budućnosti, [https://www.eihp.hr/hrvatski/projekti/clanci/obnovljivi\\_izvori.html](https://www.eihp.hr/hrvatski/projekti/clanci/obnovljivi_izvori.html),

Lunjkovec-Kutnjak i velika Ciglena, ali su projekti još u razvojnoj fazi (izrada projektne dokumentacije).

### Biomasa i biogoriva

Biomasa je najraznovrsniji oblik obnovljivih izvora energije jer obuhvaća široki spektar sirovina biljnog i životinjskog porijekla iz kojih se mogu dobiti stabilni prinosi različitih oblika korisne energije – električna, toplinska, mehanička (iz biogoriva) ili zamjena za prirodni plin. Jedna od posebnosti biomase je mogućnost transporta od mjesta nastanka (primarna energija) do mjesta korištenja (korisna energija) pretvorbom u neki od derivata – poluproizvoda (bioplin, peleti, briketi, ogrjevno drvo). Kod biomase nije rijetkost da se iz iste sirovine, primjerice kukuruza, mogu proizvesti različiti oblici energije. Energija iz biomase dolazi u sva tri agregatna stanja: kruto (npr. ogrjevno drvo, peleti, ostaci rezidbe, oklasci), tekuće (npr. biodizel, bioetanol) i plinovito (npr. bioplin).<sup>30</sup> Tehnologije konverzije biomase su brojne, a odabir ovisi o karakteristikama sirovine i željenom obliku korisne energije, odnosno derivatu biomase.

Od zrelih tehnologija korištenja biomase moguće je istaknuti sagorijevanje i suspaljivanje suhe krute biomase za dobivanje toplinske, odnosno električne i toplinske energije. Električna i toplinska energija mogu se dobiti i u kogeneracijskim postrojenjima na suhu krutu biomasu ili bioplin koji se opet dobiva anaerobnom digestijom tekuće biomase (stajnjak, otpadni mulj pri pročišćavanju otpadnih voda, truljenje organske frakcije otpada..). Iz biomase je kroz navedene tehnologije u EU u 2007. godini proizvedeno 78,4 Mtoe primarne energije (85% kruta biomasa, po 8% spaljivanje krute frakcije komunalnog otpada i bioplin), od čega je 83,105 TWh bruto električne energije (59% kruta biomasa, 24% bioplin te 17% spaljivanje). Za konverziju krute biomase u korisnu energiju, dvije trećine (77%) postrojenja koriste tehnologiju kogeneracije za dobivanje toplinske i električne energije. U proizvodnji energije iz bioplina, dominira deponijski plin (49,2%), a slijede ga poljoprivredna bioplinska postrojenja (35,7%) i bioplin koji nastaje tretiranjem organskog otpada (mulj i slično) (15%).<sup>31</sup>

Od tehnologija koje su još uvijek u ranoj fazi komercijalizacije mogu se istaknuti piroliza i rasplinjavanje suhe biomase čiji se proizvodi (ulje odnosno singas) dalje mogu koristiti za dobivanje različitih oblika korisne energije. Kod proizvodnje biogoriva, zrelost tehnologije se razlikuje po generaciji biogoriva. Transesterifikacija ulja uljarica i/ili životinjskih masti, odnosno fermentacija/hidroliza škrobnih i/ili šećernih biljaka predstavljaju zrelu tehnologiju za

proizvodnju biogoriva 1. generacije. Tu se ubraja i bioplin koji pročišćavanjem i nadogradnjom postaje biogorivo. U EU su biogoriva 1. generacije činila 2,6 posto energetske udjele svih goriva u cestovnom prometu u 2007. godini.<sup>32</sup> Budući da korištenje biodizela i bioetanola te bioplina ne zahtjeva značajnije preinake u postojećoj infrastrukturi fosilnih motornih goriva, ona predstavljaju most prema tehnologijama biogoriva 2. generacije koja se fokusiraju i na lignoceluloznu sirovinu (uplinjavanje i sinteza, napredna enzimatska hidroliza i fermentacija, piroliza), a općenito se dijele na biokemijske i termokemijske pretvorbe.

#### Ostali izvori energije

Tehnologije korištenja ostalih obnovljivih izvora: korištenja morskih valova, struja, plime i oseke u vremenskom su pomaku u odnosu na ostale tehnologije i teško je reći kada će biti spremne za komercijalno korištenje.

## 6.2. Budućnost obnovljive energije

### Hidroelektrane

S obzirom da gradnja hidroelektrana obično predstavlja značajne zahvate u prostoru i većina potencijalnih lokacija za ovakve objekte je već iskorištena, te imajući u vidu sve restriktivnija ograničenja zaštite prirode i okoliša, u budućnosti se sve više može očekivati realizacija takvih projekata uglavnom kroz višenamjenske objekte. Pri tome njihova temeljna funkcija ne mora biti proizvodnja električne energije već neki drugi aspekt vezan uz vodne resurse: zaštita od štetnog djelovanja voda, stvaranje uvjeta za povećanje proizvodnje zdrave hrane navodnjavanjem, odvodnjom i ribogojstvom, razvoj infrastrukture izgradnjom vodovodne mreže i prometnih građevina, te poboljšavanje uvjeta za izletništvo, sport, rekreaciju i turizam.<sup>33</sup> Kao posebnost izdvajaju se male hidroelektrane koje (osim uz prethodno navedene) mogu ostvariti i dodatne sinergičke učinke u ruralnim i nerazvijenim područjima i to na način da osiguravaju električnu energiju za manje proizvodne pogone na lokacijama gdje ne postoji razvedena električna mreža, odnosno realizacija pristupa mreži bi bila preskupa (kao jedan od primjera bio bi postrojenje pilane s finalnom obradom drva u kombinaciji s malom hidroelektranom koja podmiruje energetske potrebe tog postrojenja). Također, kao jedna od interesantnih primjena malih hidroelektrana može se zamisliti ugradnja malih turbina u objekte

---

<sup>32</sup> Kako promišljati energetiku u budućnosti, [https://www.eihp.hr/hrvatski/projekti/clanci/obnovljivi\\_izvori.html](https://www.eihp.hr/hrvatski/projekti/clanci/obnovljivi_izvori.html),

starih mlinica radi očuvanja kulturne baštine te oživljavanja seoskog turizma (obnova i održavanje starih spomenika kulture financirala bi se prodajom proizvedene električne energije)

### **Energija vjetra**

Industrija vjetra danas je dobro organizirana te u budućnosti, čak i u vrijeme globalne recesije, vlada optimizam. Politička potpora koju imaju obnovljivi izvori energije u Europi kroz nedavno donesenu Direktivu 2009/28/EC o promociji obnovljivih izvora koja postavlja cilj od 20 posto udjela obnovljivih izvora u finalnoj potrošnji 2020. godine, ali isto tako i potpori koju obnovljivi izvori uživaju u SAD te Aziji, usmjerava pažnju velikih investitora prema sektoru vjetroenergetike pri čemu se ne ulaže samo u razvoj novih vjetroelektrana, nego i u razvoj same vjetrotehnologije. Fokus trenutno jest na poboljšanju ponašanja vjetroelektrana u mrežnom okruženju, ali i razvoju većih jedinica (veličine 10 MW i više prvenstveno namijenjenih *offshore* primjenama), novim rješenjima generatora, smanjenju mase pojedinih komponenata itd.<sup>34</sup>

Hrvatska ima dobre prirodne uvjete za korištenje energije vjetra, kao i velik, neiskorišten prostor koji može postati pozornica za projekte vjetroelektrana. Sve to je – uz postojeći zakonodavni okvir te utvrđene uvjete privređivanja za projekte obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj – do sada privuklo znatan interes potencijalnih ulagača. Sagledavanje mogućnosti i budućih ciljeva za korištenje energije vjetra u Hrvatskoj u ovome času više nije pitanje pomanjkanja projekata i ulagačkog kapitala, nego spremnosti da se razvoj cijelog elektroenergetskog sustava uskladi sa zahtjevima tehnologije, odnosno karakteristikama rada vjetroelektrana. No, taj problem nije specifičan za Hrvatsku nego ga prolaze i rješavaju i druge zemlje koje promoviraju korištenje energije vjetra.

### **Energija Sunca**

U budućnosti treba očekivati daljnji razvoj fotonaponske tehnologije koji će rezultirati padom cijena fotonaponskih modula i povećanjem učinkovitosti pretvorbe. Pad cijena fotonaponskih modula pratit će njihova sve veća primjena, pogotovo u stambenim objektima kao dijela sustava za distribuiranu proizvodnju električne energije. Uz primjenu fotonaponskih sustava, očekuje se nastavak rasta korištenja sunčevih toplinskih kolektora, kako u stambenim objektima, tako i u industriji i turizmu. S više od 1500 MW kapaciteta u razvoju te preko 6 000 MW najavljenih kapaciteta, sunčeve termoelektrane će zauzeti zamjetan udio u proizvodnji

---

<sup>34</sup> Kako promišljati energetiku u budućnosti, [https://www.eihp.hr/hrvatski/projekti/clanci/obnovljivi\\_izvori.html](https://www.eihp.hr/hrvatski/projekti/clanci/obnovljivi_izvori.html),

električne energije iz obnovljivih izvora. Njihova prednost nad klasičnom fotonaponskom tehnologijom je mogućnost skladištenja toplinske energije umjesto klasičnih spremnika električne energije (električni akumulatori, zamašnjak).

### **Geotermalna energija**

Više od 50 godina geotermalnog istraživanja pokazalo je da su značajniji izvori geotermalne energije usko povezani s područjima jače tektonske aktivnosti. Čak i kada se pronađu zadovoljavajuće temperaturne produktivnost bušotina često je nedovoljna za ekonomsko korištenje izvora. Upravo stoga istraživači ulažu napore u metode za povećanje izdašnosti geotermalnih izvora. Da bi geotermalna energija postala univerzalno raspoloživ obnovljivi izvor energije nužno je razviti bušaće metode niskih troškova kojima će se moći dosegnuti geotermalna ležišta odgovarajuće temperature u područjima s normalnim geotermalnim gradijentima.<sup>35</sup> Može se zaključiti da će se do razvoja ovih metoda razvoj geotermalne energije u Hrvatskoj temeljiti na već izrađenim bušotinama te za potrebe pridobivanja nafte i plina provedenim istraživanjima i reinterpetaciji tada prikupljenih podataka.

### **Biomasa i biogoriva**

Biomasa je poželjan oblik obnovljivih izvora jer se s lakoćom može uključiti u postojeći energetska sustav zbog svoje stabilnosti (uravnotežene i konstantne proizvodnje energije) i mogućnosti transportiranja. Istraživanje i razvoj tehnologija konverzije biomase predstavlja prioritet razvijenih zemalja uvoznica fosilnih goriva, a ono ide u smjeru veće učinkovitosti konverzije, veće fleksibilnosti na heterogenost biomase te iskorištavanje onih vrsta biomase koje se ne natječu s uobičajenom šumarskom i poljoprivrednom praksom. Poticaj za ovakva istraživanja proizlazi iz činjenice da biomasa sadrži manje energije po jedinici mase/volumena od fosilnih goriva koje zamjenjuje, čime energetska objekt može imati marginalan učinak u energetska sustavu a istovremeno izazvati značajne poremećaje na tržištu sirovine (poljoprivreda i šumarstvo). Proizvodnja bioplina na odlagalištima otpada bit će u padu radi napretka u gospodarenju otpadom te sve veće svijesti stanovništva o recikliranju i odvojenom sakupljanju otpada čime se stvara povoljna sirovina za proizvodnju energije sagorijevanjem krutog komunalnog otpada. Korištenje biomase je, za razliku od ostalih obnovljivih izvora koji su ograničeni tehničkim/lokacijskim predispozicijama, ograničeno kriterijima održivosti čime se stavlja značajna uloga na čovjeka.

---

<sup>35</sup> Kako promišljati energetiku u budućnosti,  
[https://waww.eihp.hr/hrvatski/projekti/clanci/obnovljivi\\_izvori.html](https://waww.eihp.hr/hrvatski/projekti/clanci/obnovljivi_izvori.html).

## ZAKLJUČAK

Svijetu treba sve više i više energije. Stalni porast populacije za sobom donosi i konstantno veće potrebe za energijom i čovječanstvo je u kontinuiranoj potrazi za izvorima energije koji bi primjereno pokrili energetske potrebe. Postoje vremena kad se potražnja za energijom privremeno smanji (globalne financijske krize i globalne recesije), ali takvi događaji su prolazni i nakon što završe glad za energijom je opet sve veća i veća. Dugoročno gledano, potreba za energijom se cijelo vrijeme povećava.

Trenutno svijet pokriva svoje energetske potrebe uglavnom neobnovljivim izvorima energije, većinom fosilnim gorivima – ugljenom, naftom i prirodnim plinom. Kao što i samo ime govori, ovi izvori energije nisu obnovljivi, a to znači da ne mogu trajati vječno te će u određenom trenutku biti potrošeni. Fosilna goriva su također vrlo štetna za okoliš zbog ispuštanja velike količine ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>), zagađenja okoliša u obliku izlivanja nafte u more te također zbog izazivanja smoga koji je vrlo štetan za zdravlje. Trenutno je možda najnaglašeniji negativni efekt fosilnih goriva globalno zatopljenje – možda najveći izazov s kojim se čovječanstvo susrelo u svojoj kratkoj povijesti

Postoji mnogo država koje daju dobar primjer iskorištavanja potencijala obnovljivih izvora energije. Na primjer Njemačka, Danska i Nizozemska s razvijenim sektorom iskorištavanja energije vjetera, Island s geotermalnom energijom, Kina s hidroenergijom pa čak i SAD sa saveznom državama Arizona, Florida i Kalifornija u kojima postoji dosta projekata iskorištavanja energije Sunca. Prema tome, tehnologije postoje, jedino su u ovom trenutku poprilično skupe pa su potrebna velika ulaganja. S vremenom se očekuje da će sve te tehnologije napredovati u smislu efikasnosti i smanjenja cijene pa će samim time postati mnogo atraktivnije i samim time raširenije.

Čovječanstvo će u bliskoj budućnosti morati pronaći ekološki prihvatljivije izvore energije kojima će pokrivati svoje energetske potrebe. Trenutno se kao ekološki prihvatljivo rješenje nude obnovljivi izvori energije, ali ipak nije realno očekivati da će se ti izvori energije dovoljno razviti i komercijalizirati da u nekoj većoj mjeri zadovolje rastuće energetske potrebe čovječanstva.

## **SAŽETAK**

Rad *Značaj prirodnih resursa u Republici Hrvatskoj* bavi se značajkama obnovljivih i neobnovljivih izvora energije te njihovim potencijalima, raspoloživosti, mogućnostima iskorištavanja utjecajima na ekonomski rast i razvoj zemlje.

Svjetska populacija svoje energetske potrebe najviše iskorištava iz neobnovljivih resursa poput ugljena, nafte i prirodnog plina čiji su negativni utjecaji na okoliš detaljno opisani. S obzirom na to pažnja je posvećena obnovljivim prirodnim resursima koji bi trebali preuzeti značajniju ulogu u energetske sustavu. Njihova prednost je mogućnost skladištenja te siguran i stabilan rad postrojenja prilikom proizvodnje energije te znatno manji utjecaj na okoliš. Također, opisana je iskoristivost energije vjetra, vode, Sunca i biomase u Hrvatskoj kao i njihova potrošnja te potencijalni utjecaj na rast i razvoj zemlje.

Važan dio rada odnosi se na ulogu obnovljivih resursa u budućnosti jer će svakako biti potrebno pronaći ekološki prihvatljivije izvore energije kako bi se smanjili štetni utjecaji neobnovljivih energenata.

## **ABSTRACT**

This paper, *Significance of natural resources in the Republic of Croatia* is dealing with significant renewable and non renewable energy sources and potential available opportunities to exploit the impact on economic growth and development of countries.

The world's population has made the most of their energy needs from non renewable resources such as coal, oil and natural gas that have been described in detail in the negative environmental impacts. Given that attention has been paid to renewed natural resources that would be of greater importance in the energy system. Their advantage is the ability to store the plant safely and steadily when using energy with less environmental impact. Also, the use of wind, water, solar and biomass in Croatia is described, as is the consumption and potential impact on the growth and development of the country.

An important part of the work is related to renewable energy resources, where in the future will certainly be the need for an environmentally friendly energy effect in order to reduce the adverse impacts of independent energy sources.

## LITERATURA

### Knjige

1. Družič, I., et. all.: *Hrvatski gospodarski razvoj*, Politička kultura, Zagreb, 2003.
2. Labudović, B.: *Obnovljivi izvori energije*, Energetika marketing, Zagreb, 2002.
3. Tomić, D., Kučko, M.: *Ekonomski potencijal solarne energije u Republici Hrvatskoj* (2013.), u: *Ekonomski izazovi*, Godina 2, Broj 4, str. 39-61

### Izvori

1. Izvori energije, [http://www.izvorienergije.com/neobnovljivi\\_izvori\\_energije.html](http://www.izvorienergije.com/neobnovljivi_izvori_energije.html),
2. EIPH, [www.eihp.hr/primjena i korištenje energije vjetra/](http://www.eihp.hr/primjena_i_koristenje_energije_vjetra/)
3. Prilagodba i nadogradnja strategije energetskeg razvoja RH, [http://www.undp.hr/upload/file/208/104189/FILENAME/zelena\\_knjiga\\_energy\\_strategy.pdf](http://www.undp.hr/upload/file/208/104189/FILENAME/zelena_knjiga_energy_strategy.pdf)
4. Strateška važnost zalihe pitke vode, <http://www.hrvatski-vojn timer.hr/hrvatski-vojn timer/0802006/voda.asp>,
5. Voda, ugroženo dobro, [http://www.zelena-lista.hr/UserFiles/File/brosure/Voda\\_Brosura.pdf](http://www.zelena-lista.hr/UserFiles/File/brosure/Voda_Brosura.pdf),
6. Izvori energije, [www.izvorienergije.com](http://www.izvorienergije.com)
7. Neobnovljivi izvori energije, PDF, [www.etfos.unios.hr](http://www.etfos.unios.hr)
8. Kako promišljati energetiku u budućnosti, [https://www.eihp.hr/hrvatski/projekti/clanci/obnovljivi\\_izvori.html](https://www.eihp.hr/hrvatski/projekti/clanci/obnovljivi_izvori.html),



## POPIS ILUSTRACIJA

### SLIKE:

|   |    |
|---|----|
| Slika 1. Oblici energije i njihova transformacija.....            | 6  |
| Slika 2. Prostorni razmještaj hidroelektrana u Hrvatskoj.....     | 11 |
| Slika 3. Insolacijski nivo .....                                  | 15 |
| Slika 4. Solarna ozračenost na teritoriju Republike Hrvatske..... | 17 |
| Slika 5. Potencijal bioenergije u Hrvatskoj po regijama .....     | 19 |
| Slika 6. Nastanak ugljena .....                                   | 20 |

### TABLICE:

|   |    |
|---|----|
| Tablica 1. Projekcija buduće potrošnje ugljena u Hrvatskoj usporedno s 2020. i 2030 godinom ..... | 21 |
| Tablica 2. Potrošnja energije u Republici Hrvatskoj po kategorijama od 1988. do 2016.....         | 30 |
| Tablica 3. Struktura utrošenih primarnih i transformiranih oblika energije od 1988. do 2016. .... | 31 |

### GRAFIKONI:

|  |    |
|--|----|
| Grafikon 1. Proizvodnja iz vjetroelektrana u Hrvatskoj do 2020. godine.....              | 9  |
| Grafikon 2. Dinamika rasta korištenja sunčeve energije u Hrvatskoj do 2030. godine ..... | 17 |
| Grafikon 3. Ukupna potrošnja energije po glavi stanovnika u Hrvatskoj i drugim zemljama. | 32 |