

# Obnovljivi izvori energije

---

**Krenek, Iva**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:305090>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-11**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
**ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE**  
STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I ZAŠTITE

Iva Krenek

**OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2016

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and Protection Department  
Professional undergraduate study of Safety and Protection

Iva Krenek

# **RENEWABLE ENERGY SOURCES**

Final paper

Karlovac, 2016

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE  
STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I ZAŠTITE

Iva Krenek

# **OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr.sc. Igor Peternel

Karlovac, 2016

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
ODJEL SIGURNOSTI I ZAŠTITE  
STRUČNI STUDIJ SIGURNOSTI I ZAŠTITE

**ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

**Student:** Iva Krenek

**MB:**0415612031

**Naslov teme:** Obnovljivi izvori energije

**Opis zadatka:**

1. Uvod i općenito o obnovljivim izvorima energije
2. Razrada teme
3. Zaključak teme

**Zadatak zadan: Rok predaje rada:      Predviđeni datum obrane:**

06/16

09/16

09/16

**Mentor:**

dr.sc. Igor Peternel

**Predsjednik ispitnog povjerenstva:**

dr.sc. Zvonimir Matusinović, pred.

## SAŽETAK

Tema završnog rada je „Obnovljivi izvori energije“.

U svom radu govorim o važnosti korištenja obnovljivih izvora energije za samu Zemlju, jer će se neobnovljivi izvori energije s vremenom iscrpiti i postati će nedostupni svim stanovnicima zemlje.

Obnovljivi izvori energije doprinose očuvanju okoliša, dakako, nisu niti oni u potpunosti čisti. Osobito biomasa, koja prilikom sagorjevanja ispušta CO<sub>2</sub>. Trenutna tehnološka razvijenost ne omogućuje nam potpuno oslanjanje na obnovljive izvore energije, ali predviđanja vode ka tome da će se povećati njihovo korištenje u bližoj budućnosti. Najznačajniji obnovljivi izvori energije su: energija vjetra, energija Sunca, bioenergija, energija vode.

Živimo u svijetu u kojem osjećamo kao da dovoljno ne iskorištavamo jeftinu i lako dostupnu energiju. Nema sumnje da migracija u obnovljive izvore energije dolazi kao kratkoročan trošak.

Ideje koje predstavljaju najveće obećanje je geotermalna energija i koncentrirana solarna energija, koje zaostaju mnogo desetljeća, dok je npr. energija vjetra stekla prednost u samom početku. [22]

## **SUMMARY**

Topic of the final work is “ Renewable energy sources”.

In my work I talk about the importance of renewable energy for the Earth itself , as it will be non-renewable energy sources eventually deplete and become inaccessible to all residents of the country .

Renewable energy sources contribute to environmental protection , of course , they are neither completely clean . Especially biomass , which emits CO<sub>2</sub> during combustion .

Current technology development does not allow us to rely entirely on renewable energy sources , or predictions lead to that will increase their use in the near future . The most important renewable energy sources are : wind energy , solar energy, bio-energy , water energy.

In particular, some of the technologies by which clean energy is attainable at scale today are in a kind of nascent state, and would therefore be quite pricey if implemented by the gigawatt in the level of development in which we find them today. In fact, some of the ideas that represent the greatest promise e.g., geothermal and concentrating solar power lag many decades behind others that have gotten a head start e.g., wind.

## Sadržaj:

1.UVOD.....	1
2.OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE - OPĆENITO .....	2
3.GEOTERMALNA ENERGIJA.....	5
4.ENERGIJA PLIME I OSEKE.....	6
5.ENERGIJA VALOVA.....	7
6.ŠTO JE VJETAR I KAKO NASTAJE .....	9
7.ENERGIJA VJETRA U UJEDINJENOM KRALJEVSTVU .....	10
7.1.Najveća vjetroelektrana Svijeta - Roscoe.....	12
7.2.General Electric - vjetroagregat .....	13
8.VJETROELEKTRANE U HRVATSKOJ.....	14
9.SUNČEVA ENERGIJA .....	19
9.1.Grijanje, hlađenje i ventilacija.....	20
9.2.Sunčev bazen.....	21
9.3.Sunčeva vozila .....	23
9.4.Metode spremanja energije.....	25
9.5.Razvoj, primjene i ekonomika .....	26
10.BIOMASA .....	27
10.1. Biomasa u Europi i u Hrvatskoj .....	27
10.2. Prednosti biomase.....	29
10.3. Primjer korištenja biomase: proizvodnja biogoriva .....	32
10.4. Grijanje na pelet – jeftinije od ostalih.....	33
11.ENERGIJA VODOTOKA (VODENA SNAGA) .....	35
11.1.Najveća hidroelektrana na Svijetu (Tri klanca – Kina).....	40
11.2.Utjecaj na okoliš .....	41
11.3.Erozija i sedimentacija.....	41
11.4.Poljoprivreda, industrija, poplave.....	42
11.5.Ostali efekti .....	42
12.HIDROELEKTRANE U HRVATSKOJ .....	43
12.1.Energija vode (hidroenergija).....	43
13.TOPLINSKA ENERGIJA MORA .....	45



14.UTJECAJ POJEDINIH IZVORA ENERGIJE NA OKOLIŠ.....	49
15.ENERGETSKA BUDUĆNOST.....	52
16.ZAKLJUČCI.....	54
17.LITERATURA.....	55

## 1. UVOD

Obnovljivi izvori energije sve više se smatraju jednim od ključnih čimbenika budućeg razvoja Zemlje. Glavni izvor energije još uvijek su fosilna goriva koja daju 80 – 90% energije. Najznačajnija je nafta koja se koristi oko 35%, zatim slijede ugljen i prirodni plin koji su podjednako zastupljeni. Tek 3.3% energije dobivamo preko obnovljivih izvora energija, a gotovo 8% dobiva se iz nuklearnih elektrana.

Sve više se govori o obnovljivim izvorima energije, jer znanstvenici upozoravaju na katastrofalne posljedice zbog globalnog zatopljenja i onečišćenja okoliša.

Neobnovljivi izvori energije postaju sve skuplji i s vremenom kada se iscrpe gotovo sve zalihe će postati „luksuzna roba“, ljudi su naprosto prisiljeni tražiti druge i jeftinije izvore energije.

Povećanje uporabe ovakvih izvora energije zasigurno će promijeniti energetske navike građana. Predviđa se kako bi njihova primjena mogla pridonjeti ne samo klimatskim promjenama i očuvanju okoliša već bi mogli postati i posao budućnosti.

Procjena EU je da će u 2020. godini na tehnologijama obnovljivih izvora energije biti zaposleno više radnika nego u automobilskoj industriji.

Obnovljivi izvori energije su izvori energije koji se dobivaju iz prirode te se mogu obnavljati; danas se sve više koriste zbog svoje neškodljivosti prema okolišu. Najčešće se koriste energije vjetra, sunca i vode.

U posljednjih nekoliko godina pojavilo se više utjecaja čije je kombiniranje dovelo do povećanog zanimanja za proizvodnju iz obnovljivih izvora energije - smanjenje emisije CO<sub>2</sub>, programi energetske učinkovitosti ili racionalnog korištenja energije.

Utjecaj na okoliš jedan je od značajnih faktora u razmatranju priključenja novih proizvodnih objekata na mrežu.

Razvoj obnovljivih izvora energije doprinosi stabilizaciji klime, povećava se sigurnost pri opskrbi energijom, otvaraju se nova radna mjesta, raste gospodarstvo. U 2007. godini zaposleno je oko 9 milijuna ljudi, 2008. g. investirano je 110 milijardi eura, a do 2030. g. očekuje se zaposlenje oko 37 milijuna ljudi.

## 2. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE - OPĆENITO

Obnovljivi izvori energije u hrvatskom se Zakonu o energiji definiraju kao: „izvori energije koji su sačuvani u prirodi i obnavljaju se u cijelosti ili djelomično, posebno energija vodotoka, vjetra, neakumulirana sunčeva energija, biodizel, biomasa, bioplin, geotermalna energija itd.”

Obnovljivi izvori energije su:

- kinetička energija vjetra (energija vjetra)
- Sunčeva energija
- biomasa
- toplinska energija Zemljine unutrašnjosti i vrući izvori (geotermalna energija)
- potencijalna energija vodotoka (vodne snage)
- potencijalna energija plime i oseke i morskih valova
- toplinska energija mora

Republika Hrvatska se, kao članica Europske unije, obvezala na prihvaćanje europskog klimatsko-energetskog paketa koji podrazumijeva i Direktivu 2009/28/EZ o poticanju uporabe energije iz obnovljivih izvora. Prihvaćanjem direktive, Hrvatska je preuzela obvezu povećanja uporabe energije iz obnovljivih izvora, pri čemu bi u 2020. godini udio energije iz obnovljivih izvora u bruto neposrednoj potrošnji trebao iznositi najmanje 20%, promatrano na razini EU.

Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske kao razvojnu smjernicu navodi smanjenje uporabe električne energije za toplinske potrebe te, između ostalog, postavlja cilj od 0,225 m<sup>2</sup> sunčevih toplinskih kolektora po stanovniku u 2020. godini. U svrhu poticanja razvoja i korištenja obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj, izađeni su programi sufinanciranja nabave takvih sustava od strane Fonda za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost te sustav poticanja proizvodnje električne energije putem povlaštenih otkupnih cijena (tzv. „feed in“ tarifni sustav).

Iako je primarni cilj ovog javnog poziva uvođenje sunčevih toplinskih sustava u kampove, to ne isključuje poticanje uporabe sunčeve energije i turističkim objektima, posebice malim hotelima i turističkim naseljima. Investicija u solarne sustave kampovima se isplati već nakon 5-6 godina, s obzirom na režim korištenja potrošne tople vode.

Zahvaljujući zagrijavanju potrošne tople vode uz pomoć sunca, smanjuje se potrošnja drugih energenata za zagrijavanje, a subvencije od 40-80% koje nudi Fond, čine takvu

investiciju izuzetno povoljnom, odnosno skraćuju rok povrata uložениh sredstava na svega 2-3 godine.

- Imajući u vidu viši stupanj luksuza kojeg hoteli trebaju nuditi svojim gostima da bi ih zadržali i željeno produljenje turističke sezone, u hotelima će stoga dodatno potiču i centralizirani sustavi grijanja i hlađenja te kogeneracije. [1]

Obnovljive izvore energije možemo podijeliti u dvije glavne kategorije: tradicionalne obnovljive izvore energije poput biomase i velikih hidroelektrana, te na takozvane "nove obnovljive izvore energije" poput energije Sunca, energije vjetra, geotermalne energije itd.

Iz obnovljivih izvora energije dobiva se 18% ukupne svjetske energije, ali je većina od toga energija dobivena tradicionalnim iskorištavanjem biomase za kuhanje i grijanje (13 od 18%).

Od velikih hidroelektrana dobiva se dodatnih tri posto energije. Prema tome, kad izuzmemo tradicionalne obnovljive izvore energije jednostavno je uračunati da takozvani "novi izvori energije" proizvode samo 2,4% ukupne svjetske energije. 1,3% otpada na instalacije za grijanje vode, 0,8% na proizvodnju električne energije i 0,3% na biogoriva. Taj udio u budućnosti treba znatno povećati jer neobnovljivih izvora energije ima sve manje, a i njihov štetni utjecaj sve je izraženiji u zadnjih nekoliko desetljeća.

Sunce isporučuje Zemlji 15 tisuća puta više energije nego što čovječanstvo u sadašnjoj fazi uspijeva potrošiti, ali usprkos tome neki ljudi na Zemlji se smrzavaju. Iz toga se vidi da se obnovljivi izvori mogu i moraju početi bolje iskorištavati i da ne trebamo brinuti za energiju nakon nakon fosilnih goriva.



Slika 1. Simboličan prikaz presjeka zemljine kore

Razvoj obnovljivih izvora energije (osobito od vjetra, vode, sunca i biomase) važan je zbog nekoliko razloga:

- obnovljivi izvori energije imaju vrlo važnu ulogu u smanjenju emisije ugljičnog dioksida ( $\text{CO}_2$ ) u atmosferu. Smanjenje emisije  $\text{CO}_2$  u atmosferu je politika Europske unije, pa se može očekivati da će i Hrvatska morati prihvatiti tu politiku.
- povećanje udjela obnovljivih izvora energije povećava energetske održivosti sustava. Također pomaže u poboljšavanju sigurnosti dostave energije na način da smanjuje ovisnost o uvozu energetskih sirovina i električne energije.
- očekuje se da će obnovljivi izvori energije postati ekonomski konkurentni konvencionalnim izvorima energije u srednjem do dugom razdoblju.

Nekoliko tehnologija, osobito energija vjetra, male hidrocentrale, energija iz biomase i sunčeva energija, su ekonomski konkurentne. Ostale tehnologije su ovisne o potražnji na tržištu da bi postale ekonomski isplative u odnosu na klasične izvore energije. Proces prihvaćanja novih tehnologija vrlo je spor i uvijek izgleda kao da nam izmiče za samo malo.

Glavni problem za instalaciju novih postrojenja je početna cijena. To diže cijenu dobivene energije u prvih nekoliko godina na razinu potpune neisplativosti u odnosu na ostale komercijalno dostupne izvore energije. Veliki udio u proizvodnji energije iz obnovljivih izvora rezultat je ekološke osviještenosti stanovništva, koje usprkos početnoj ekonomskoj neisplativosti instalira postrojenja za proizvodnju "čiste" energije.

Dodatno, države Europske unije (EU) zadale su si još jedan ambiciozan cilj da povećaju udio obnovljivih izvora energije 20% cjelokupne potrošnje energije u EU do 2020 godine. Zbog trenutne financijske krize u kojoj su se našle najveće države u Europskoj uniji, vjerojatno je da plan neće biti proveden u potpunosti.

- Najzanimljiviji obnovljivi izvori energije (energija vjetra, energija Sunca, energija vode i bioenergija). Sunčeva radijacija glavni je pokretač većine obnovljivih izvora energije, ali ima i nekoliko izvora koji ne potječu od nje. To su geotermalna energija i energija koju možemo dobiti od plime i oseke.[2]

### **3. GEOTERMALNA ENERGIJA**

Geotermalna energija odnosi se na korištenje topline unutrašnjosti Zemlje. Da bi se ta energija iskoristila, razvijene su mnoge tehnologije, ali pojednostavljeno možemo izdvojiti dva osnovna načina: izravno i neizravno.

Izravno korištenje znači korištenje vruće vode koja izbija (ili se ispumpa) iz podzemlja. Ono može biti raznoliko: od korištenja u toplicama, za grijanje kuća ili staklenika, za pojedine postupke u industriji (npr. pasterizacija mlijeka).

Indirektno korištenje geotermalne energije znači dobivanje električne struje. Ovdje se princip rada ne razlikuje bitno od klasičnih termoelektrana na ugljen ili mazut - razlika je samo u načinu na koji se dobiva vodena para. Ovisno o temperaturi vode (ili pare) u podzemlju razvijeno je nekoliko različitih tehnologija.

- Prednost ovog izvora energije je to da je jeftin, stabilan i trajan izvor, nema potrebe za gorivom, u pravilu nema štetnih emisija, osim vodene pare, ali ponekad mogu biti i drugi plinovi. Slabosti proizlaze iz činjenice da je malo mjesta na Zemlji gdje se vrela voda u podzemlju ne nalazi na prevelikoj dubini - takva područja, tzv. geotermalne zone vezane su uz vulkanizam ili granice litosfernih ploča. Kako su to često i potresna područja sama gradnja postrojenja zahtijeva povećane troškove. Često su udaljena od naseljenih područja, pa se stvaraju

troškovi prijenosa energije, a ponekad su zaštićena pa gradnja nije dopuštena (npr. NP Yellowstone). Među zemljama koje prednjače su SAD, Filipini, Meksiko, Japan. [2]



Slika 2. Prikaz korištenja geotermalne energije u kućanstvu

#### 4. ENERGIJA PLIME I OSEKE

Energija plime i oseke dolazi od gravitacijskih sila Sunca i Mjeseca. Za sad još nema većih komercijalnih dosegâ na eksploataciji te energije, ali potencijal nije mali. Ta se energija može dobivati tamo gdje su morske mijene izrazito naglašene (npr. ima mjesta gdje je razlika između plime i oseke veća od 10 metara).

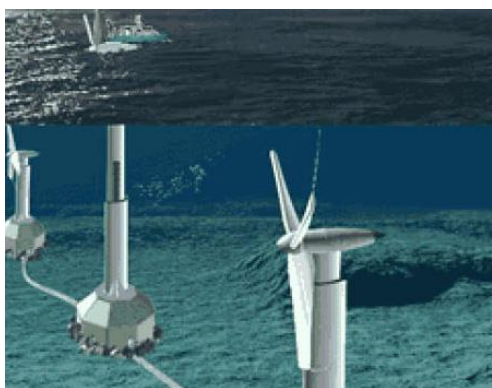
Princip je jednostavan i vrlo je sličan principu hidroelektrane. Na ulazu u neki zaljev postavi se brana i kad se razina vode digne propušta se preko turbine u zaljev.

Kad se zaljev napuni brana se zatvara i čeka se da razina vode padne. Tad se voda po istom principu propušta van iz zaljeva. U jednostavnijem slučaju voda se propušta kroz turbine samo u jednom smjeru i u tom slučaju turbine su jednostavnije (jednosmjerne, a ne dvosmjerne).

Glavni problemi kod takvog iskorištavanja energije plime i oseke su nestalnost (treba čekati da se razina vode digne dovoljno, ili da padne dovoljno) i mali broj mjesta pogodnih za iskorištavanje takvog oblika energije.

Najpoznatija je elektrana na ušću rijeke Rance u Francuskoj izgrađena 1960-ih koja još uvijek radi. Rusija je izgradila malu elektranu kod Murmanska, Kanada u zaljevu Fundy, Kina nekoliko elektrana, ali niti jedna od tih zemalja nije ostvarila značajan napredak.

- Alternativni način korištenja odnosi se na lokaciju elektrana u morskim tjesnacima gdje se zbog kanaliziranja plimnog vala povećava njegova energija, a da pogon generatora koristile bi se podvodne turbine slične kao kod vjetroelektrana. Na isti način nastoji se iskoristiti i energija morskih struja, ali je ta tehnologija još u povojima. [2]



Slika 3. Prikaz elektrane koja radi na principu plime i oseke

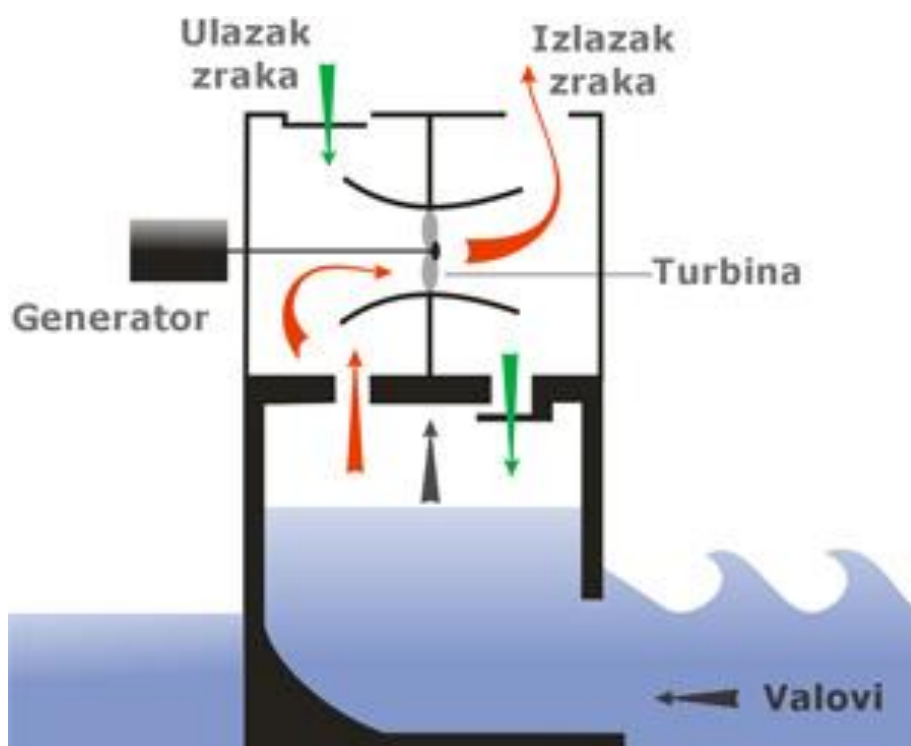
## 5. ENERGIJA VALOVA

Energija valova je oblik transformirane Sunčeve energije koja stvara stalne vjetrove na nekim dijelovima Zemlje. Ti vjetrovi uzrokuju stalnu valovitost na određenim područjima i to su mjesta na kojima je moguće iskorištavanje njihove energije.

Veliki problem kod takvog iskorištavanja energije je da elektrane treba graditi na pučini jer u blizini obale valovi slabe. To znatno povećava cijenu gradnje, ali nastaju i problemi prijenosa te energije do korisnika. Rezultati u trenutnoj fazi dospjeli su tek do prototipova i demonstracijskih uređaja.



- Amplituda valova mora biti velika da bi pretvorba bila učinkovitija. [2]

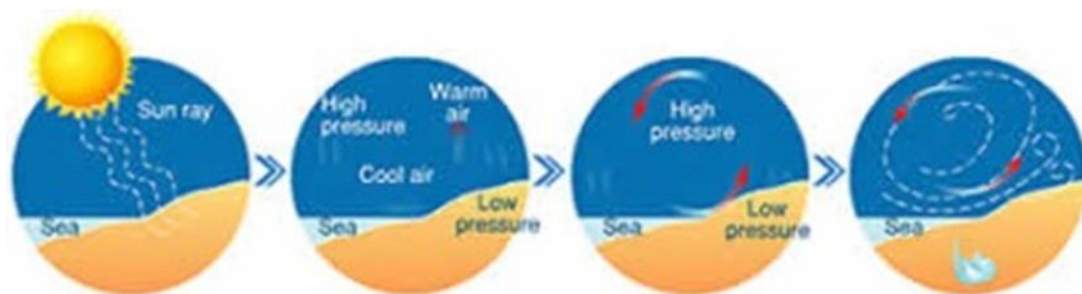


Slika 4. Slikoviti prikaz elektrane koja se pokreće pomoću valova

## 6. ŠTO JE VJETAR I KAKO NASTAJE

Vjetar najjednostavnije možemo opisati kao strujanje zračnih masa koje nastaje uslijed razlike temperatura odnosno tlakova. Strujanjem zraka dolazi do trenja, odnosno gubitka kinetičke energije u doticaju sa čvrstom podlogom, što rezultira razlikama u brzini strujanja u prostoru i vremenu.

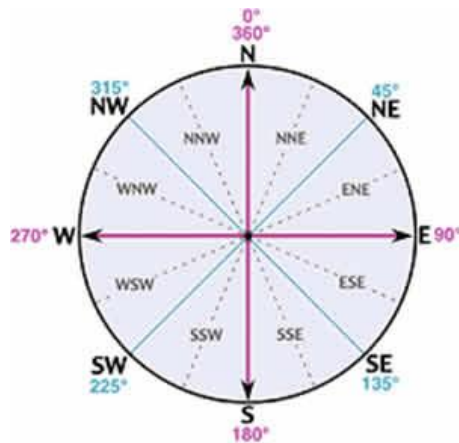
Uslijed nejednolikog zagrijavanja Zemljine površine dolazi do zagrijavanja zračnih masa. Topli zrak uzdiže se na desetak kilometara u ekvatorijalnom pojasu, te se usmjerava prema polovima i zakreće pod utjecajem Zemljine rotacije, odnosno Coriolisove sile. Hladni zrak popunjava nastale praznine i na taj način uzrokuje stalne vjetrove.



Slika 5. Slikoviti prikaz nastajanja vjetra

Lokalni vjetrovi nastaju zbog globalne raspodjele tlaka i putujućih cirkulacijskih sustava, odnosno, uvelike ovise o topografskom i geografskom obilježju kao što su: drveće, zgrade, jezera, more, planine i kotline.

Vjetar se najčešće opisuje dvjema jednostavnim komponentama: smjerom i jačinom. Za određivanje smjera koristi se vjetrovulja, a označavamo ga stranom svijeta sa koje dolazi.



Slika 6. Ruža vjetrova

Jačinu vjetra određujemo anemometrom ili pomoću Beaufortove ljestvice, oznakama od 0 do 12, gdje 0 označava brzinu vjetra od 0-14 km/h, a 12 označava orkanski vjetra jači od 154, 8 km/h.[3]

## 7. ENERGIJA VJETRA U UJEDINJENOM KRALJEVSTVU

Energija vjetra je najbrže rastući obnovljivi izvor energije na svijetu, ali to ne znači da u industriji energije sve ide glatko i da nema ozbiljnijih problema. Kao i svi ostali izvori energije tako i energija vjetra ima i pozitivne i negativne strane. Prema nedavnom detaljnom istraživanju onshore elektrana na vjetar u Ujedinjenom Kraljevstvu najveći problem tih elektrana je efikasnost – to rezultira još manjom kompetitivnošću u odnosu na tradicionalna fosilna goriva.

Prema spomenutom istraživanju više od 20 elektrana na vjetar u Ujedinjenom Kraljevstvu proizvodi manje od petine maksimalne moguće proizvodnje, a dvije elektrane na vjetar proizvode manje od 10% u odnosu na mogući maksimum. Čak je i najveća elektrana na vjetar u zemlji - The High Volts 2, Co Durham – prilikom zadnjeg mjerenja postigla samo

18,7% od moguće maksimalne efikasnosti. Prihvatljiva norma za farme vjetrenjača odnosno elektrane na vjetar je između 25% i 30%.

Ovakvi rezultati daju vjetar u leđa ljudima koji se protive energiji vjetra i koji misle da toliko mnogo vjetrenjača proizvodi premalo energije da bi bio opravdan utjecaj na okoliš i prateće vizualno zagađenje okoliša. S druge strane neki stručnjaci upozoravaju da se ovi rezultati moraju čitati s određenim oprezom jer ovi rezultati mogu znatno varirati od godine do godine i podložni su raznim faktorima.

Energija vjetra još je uvijek relativno skupa opcija u usporedbi s fosilnim gorivima, ali to nije zaustavilo razvoj industrije energije vjetra u Ujedinjenom Kraljevstvu. To je uglavnom zbog obvezujućih sistema poticaja u kojima potrošači plaćaju otprilike duplo više za energiju iz vjetrenjača u odnosu na normalnu cijenu energije.

Trenutno u Velikoj Britaniji postoji oko 250 elektrana na vjetar i trenutne brojke o efikasnosti otkrivaju da mnoge od njih rade ispod očekivanih performansi. Ovo se događa većinom zato jer se pretjeruje kod procjene potencijala energije vjetra na određenom području s ciljem dobivanja poticaja.

Iako nema dvojbe da je potrebno više energije dobivati od obnovljivih izvora energije, moramo si također postaviti pitanje je li izgradnja novih elektrana na vjetar koje rade daleko ispod očekivanih performansi pravi put za to. Velika Britanija treba imati jak sektor energije vjetra, ali izgradnja farmi vjetrenjača samo zato jer postoje dobri poticaji nije baš najbolji način da se to ostvari.[4]

## **7.1. Najveća vjetroelektrana Svijeta - Roscoe**

Trenutačno najveća kopnena vjetroelektrana na svijetu je VE Roscoe koja je dovršena 2009. godine, a nalazi se u Sjedinjenim Američkim Državama.

Vjetroelektrana Roscoe se nalazi u zapadnom dijelu Texasa. Vlasnik i operator vjetroelektrane su Njemačka tvrtka Climate and Renewables (EC&R).

VE Roscoe se rasprostire kroz četiri općine, a uglavnom se nalazi na zemlji koja se koristi za uzgajanje pamuka. Svi vjetroagregati se nalaze na zemlji od farmera koji godišnje po vjetroagregatu zarade od 5 do 15 tisuća dolara.

Ukupna snaga ove vjetroelektrane je ogromnih 781,5 MW, a sastoji se od čak 627 vjetroagregata. Proizvodi električne energije za 265.000 kućanstava u Texasu, a rasprostire se na ogromnih 400 kilometara kvadratnih, te je izgrađena u četiri faze.

Prva faza gradnje je počela u svibnju 2007., a cijela vjetroelektrana je krenula s pogonom u listopadu 2009. Stalno zaposlenih ljudi na vjetroelektrani ima čak 70. U 1. fazi je izgrađeno 209 MW, u drugoj 126,5 MW dok je u trećoj i četvrtoj izgrađeno završnih 446 MW.

Texas ima jedan od najboljih vjetropotencijala u SAD-u, a i u svijetu, te se zbog toga tamo nalazi veći broj velikih vjetroelektrana - uključujući i trenutačno drugu najveću vjetroelektranu na svijetu.

Vjetroelektrana Roscoe koristi 627 vjetroagregata koje su isporučili Mitsubishi, Siemens i General Electric, a tokom gradnje se prosječno postavljao jedan vjetroagregat dnevno.

Mitsubishi je od te brojke isporučio 209 vjetroagregata 1000A modela snage 1 MW. Ukupna investicija je 1 milijardu dolara, a samo prva faza je vrijedila 300 milijuna dolara. Ova vjetroelektrana će godišnje uštediti ispuštanje 370.000 tona CO<sub>2</sub>. [5]



Slika 7. Najveća vjetroelektrana u Svijetu – Roscoe - SAD

## **7.2. General Electric - vjetroagregat**

GE je na konferenciji Husum, u Njemačkoj, predstavio svoj novi 3,2 MW vjetroagregat koji se fokusira na srednje i niže brzine vjetra na visokorazvijenim tržištima kao što je Njemačka.

Vjetroagregat 3,2-130 ima 130 metarski rotor koji je projektiran na način da poveća godišnju proizvodnju električne energije za 20% u odnosu na svog 2,5-120 prethodnika.

GE je objavio da je ovaj vjetroagregat evolucija prethodnog 2,5 MW modela, te nudi 12% veći obuhvat lopatica i do 4.100 sati rada sa maksimalnom snagom pri brzinama od 7 m/s.

Što se tiče stupa, trenutno su dostupni 134 i 155 metarski stupovi, a planira se uvesti i 85 i 110 metarske modele za lokacije koje imaju ograničenja visine.[6]

## 8. VJETROELEKTRANE U HRVATSKOJ

Vjetroelektrane u Hrvatskoj su započele svoj razvoj još 1988., kada je Končar postavio prvi vjetroagregat u brodogradilištu Uljanik, koji se i danas tamo nalazi, no onda je razvoj istoga obustavljen.

Danas Končar ima postavljen prvi prototip svog modernog vjetroagregata na lokaciji Pometeno brdo u blizini Splita i pokušava uhvatiti korak s ostalim poznatim proizvođačima vjetroagregata.

Promatrajući karakteristike vjetra na prostoru Hrvatske, može se zaključiti da Hrvatska ima na desetke područja koja imaju zadovoljavajući vjetro potencijal za izgradnju elektrana.

Mjerenja određenih karakteristika vjetra (brzina, smjer, učestalost) pokazala su kako je za iskorištavanje energije vjetra povoljnije područje Jadrana od kontinentalnog dijela Hrvatske. Stoga su prve hrvatske vjetroelektrane izgrađene upravo na tom području.

U Hrvatskoj je trenutno 12 vjetroelektrana koje su u normalnom radu (lipanj 2014.) i koje isporučuju električnu energiju u elektroenergetski sustav Hrvatske.

Instalirana snaga svih vjetroelektrana je 280 MW, u radu je 148 vjetroagregata koji isporučuju godišnje oko 810 GWh električne struje. Za usporedbu Termoelektrana Plomin ima snagu 330 MW i isporučuje godišnje oko 2173 GWh električne struje.[7]

Postojeće vjetroelektrane:

- Vjetroelektrana Ravne 1, Pag
- Vjetroelektrana Trtar-Krtolin, Šibenik
- Vjetroelektrana Orlice, Šibenik
- Vjetroelektrana Crno brdo, Šibenik
- Vjetroelektrana Vrataruša, Senj
- Vjetroelektrana Velika Popina, Gračac
- Vjetroelektrana Bruška, Benkovac
- Vjetroelektrana Pometeno Brdo, Dugopolje
- Vjetroelektrana Ponikve, Ston
- Vjetroelektrana Jelinak, Trogir

- Vjetroelektrana Kamensko-Voštane, Trilj
- Vjetroelektrana Danilo, Šibenik

Planirane vjetroelektrane:

- Vjetroelektrana Glunča, Šibenik
- Vjetroelektrana Rudine, Slano
- Vjetroelektrana Mravinjac, Dubrovačko primorje
- Vjetroelektrana Zelengrad
- Vjetroelektrana Ogorje[7]

**Vjetroelektrana Ravne 1** podignuta je na brdu Ravne na otoku Pagu. Sustav od sedam vjetroagregata, koje je izgradila tvrtka "Adria Wind Power", pušten je u rad kao prvi komercijalni projekt korištenja energije vjetra u proizvodnji električne energije u Hrvatskoj, u kolovozu 2004.

Radi se o sedam vjetroturbina ukupne snage 5.95 MW, pojedinačne snage 850 kW. Visina stupa svake turbine iznosi 49 metara, a promjer rotora 52 metra. Srednja godišnja brzina vjetra iznosi oko 6,4 metra u sekundi.

Za realizaciju ovog projekta trebalo je punih 7 godina. Sama gradnja trajala je svega 4 mjeseca, ali pripreme su bile jako duge. Sve je počelo 1998. godine postavljanjem mjernih instrumenata za praćenje brzine i smjerova vjetra na Ravnama. Tako se ustvrdilo da je Pag pogodno područje za izgradnju vjetroelektrana, i da će sustav davati optimalne rezultate. Pokazalo se da su središnje brzine vjetra dovoljne za komercijalnu izgradnju vjetroelektrana. Izmjeren je godišnji prosjek brzine vjetra između 6 i 6.5 m/s, a ispitivanja su potvrdila da na Pagu ima oko 1600 vjetrovitih sati godišnje.

**Vjetroelektrana Crno Brdo** nalazi se u blizini Šibenika sjeverno od autoceste između izlaza Šibenik i Vrpolje, a također i u blizini dvije postojeće vjetroelektrane Trtar-Krtolin i Orlice. Vjetroelektrana je puštena u pogon tokom ljeta 2011. godine. Priključena je na distributivnu mrežu HEP-ODS-a. Sastoji se od 7 vjetroagregata Leitwind LTW77 pojedinačne snage 1,5 MW. Zbog ograničenja priključne snage na distributivnoj mreži izlazna snaga cijele vjetroelektrane je ograničena na 10 MW ukupno. Promjer lopatica



vjetroatregata je 77m, a visina stupa 80m. Investitor u vjetroatregatranu je šibenska tvrtka Tudić Elektro Centar Obnovljivi Izvori d.o.o. u suradnji sa stranim partnerima. Predviđa se godišnja proizvodnja ove vjetroatregatrane od 27 GWh.

**Vjetroatregatrana Orlice** nalazi se u blizini Šibenika odmah kod izlaza Vrpolje, te se s iste pruža sjajan pogled na uvalu Grebaštica, Šibenik i otoke Šibenskog akvatorija. Vjetroatregatrana je puštena u pogon i u proizvodnji je od ljeta 2009. godine kada je dovršena njena izgradnja. Svečano otvorenje iste upriličeno je u prosincu 2009. godine. Sastoji se od 11 Enerconovih vjetroatregata, i to 3 E-48 pojedinačne nazivne snage 800 kW i 8 E-44 pojedinačne nazivne snage 900 kW, što ukupno daje 9,6 MW instalirane snage. Promjer lopatica vjetroatregata je 48 i 44 metara, a visina osi 50 metara. Predviđena je proizvodnja vjetroatregatrane od oko 25 GWh električne energije godišnje. Investitor u vjetroatregatranu je tvrtka WPD Enersys d.o.o., koja se nalazi u vlasništvu njemačke tvrtke WPD.

**Vjetroatregatrana Vrataruša** nalazi se u blizini Senja na obroncima Velebita nedaleko Vratnika, te se s iste pruža pogled na Kvarnerske otoke. Vjetroatregatrana je izgrađena još 2009. godine, ali je dobila sve dozvole i u punom pogonu je od siječnja 2011. godine zbog dugog perioda probnog pogona. To je ujedno i prva vjetroatregatrana u Hrvatskoj priključena na prijenosnu mrežu, na 110kV. Isto tako je trenutno i najveća hrvatska vjetroatregatrana sa ukupno instaliranih 42 MW. Sastoji se od 14 Vestasovih vjetroatregata V90 pojedinačne nazivne snage 3 MW. Promjer lopatica vjetroatregata je 90 metara, a visina osi 80 metara. Investitor u vjetroatregatranu je tvrtka Valalta d.o.o. u suradnji s njemačkim partnerima.

**Vjetroatregatrana Velika Popina** nalazi se na području općine Gračac, a u pogon je puštena u siječnju 2011. Vjetroatregatrana se sastoji od 4Siemensova SWT 93 2.3 MW vjetroatregata, čime joj ukupna snaga iznosi 9.2 MW. Predviđena je godišnja proizvodnja od 26 000 MWh električne energije. Prema navodima iz Dalekovoda ukupna investicija iznosila je 16 milijuna eura.

**Vjetroatregatrana Bruška** u registru projekata OIEKPP, ali i u svim ostalim dokumentima (Ugovor o otkupu električne energije, Rješenje o statusu povlaštenog proizvođača električne energije) se vodi kao dvije vjetroatregatrane - VE ZD2 i VE ZD3,

svaka snage 18MW, ukupno 36MW. Nalazi se u blizini mjesta Bruška, sjeveroistočno od Benkovca. Status povlaštenog proizvođača električne energije ova vjetroelektrana dobila je 14. veljače 2012. godine, a priključena je na prijenosnu mrežu HEP-OPS-a. Sastoji se od 16 vjetroagregata Siemens SWT-93 pojedinačne snage 2,3MW, što ukupno čini 36,8MW. Promjer lopatica vjetroagregata je 93m.

**Vjetroelektrana Pometeno Brdo** projekt je na kojem su po prvi puta korišteni vjetroagregati koji su proizvedeni i dizajnirani u Hrvatskoj. Zaslužan za to je Končar koji je 2004. godine počeo sa razvojem svojega vjetroagregata, a nešto kasnije i sa razvojem projekta vjetroelektrane na kojoj će iste te vjetroagregate i primijeniti. Prvi prototip vjetroagregata snage 1 MW, KO-VA57/1 postavljen je 2008. godine. 2011. godine postavljeno je još 5 vjetroagregata istoga tipa, a 2012. i dodatnih 9 vjetroagregata - ukupno 15 vjetroagregata sa snagom od 15 MW. 2012. je također postavljen i jedan novi prototip vjetroagregata, K80 snage 2,5 MW. Od 1.1.2013. vjetroelektrana Pometeno Brdo radi svojim punim predviđenim kapacitetom sa ukupno instaliranih 16 vjetroagregata i 17,5 MW.

**Vjetroelektrana Ponikve** se nalazi na poluotoku Pelješcu, u mjestu Ponikve kraj Stona i prva je vjetroelektrana sagrađena u Dubrovačko-neretvanskoj županiji. VE Ponikve je svečano otvorena 17. svibnja 2013. Vjetroelektrana Ponikve ima instaliranu snagu 36.8 MW, a koristi 16 Enerconovih E - 70 vjetroagregata snage 2.3 MW. Devet od tih vjetroagregata je na visini osi od 64 metra, a sedam na 85 metara. Promjer rotora iznosi 70 metara. Cjelokupna investicija iznosila je 46 milijuna eura. Godišnja proizvodnja njezinih 16 vjetroagregata može zadovoljiti potrebe za 26 tisuća kućanstava. [19]

**Vjetroelektrana Jelinak** je prva vjetroelektrana koju je u Hrvatskoj izgradila španjolska tvrtka Acciona. Acciona je ujedno i investitor u vjetroelektranu, ali i proizvođač i isporučitelj vjetroagregata. Tako se VE Jelinak sastoji od 20 vjetroagregata pojedinačne nazivne snage 1,5MW, ukupno 30MW instalirane snage. Vjetroelektrana se nalazi u Splitsko-dalmatinskoj županiji na području općina Marina i Seget, te bi godišnje trebala proizvoditi 81 milijun kWh električne energije, što je dovoljno za opskrbu 30.000 kućanstava. Godišnja ušteda CO<sub>2</sub> bi pak trebala iznositi 77.841 tonu.

**Vjetroelektrana Kamensko-Voštane** je izgrađena na području Grada Trilja u Splitsko-dalmatinskoj županiji. 15. srpnja 2013. Predsjednik Republike Hrvatske Ivo Josipović je uz prigodnu svečanost u pogon pustio vjetroelektranu Kamensko (ST1-2) snage 20 MW s pripadajućom trafostanicom Voštane 20/110 kV i priključnim dalekovodom  $2 \times 110$  kV. Na istu trafostanicu također je već spojena i vjetroelektrana Voštane (ST1-1) snage 20 MW, koja je uspješno prošla tehnički pregled, pa se također očekuje njezino skoro puštanje u pogon (kolovoz 2013.). Očekuje se da će, kada i druga vjetroelektrana bude bila puštena u trajni pogon, njihova ukupna proizvodnja iznositi 114 GW h električne energije godišnje, što bi trebalo zadovoljiti potrebe za oko 38 000 kućanstava.

**Vjetroelektrana Danilo** ili VE Danilo je vjetroelektrana izgrađena u blizini sela Danilo u Šibensko-kninskoj županiji. VE Danilo se nalazi oko 15 kilometara od obale Jadranskog mora i grada Šibenika. Svih 19 vjetroagregata ENERCON E-82 (svaki pojedinačne snage 2.3 MW), s ukupnom instaliranom snagom od 43.7 MW, proizvodit će oko 100 GWh električne energije godišnje, te obnovljivom energijom opskrbljivati oko 22 000 kućanstava u Hrvatskoj. Nakon službenog završetka testiranja pogona vjetroelektrane Danilo (Velika Glava, Bubrig i Crni Vrh), vjetroelektrana je puštena se u rad 7. lipnja 2014.[7]



Slika 8. Prikaz nekoliko vjetroelektrana u Hrvatskoj



Slika 9. Vjetroelektrana Danilo

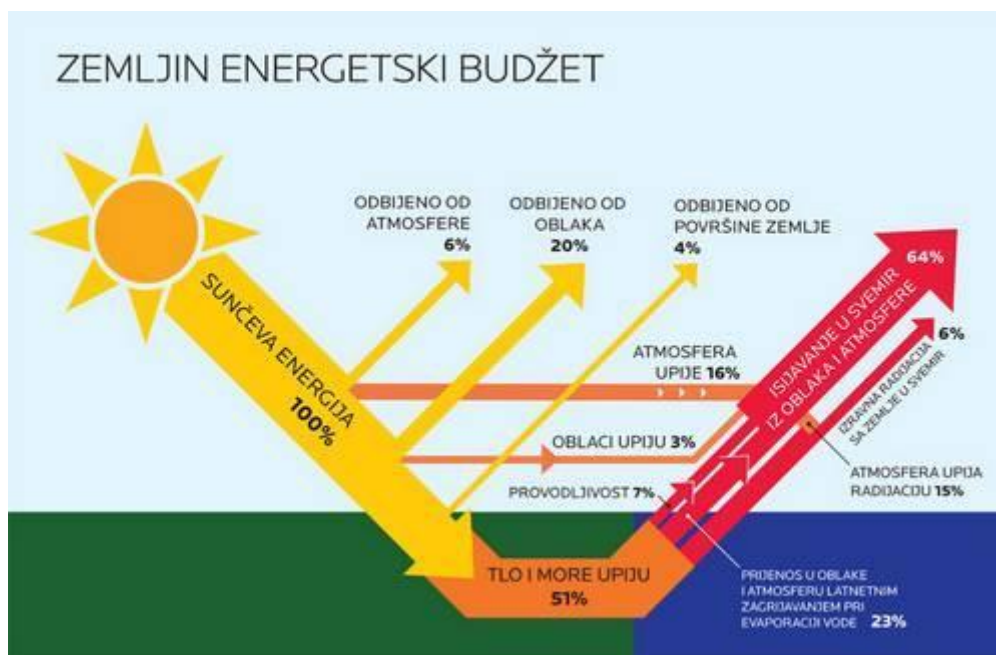
## 9. SUNČEVA ENERGIJA

Potencijalno najveći izvor obnovljive energije je Sunce, užarena plinovita kugla čije zračenje dolazi na Zemlju. Sunčeva energija je sigurna, neprekidna i najmanje štetna za okoliš. Temelj je života na Zemlji i stalni pratilac razvoja ljudskog roda. [9]

Sunčeva energija je zračenje svjetlosti i topline sa Sunca koju ljudi koriste od drevne povijesti upotrebom raznih neprestano napredujućih tehnologija. Sunčevo zračenje skupa sa sekundarnim sunčevim izvorima kao što su energija vjetra i energija valova, hidroenergija i biomasa zajedno čine većinu raspoložive obnovljive energije na Zemlji. Upotrebljava se samo neznatan dio raspoložive sunčeve energije.

Sunčeva energija omogućuje proizvodnju pomoću toplinskih strojeva ili fotonaponski. Jednom proizvedena njene primjene ograničava samo ljudska mašta. Dio popisa primjene sunca uključuje grijanje i hlađenje prostora u sunčevoj gradnji, pitku vodu destilacijom i dezinfekcijom, rasvjetu, sunčevu toplu vodu, toplinu za sunčevo kuhanje, visokotemperaturnu industrijsku vodu.

Sunčeve tehnologije široko se karakteriziraju kao ili pasivna sunčeva ili aktivna sunčeva, ovisno o načinu prikupljanja, pretvaranja i raspoređivanja sunčeve svjetlosti. Aktivne sunčeve tehnike uključuju primjenu fotonaponskih ploča i sunčeva toplina kolektora (s električnom ili mehaničkom opremom) kako bi se sunčeva svjetlost pretvorila u iskoristive proizvode. Pasivne sunčeve tehnike uključuju orijentaciju zgrada prema suncu, odabir materijala s povoljnim svojstvima termalna masa ili svjetlosnim svojstvima raspršenja, te oblikovanjem prostora u kojima zrak prirodno kruži prirodno kruženje zraka.[10]



Slika 10. Prikaz insolacije i distribucije sunčeve energije

### 9.1. Grijanje, hlađenje i ventilacija

U SAD, sustavi za grijanje, ventilaciju i klimatizaciju zraka potroše više od 30 % (4,65 EJ) energije upotrijebljene u komercijalnim građevinama i blizu 50 % (10,1 EJ)

energije potrošene u stambenim zgradama. Tehnologije sunčeva grijanja, hlađenja i ventilacije mogu se upotrijebiti za smanjenje udjela ove potrošene energije.

Termalna masa, u najopćenitijem smislu, je bilo koji materijal koji ima sposobnost očuvanja topline. U kontekstu sunčeve energije, materijali termalne mase rabe se za pohranjivanje topline sa Sunca. Ovi materijali onemogućuju pregrijavanje unutrašnjosti tijekom dana i zrače svoju pohranjenu toplinu hladnijoj atmosferi noću. Obični materijali termalne mase uključuju kamen, cement i vodu. Dimenzije i smještaj termalne mase trebale bi uzimati u obzir nekoliko čimbenika kao klimu, vrijeme danjeg svjetla i zasjenjenost. Ovi materijali povijesno su upotrebljavani u suhim ili toplim temperaturnim područjima za održanje građevina hladnima, ali također mogu biti upotrijebljeni u hladnim područjima da održe građevine toplima. Kad se pravilno upotrebi termalna masa može pasivno održati temperature ugodnima bez potrošnje energije.

Listopadna stabla i biljke mogu se upotrebljavati za zagrijavanje i hlađenje. Kad su zasađena na južnoj strani građevine, lišće stvara sjenu tijekom ljeta dok gole grane tijekom zime omogućuju nesmetan dotok svjetlosti i topline. Voda sadržana u stablima također će pomoći u prilagođavanju temperature. [10]

## 9.2. Sunčev bazen



Slika 11. Sunčev bazen Pustinja Atakama, Južna Amerika

- Sunčev uzlazni toranj (također poznat kao sunčev dimnjak ili sunčev toranj) sastoji se od velikog staklenika koji se sužava prema tornju u središtu. Kako sunce obasjava staklenik zrak unutar staklenika grije se i širi. Kako se zrak širi kreće se prema tornju u središtu gdje turbina pretvara strujanje zraka u električnu energiju. Prototip snage

50 kW konstruiran je u Coudad Realu u Španjolskoj i radio je osam godina prije nego je otpisan 1989. godine.

- Termoelektrični uređaji pretvaraju toplinsku razliku među različitim metalima u električni tok među ovim metalima. Pionir sunčeve energije Mouchout zamislio je upotrebu termoelektričnog učinka kao spremnika sunčeve energije za naknadnu upotrebu, u svakom slučaju, pokusi u ovom smjeru ostali su na razini primitivnih uređaja.
- Fotoelektrokemijske ćelije (Photoelectrochemical cells, PECs) posebna su vrsta solarnih ćelija. Svaka ćelija sastoji se od poluvodičke fotoanode i metalne katode uronjene u elektrolit. Neke fotoelektrokemijske ćelije proizvode električnu energiju dok druge proizvode vodik u procesu jednakom elektrolizi vode. Gräzel ili pigment-osjetljive sunčeve ćelije predstavnici su ove tehnologije.

Sunčev bazen ispunjen je slanom vodom (obično 1–2 m dubok) koji prikuplja i pohranjuje sunčevu energiju. Sunčeve bazene prvi je predložio dr. Rudolph Bloch 1948. godine nakon što je vidio izvješće o jezeru u Mađarskoj u kojem se temperatura povećavala s dubinom. Za ovaj učinak odgovorna je sol u jezeru, tj. njen "gradijent gustoće" koji je spriječio konvekcionalna strujanja. Prototip je konstruiran 1958. godine na obalama Mrtvog mora u blizini Jeruzalema.

Bazen su činili slojevi vode koji su idući od vrha prema dnu bili sve slaniji. Ovaj sunčev bazen mogao je proizvesti temperature od 90 °C na dnu i sunčevu energiju je pretvarao u električnu s učinkovitošću od dva posto.

Termoelektricitet ili "termonaponski" uređaji pretvaraju temperaturnu razliku između različitih materijala u električnu struju. Začetnik sunčane tehnologije Michout u 19. stoljeću metodu predlaže za pohranjivanje sunčeve energije, termoelektricitet ponovno se pojavljuje tijekom 1930.-ih u Sovjetskom Savezu.

Pod vodstvom sovjetskog znanstvenika Abrama Ioffea upotrebljen je sažeti termoelektrični sustav kako bi se dobio motor snage 1 ks. Termogeneratori kasnije su upotrebljavani u američkom svemirskom programu kao tehnologija za pretvorbu koja je strujom opskrbljivala svemirske misije kao što su Cassini, Galileo i Viking. Istraživanja u ovom području usmjerena su na podizanje učinkovitosti s 7–8% na 15–20%. [10]

### 9.3. Sunčeva vozila

Razvoj praktičnog **automobila** na sunčev pogon inženjerski je cilj od 1980-ih. Središte ovog razvoja je utrka *World Solar Challenge*. Utrka koja se održava svake dvije godine i u kojoj se ekipe sveučilišta i entuzijasta natječu kroz središnju Australiju od Darwina do Adelaide (3021 km).

Godine 1987. kad je održana prva utrka pobjednikova srednja brzina iznosila je 67km/h. Utrka 2007. postavila je nov izazov pred konstruktore zahtjevom za uspravnim sjedištem što bi, s manjim promjenama, mogao biti praktičan način održivog prijevoza. Pobjednik je postigao srednju brzinu od 90.87km/h.

Neka vozila imaju sunčeve ploče za dodatno napajanje, primjerice, rashladnog sustava kako bi unutrašnjost održali hladnom, a ipak smanjili potrošnju goriva.



Slika 12. Automobil koji pokreće solarna energija

Prvo praktično sunčevo **plovilo** konstruirano je u Engleskoj 1975. godine.

Do 1995. **putnički brodovi** s fotonaponskim pločama (panelima) počeli su se pojavljivati da bi danas bili u širokoj upotrebi. Kenichi Horie prvi je na sunčev pogon 1996. godine prešao Atlantski ocean, a prvo plovilo na isključivo sunčev pogon koje je ikad prešlo Atlantik bio je katamaran Sun21 zimi 2006.–2007. godine. Postojali su planovi o oplovljavanju svijeta na sunčev pogon 2010. godine.

**Letjelica bez ljudske posade AstroFlight Sunrise** prvi put je letjela 1974. godine. Prva letjelica s ljudskom posadom Solar Riser poletjela je 29. travnja 1979. godine i postigla visinu od 12 m. Prvi let s ljudskom posadom pogonjen isključivo fotonaponski ostvario



je Gossamer Penguin 1980. godine. Ubrzo nakon toga u srpnju 1981. godine Solar Challenger preletio je Engleski kanal.

Razvoj se nakon toga ponovno usmjerio prema bespilotnim letjelicama s Pathfinder 1997. godine i letjelicama koje su uslijedile što je kulminiralo u Helios koji je postavio visinski rekord za letjelice nepogonjene raketnim motorom na 29524 m.

Zephyr razvijen u BAE Systems posljednja je letjelica rekorder na sunčev pogon, rekord je postavljen 54 satnim letom 2007. godine, zamišljeni su i jednomjesečni letovi do 2010. godine. [10]



Slika 13. Helios (grč. Sunce) bespilotna letjelica pri letu na sunčev pogon.

**Sunčev balon** je crni balon ispunjen običnim zrakom. Dok sunce obasjava balon unutrašnji zrak se grije i širi uzrokujući silu uzgona, vrlo slično kao umjetno grijani zrak u balonima na vrući zrak. Neki sunčevi baloni dovoljno su veliki za let čovjeka, ali upotreba je ograničena na tržište igračaka jer je omjer površine i korisnog tereta prilično slab. [10]

**Sunčeva jedrilica** predloženi je oblik pogona svemirskih brodova primjenom velikih membranskih zrcala. Pritisak sunčeva zračenja je malen i pada s kvadratom udaljenosti od sunca, ali za razliku od raketa, solarno jedro ne treba gorivo.

Iako je potisak u odnosu na rakete malen nastavlja se tako dugo dok sunce sija i dok je jedro upotrebljivo pa se u svemirskom vakuumu gdje nema otpora mogu postići značajne brzine. [10]

**Zračni brod** za velike visine vozilo je bez ljudske posade za duge letove lakše od zraka koje rabi helij za uzdizanje i sunčeve ćelije na tankom filmu za pogon.

Ministarstvo obrane Sjedinjenih država Agencija za obranu od projektila (engl. *United States Department of Defense Missile Defense Agency*) ugovorilo je s tvrtkom *Lockheed Martin* poboljšanje zračnog broda kako bi poboljšali Sustav za obranu od balističkih projektila (engl. *Ballistic Missile Defense System*). Zračni brodovi imaju neke prednosti pri letu uz pomoć sunca: ne trebaju energiju za ostanak u zraku te oblik zračnog broda predstavlja veliku površinu suncu. [10]

#### **9.4. Metode spremanja energije**

Sunčeva energija nije raspoloživa tijekom noći pa je pohranjivanje energije važna stavka jer moderni sustavi obično podrazumijevaju neprekidnu opskrbu energijom.

Sustavi termalne mase mogu sunčevu energiju pohranjivati u obliku topline za upotrebu u kućanstvima za kratka ili duga razdoblja (dnevno i sezonsko pohranjivanje energije). Sustavi za pohranjivanje topline uglavnom rabe već dostupne materijale s visokim specifičnim toplinskim kapacitetom kao što su voda, zemlja i kamen.

Dobro dizajnirani sustavi mogu smanjiti opterećenje i pomaknuti vrijeme najviših opterećenja na vrijeme s niskim opterećenjima te smanjiti ukupne potrebe za grijanjem i hlađenjem.

Materijali koji mijenjaju faze kao što su parafinski vosak i Glauberova sol drugi su oblik pohranjivanja toplinske energije.

Ovi materijali su jeftini, već raspoloživi, a mogu dati temperature upotrebljive u kućanstvima (otprilike 64 °C). "Dover House" (u Doveru, Massachusetts) prva je kuća u koju je ugrađen sustav grijanja Glauberovom solju 1948. godine.

Sunčeva energija može se pohranjivati pri visokim temperaturama upotrebom rastopljenih soli.

Soli su učinkovit materijal za pohranjivanje jer su jeftine, imaju visok specifični toplinski kapacitet, a toplina koju mogu dati usporediva je s konvencionalnim energetske sustavima. Projekt Solar Two rabio je ovu metodu pohranjivanja energije što je

omogućilo pohranu 1,44 TJ u njegovom 68 m<sup>3</sup> spremniku s godišnjom učinkovitošću od oko 99 %.

Fotonaponski sustavi tradicionalno su rabili punjive baterije za pohranjivanje viška struje. Sustavi uključeni u elektroenergetski sustav isporučuju višak struje u mrežu. Programi upravljanja mrežom daju kredit ovim sustavima za energiju isporučenu u mrežu.

Ovaj kredit pokriva struju iz mreže kad sustav ne daje dovoljno potrebne energije te na taj način učinkovito upotrebljava mrežu kao mehanizam za pohranjivanje.

Pumpanjem vode u spremnik s niže razine na višu kad raspoložemo viškom energije omogućujemo iskorištavanje potencijalne energije vode kad je potrošnja visoka jednostavnim puštanjem vode na hidrogenerator. [10]

## **9.5. Razvoj, primjene i ekonomika**

Nellis sunčeva elektrana Power Plant u SAD, najveća je fotonaponska elektrana u Sjevernoj Americi.

Počevši s valom upotrebe ugljena popraćenim industrijskom revolucijom, potrošnja energije neprestano je napuštala drvo i biomasu te prelazila na fosilna goriva. Rana istraživanja sunčevih tehnologija s početkom u 1860.-im pokrenula su očekivanja da će ugljen uskoro postati rijedak. Ipak, razvoj sunčevih tehnologija stagnirao je u ranom 20-om stoljeću suočen s povećanom dostupnošću, ekonomijom, lakom primjenom ugljena i nafte.

Naftna kriza 1973. i energetska kriza 1979. godine uzrokovale su reorganizaciju energetske politike širom svijeta i ponovo svratile pozornost na razvoj sunčevih tehnologija.

Strategije isporuke usredotočile su se na ohrabrujuće programe kao što su Program primjene fotonapona (Federal Photovoltaic Utilization Program) u SAD i Sunčev program (Sunshine Program) u Japanu. Ostali naponi uključivali su stvaranje istraživačkih

objekata u SAD (SERI, danas NREL), Japanu (NEDO), i Njemačkoj (Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE).[95]

Komercijalni sunčevi grijači vode u SAD počeli su se pojavljivati 1890.-ih.

Do dvadesetih godina dvadesetog stoljeća ovi sustavi su se sve više koristili, ali su postupno zamijenjeni jeftinijim i pouzdanijim gorivima za grijanje.

Kao i fotonaponske tehnologije, sunčevo grijanje vode ponovno je privuklo pozornost za vrijeme naftne krize sedamdesetih godina, no padom cijena nafte tijekom osamdesetih zanimanje je splasnulo.

Razvoj u području sunčeva grijanja vode postojano je napredovao tijekom devedesetih te su stope rasta od 1999. godine u prosjeku 20%. [10]

## **10.BIOMASA**

Biomasa se, u kontekstu energetike odnosi na svu materiju, biljnog ili životinjskog podrijetla koja se može koristiti kao gorivo.

Često se može čuti da je biomasa CO<sub>2</sub> neutralna, tj. da se sagorijevanjem iste u okoliš ne oslobađa dodatna količina ugljičnog dioksida.

Drvo tijekom svoga života za svoj rast i razvoj postupkom fotosinteze veže CO<sub>2</sub> iz okoliša, te velika većina tog ugljičnog dioksida, u obliku složenih ugljičnih spojeva - ugljikohidrata, ostaje trajno zarobljena u samom drvetu.

Prilikom izgaranja drveta, zarobljeni ugljik veže se sa kisikom, oslobađajući toplinu, te nastaje novi kemijski spoj-ugljični dioksid. Za razliku od biomase fosilna goriva oslobađaju dodatnu količinu ugljika koja onda ostaje u atmosferi i pridonosi zloglasnom efektu staklenika. [11]

### **10.1. Biomasa u Europi i u Hrvatskoj**

Korištenje biomase ima dugu povijest, koliko u svijetu toliko i u Hrvatskoj - grijanje i kuhanje na drva.

U današnje doba grijanje na drva još je široko rasprostranjeno u Hrvatskoj, prvenstveno u ruralnim krajevima.

Kako Hrvatska obiluje šumskim bogatstvom doći do goriva za ogrjev ne čini se kao izuzetno težak zadatak. Većina ljudi koja se koriste ovim gorivom još uvijek imaju svoje šume, mnogo ih drvo kupuje, ali ih se i mnogo zbog neimaštine upušta u ilegalnu sječu.

Iako su ovakve sječe ilegalne, spremni smo zažmiriti na jedno oko suosjećajući sa teškom materijalnom situacijom ovih ljudi. Ali, nažalost, ima i mnogo onih koji se u sječu upuštaju ilegalno kako bi dodatno zaradili pri čemu šumskom ekosustav nanose ponegdje i nepopravljivu štetu bez imalo razmišljanja.

Nekad su ljudi u kućama imali samo po jednu peć, najčešće u kuhinji, koja je onda i najčešće bila jedina prostorija koja se grijala. Kako je danas centralno grijanje gotovo „standardna oprema“ u obiteljskim kućama razvijene su peći na centralno grijanje, koje kao gorivo koriste isključivo drvenu biomasu. Tako danas postoje peći za obiteljske kuće, različitog raspona snage, predviđene za loženjem različitim vrstama biomase.

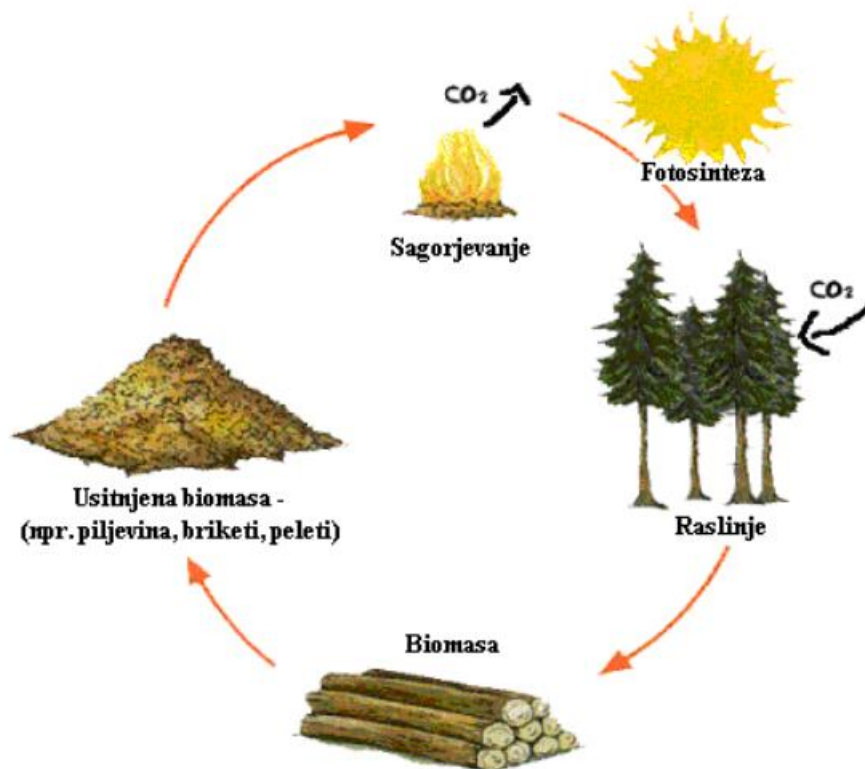
U Europi je sve popularnije i područno grijanje na biomasu, obično u područjima koji obiluju šumama i gdje je razvijena drvena industrija. Na taj način se čak svi objekti u pojedinim mjestima, što kućanstva, što gospodarski subjekti, griju na otpadnu drvenu biomasu po cijenama značajnije nižima nego da se griju na neki od fosilnih goriva.

Kako nažalost uvijek kaskamo za Europom kod nas je ovaj vid grijanja gotovo nepostojeći, iako u zadnje vrijeme ovi projekti postaju sve privlačniji investitorima ali i samim korisnicima, prvenstveno zbog sve viših cijena fosilnih goriva ali i zbog određenih nesigurnosti sa njihovom dobavom.

Iako zbog svega dosad navedenog korištenje običnih „nacijepanih“ drva izgleda kao još uvijek najbolje rješenje, to više i nije baš tako. Zamislite si sljedeću situaciju.

Nedjeljni je hladni i snježni zimski dan. Ujutro se budite i prvo što vam padne na pamet je da se morate dići prije nego što biste to željeli kako biste naložili peć na drva, kako bi se kuća koliko toliko zgrijala dok se ostali ukućani ne probude. Ali, kako ste jučer zaspali u naslonjaču, prije nego ste iz drvarnice donijeli svježe drvo za ogrjev, sada se morate još i obući i po hladnoći otići po još drva, a zapravo biste željeli da ste još u krevetu. Jedan od razloga zašto su drveni peleti i briketi toliko popularni kao gorivo u sve više europskih

zemalja je zasigurno i ovaj navedeni, odnosno želja za što većim komforom u grijanom objektu, odnosno želja da se sa sustavom grijanja ima što manje brige, kao što je to npr. sa zemnim plinom. [10]



Slika 14. Nastanak biomase

## 10.2. Prednosti biomase

Biomasa se koristi za generiranje topline koja se može onda iskoristiti između ostalog i za proizvodnju električne energije.

Kao najjednostavniji primjeri biomase mogu se spomenuti mrtvo drveće i drveno iverje koji su pokazali vrlo velik potencijal kao izvor energije. U biomasu se također ubrajaju biljni i životinjski materijali korišteni prilikom proizvodnje raznih vlakana i kemikalija.

Biomasa ima veoma dugu povijest jer je u svojim osnovnim oblicima korištena od samih početaka čovječanstva. Paljenje drveća u špiljama može se smatrati prvim primitivnim korištenjem biomase za dobivanje energije: tu se radi o pretvorbi energije iz organskih materijala u toplinu. Jednostavno rečeno – vatra pretvara organski materijal iz drva u toplinu.

Energija biomase dobiva se iz pet različitih izvora: smeća, drvene mase, raznih otpada, otpadnih plinova i alkoholnih goriva. Biomasa može biti relativno jednostavno konvertirana u upotrebljive izvore energije poput metana ili goriva za transport poput etanola i biodizela. Postoje razne tehnologije iskorištavanja energije iz biomase: direktno za grijanje, pretvorba topline u električnu energiju, pretvorba u neki drugi oblik goriva poput tekućih biogoriva ili zapaljivog bioplina. Biomasa svakim danom postaje sve popularnija i prihvaćenija diljem svijeta.

Biomasa se i dalje spominje u mnogim debatama kod kojih se razrađuju prednosti i mane, osobito kad se biomasa uspoređi s ostalim obnovljivim izvorima energije.

Usprkos raznim mišljenjima, većina znanstvenika i dalje tvrdi da biomasa ima mnoge prednosti pred fosilnim gorivima i da znatno pridonosi smanjenju ukupne emisije ugljičnog dioksida u atmosferu.

#### Glavne prednosti biomase su:

- biomasa je obnovljivi izvor energije - najočitija prednost biomase je činjenica da se radi o obnovljivom izvoru energije, što znači da se ne može u potpunosti potrošiti kao što je to slučaj s fosilnim gorivima
- većinom dolazi iz biljaka, a biljke su osnovni element za održavanje života na našem planetu, znači, dok postoji život na našem planetu tako dugo će postojati i biomasa kao mogući izvor energije.
- pomaže u borbi protiv klimatskih promjena - zaista pomaže smanjiti ukupne emisije stakleničkih plinova u atmosferu i time znatno pridonosi u borbi protiv klimatskih promjena, iako je biomasa povezana s određenim nivoima ispuštanja stakleničkih plinova, to je puno manje nego kod fosilnih goriva. Glavna razlika biomase u odnosu na fosilna goriva kod ispuštanja stakleničkih plinova je u zatvorenom ugljičnom ciklusu kod biomase. To se manifestira iz činjenice da prilikom rasta biljke uzimaju iz atmosfere ugljični dioksid i da prilikom sagorijevanja to ispuštaju. Kod fosilnih goriva radi se o jednosmjernom procesu

gledano iz perspektive životnog vijeka – ugljični dioksid se samo ispušta, nema procesa vraćanja natrag u zemlju.

- Čišći okoliš - velika prednost energije iz biomase je mogućnost pročišćavanja okoliša prilikom korištenja biomase. Broj ljudi na svijetu konstantno raste i s tim rastom naravno raste i problem sve veće količine otpada koja se stvara i treba biti primjereno zbrinuta. Trenutno velika količina otpada završi u rijekama, potocima, morima i oceanima i time se stvara veliki negativni utjecaj na ekologiju i ljudsko zdravlje. Veći dio ovog otpada mogao bi se iskoristiti za proizvodnju energije iz biomase i time bi se bacanje tog otpada direktno u prirodu znatno smanjilo.
- Biomasa je široko dostupan izvor energije - čak se i žestoki protivnici korištenja biomase slažu s činjenicom da je to široko i jednostavno dostupan izvor energije. Biomasa postoji u određenom obliku gdje god pogledamo i samim time i potencijalna proizvodnja energije moguća je gotovo bilo gdje. Ovo je svakako jedna od najvećih prednosti biomase pred tradicionalnim fosilnim gorivima. Kao što je opće poznato, fosilna goriva neće trajati vječno i jednom kad svijet potroši zalihe tih goriva biomasa će postati još atraktivniji izvor energije. Mnogi stručnjaci se slažu da kad se gleda i s ekonomskog i s ekološkog kuta gledanja biomasa će još dugo biti visoko na listi najboljih mogućih izvora energije. [12]

Biomasa je danas jedan od najvećih obnovljivih izvora energije, zajedno s korištenjem energije vode i vjetra za proizvodnju korisne energije. Za razliku od ostalih obnovljivih izvora energije biomasa ima jednu veliku prednost – može se proizvoditi gotovo svugdje na planetu.

Mnoge energetske studije pokazuju da bi biomasa mogla postati jedan od najvažnijih izvora energije u budućnosti, tj. izvor energije nad kojim se može izgraditi ekonomija čiste energije.

Opće prihvaćeno mišljenje o biomasi je da je to neutralni izvor energije sa strane ispuštanja ugljikovog dioksida u atmosferu – količina CO<sub>2</sub> koja se ispusti prilikom sagorijevanja otprilike je jednaka količini CO<sub>2</sub> koja se uzima iz atmosfere prilikom rasta biljaka.



To znači da korištenje biomase rezultira puno manjom štetom za okoliš od korištenja standardnih fosilnih goriva – nafte, plina i ugljena. Usprkos ovim prednostima, nekontrolirano korištenje biomase moglo bi rezultirati većom štetom za okoliš nego da se jednostavno koriste fosilna goriva. Glavni razlog tome je što su fosilna goriva neaktivni prirodni čimbenik i njihovom eksploatacijom ne nastaje biološka rupa, kao što to nastaje recimo sječom šuma. To sve rezultira činjenicom da je izuzetno važno da se biomasa koristi na održiv način. [13]

### **10.3. Primjer korištenja biomase: proizvodnja biogoriva**

Održivost korištenja biomase kao izvora energije je nešto što se može postići prikladnim upravljanjem tim resursima.

To uključuje mjere predostrožnosti i mjere planiranja korištenja s vidom da se napravi najmanji negativni utjecaj na okoliš i ekonomiju. Jedan od većih problema koji može nastati i koji se mora spriječiti je konkurencija između proizvodnje hrane i proizvodnje energije. Isto polje može se zasadi nekim od osnovnih razloga: proizvodnja hrane, proizvodnja biomase (recimo drva), proizvodnja uljane repice (biodizela) ili recimo proizvodnja kukuruza za gorivo (bioetanol).

Svako korištenje polja drugačije od proizvodnje hrane smanjuje količinu hrane dostupnu na tržištu i samim time diže cijenu hrani. Pojedine države već sad imaju problema s osiguravanjem novaca za uvoz dovoljne količine hrane, a poskupljenjem hrane glad bi se naravno proširila.

Jedno od mogućih rješenja je korištenje nusprodukata kod proizvodnje hrane kao izvor biomase. To bi značilo da se stablo pšenice ili kukuruza nakon što se korisni dio uzme za hranu koristi kao biomasa za proizvodnju energije. Umjesto da se šume ruše za dobivanje biomase, mogu se koristiti samo otpadci iz šume i prirodno srušena stabla.

Bez obzira koji se način korištenja biomase koristio mora se zadovoljiti glavni kriterij obnovljivosti – količina biomase koja se koristi mora biti jednaka količini biomase koja se obnavlja u prirodi. Bez toga nema održivosti, a nije zadovoljen ni uvjet da je biomasa neutralni izvor energije što se tiče ispuštanja ugljičnog dioksida. [13]

#### 10.4. Grijanje na pelet – jeftinije od ostalih

Ne luči stakleničke plinove, ne onečišćuje zrak, ne sadrži sumpor, klor, formaldehid, teške metale i druge spojeve štetne po zdravlje, uz to je ekonomičan i otvara mogućnost uštede. Riječ je o grijanju na pelet – energentu budućnosti.

Iako je u Hrvatskoj proizvodnja i prodaja peći na pelet nova i ima povijest od samo tri do četiri godine, ove je sezone znatno pojačan interes za ovakvim pećima.[14]

Kako je riječ o relativno novom načinu grijanja u Hrvatskoj, postoji tek nekoliko proizvođača, a većina proizvodnje još je namijenjena za strano tržište. No, što je to pelet?



Slika 15. Drveni peleti

Drveni peleti su proizvod u obliku valjčića od visokoprešanog usitnjenog drveta. Pelet se proizvodi iz ekološki čistih domaćih vrsta drva, riječ je o energentu koji najmanje onečišćuje zrak.

Naime, sagorijevanjem peleta emisije CO<sub>2</sub> i prašine znatno su niže od dopuštenih graničnih vrijednosti ili praktično ne postoje. Pelet ne sadrži sumpor, klor, formaldehid, teške metale i druge spojeve štetne po zdravlje, a tisuću litara lož-ulja približno odgovara energetske moći dvije tisuće kilograma peleta. – Grijanje na pelet jedan je od najpovoljnijih oblika grijanja. [14]

Ako znamo da Hrvatska raspolaže velikim količinama biomase, trebamo postati svjesni da je potencijalno ogrjevno gorivo svuda oko nas. Građani ovaj način grijanja baš ne poznaju, ali sve je više tvrtki u ovom segmentu koje rade na buđenju svijesti budućih

klijenata za čuvanje okoliša, a da pritom zadovolje njihove osnovne potrebe i smanje troškove grijanja prostora. [14]

Riječ je o pećima koje su sastavljene od najkvalitetnijih vrsta čelika, ložište je od visokootpornog gusa, a elektronika je prilagođena uvjetima više temperature rada. Dimenzija peći na pelet snage 9KW je 718 mm visine, 463 mm širine i 507 mm dužine te se lako pronalazi mjesto i u malim objektima kao što su vikendice i mali dnevni boravci.

Sve peći imaju ventilatore koji kontroliraju rad peći i pospješuju sagorijevanje i njezinu učinkovitost. Prilikom automatskog paljenja pojavljuje se malo dima koji, nakon što se plamen rasplamsa, gotovo potpuno nestaje.

Kroz vrata ložišta može se vidjeti plamen, što domu daje prekrasan ugođaj. Način rada podešava se putem digitalnih komandnih ploča koje se u pravilu nalaze u sklopu kućišta kotla, a paljenje peleta te gašenje (kada se postigne zadana temperatura) u cijelosti je automatizirano, što uz komfor pridonosi i značajnim uštedama u usporedbi s loženjem drvenim cjepanicama. Posebna prednost peleta sastoji se u smanjenoj potrebi skladištenja u odnosu na drvo.

Također, sagorijevanjem peleta nastaje vrlo malo pepela (do 0,7%). Spremnik za pelet dostatan je prosječno za cijeli dan rada peći. Osim ekološke osviještenosti, grijanje na pelet pokazalo se i kao isplativije od prirodnog plina, lož-ulja ili ukapljenog naftnog plina. – Razlika u cijeni s vremenom će samo rasti.

Drveni peleti cjenovno su vrlo stabilni i praktički prate inflaciju, dok su cijene tradicionalnih vrsta energenata promjenjive i najčešće teško predvidive običnim građanima, a ovise o jako mnogo faktora na tržištu.

Prelaskom na pelet investicija je isplativa u razdoblju od samo 3 do 5 godina, a nerijetko i puno prije. Ono što je najvažnije peći na pelet su jednostavne za uporabu, automatska regulacija i spremnici peleta nude najveći komfor svima koji se odluče za kupnju takve vrste peći. Jedno punjenje spremnika u pravilu je (kod gotovo svih modela i svih proizvođača) dostatno za trajni pogon do 24 sata pa na više.

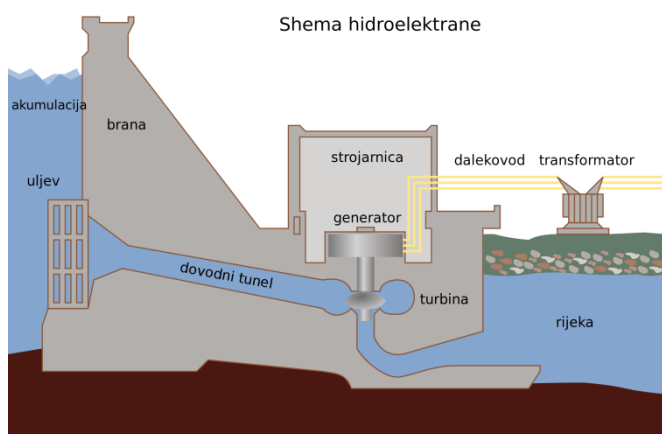
Pozitivno je to što je životni vijek peći neograničen, ali ipak ovisi o održavanju. Primjerice, ako je peć u upotrebi, potrebno je na dnevnoj bazi čistiti ložište i jednom ili

dva puta tjedno ladicu za pepeo. O održavanju ovisi i funkcionalnost jer što je peć čišća, ona bolje radi, a ako se ne održava, slabije grije, ali i skraćuje vijek trajanja. [14]

## 11. ENERGIJA VODOTOKA (VODENA SNAGA)

### Načini pretvorbe energije vodotoka u električnu energiju

Hidroelektrane su postrojenja u kojima se potencijalna energija vode pretvara u mehaničku energiju vrtnje rotora, a zatim u električnu energiju u generatoru. Snaga koju hidroelektrana razvija ovisi o neto padu vode, odnosno razlici razine gornje vode (zahvat) i donje vode (turbina), umanjenom za hidrauličke gubitke prilikom protoka vode.



Slika 16. Shema hidroelektrane

Prema načinu korištenja vode hidroelektrane se dijele na:

- **akumulacijske** - voda se akumulira kako bi se mogla koristiti kada je potrebija. Problemi nastaju u ljetnim mjesecima kad prirodni dotok postane premali za funkcioniranje elektrane. U tom slučaju se brana mora zatvoriti i potrebno je održavati bar razinu vode koja je biološki minimum.
- **protočne** - voda se iskorištava kako dotječe, nema akumulacije
- **reverzibilne ili crpno-akumulacijske**

Prema visini pada vodotoka, odnosno visinskoj razlici između zahvata i ispusta vode hidroelektrane se mogu podijeliti na:

- niskotlačne - pad do 25 m
- srednjetačne - pad između 25 i 200 m
- visokotlačne - pad veći od 200 m

Prema udaljenosti strojarnice od brane hidroelektrane se dijele na:

- pribranske - strojarnica smještena neposredno uz branu
- derivacijske - strojarnica smještena podalje od brane

**Osnovni dijelovi hidroelektrana su:**

- Brana ili pregrada
- Zahvat vode
- Dovod vode
- Vodostan ili vodena komora
- Tlačni cjevovod
- Vodene turbine
- Generator
- Strojarnica
- Rasklopno postrojenje
- Odvod vode

**Brana ili pregrada** je osnovni dio hidrotehničkog sustava hidroelektrane, a funkcija joj je skretanje vode s prirodnog toka prema zahvatu, povećanje dubine vode kako bi dobili što veći pad i ostvarivanje akumulacije vode. Brane mogu biti masivne (armirano-betonske) i nasute (zemlja, kamenje).

**Zahvat vode** je struktura koja usmjerava vodu prema dovodu, odnosno prema turbini. Postoje izvedbe zahvata ispod i iznad razine vode. Zadaća zahvata je da potrebnu količinu vode usmjeri prema dovodu vode ili direktno prema tlačnom cjevovodu, a da pritom bitno

ne ugrozi okoliš, te da ne zahtijeva posebna održavanja. Prema današnjim ekološkim standardima zahvati imaju sustave za odvratanje riba od zahvata i prolaze za ribe.

**Dovod vode** je dio sustava koji spaja zahvat sa vodenom komorom. Može biti izveden kao otvoreni - kanal ili zatvoreni - tunel. Otvoreni dovod (kanal) može biti izveden u obliku trapezoida, pravokutnika, trokuta ili polukružno. Protok kroz kanal ovisi o vrsti materijala od kojega je izrađen (zemlja, čelik, drvo ili beton), o čistoći kanala i o obliku kanala. Zatvoreni dovod (tunel) može biti izveden kao gravitacijski ili tlačni. Kod gravitacijskih tunela voda ne ispunjava cijeli tunel, pa se protok regulira na zahvatu, dok kod tlačnih tunela voda ispunjava cijeli poprečni presjek, pa se ne treba utjecati na zahvat za promjenu protoka.

**Vodena komora** nalazi se na kraju odvoda, a služi za regulaciju prilikom promjene opterećenja. Kada je dovod izveden kao gravitacijski tunel vodena komora mora imati odgovarajući volumen kako bi se u njoj mogle pohraniti veće količine vode, a kada je tunel tlačni dimenzije komore moraju biti takve da tlak u dovodu ne poraste preko dopuštene granice.

**Tlačni cjevovod** dovodi vodu do turbina iz vodene komore ili direktno sa zahvata vode, a karakteriziran je materijalom, promjerom, debljinom stijenki i tipom spajanja pojedinih dijelova. Promjer se odabire tako da se gubitci zbog trenja smanje na prihvatljivu mjeru dok se debljina stijenki odabire tako da je cjevovod otporan na hidrauličke tlakove. Danas postoji širok izbor materijala za izradu cjevovoda, ovisno o padu. Za velike padove koristi se zavareni čelik i kovano željezo, dok su za male i srednje padove čelik i željezo manje poželjni jer se unutrašnji i vanjski sloj zaštite ne smanjuje sa smanjenjem debljine stijenki uslijed manjeg tlaka. Zato se na manjim i srednjim padovima koriste još i polietilenski, pvc, betonski i azbestno-betonski cjevovodi. Na ulazu u tlačni cjevovod nalazi se zaporni uređaj kojim se može spriječiti daljnje protjecanje vode u slučaju pucanja cijevi. Ispred glavnog zapornog uređaja redovito se postavlja i pomoćni, koji omogućava bilo kakve radove na glavnom bez potrebe za pražnjenjem sustava.

**Vodne turbine** pretvaraju kinetičku energiju strujanja vode u mehaničku energiju vrtnje rotora turbine, odnosno generatora. Turbine se ovisno o načinu prijenosa energije vodotoka dijele na impulsne (akcijske) i reakcijske. U impulsnim turbinama tlak na ulazu u rotor vode jednak je tlaku vode na izlazu, jer se sva potencijalna energija vode pretvara

u kinetičku energiju u statoru turbine. Glavni predstavnik impulsnih turbina je Peltonova turbina kod koje voda sa velike visine od 400 do 600 m slobodno pada i uz pomoć sapnica se usmjerava na lopatice rotora. Koristi se za male protoke.

Osim Peltonove, koriste se još i Turgova turbina (veća specifična brzina od Peltonove) i turbina sa poprečnim tokom vode. U reakcijskim turbinama tlak vode na ulazu u rotor je veći nego na izlazu. Dio potencijalne energije se transformira u kinetičku u statoru, a dio u rotoru. Zakretanje radnog kola uzrokuje promjenu količine gibanja i reaktivne sile. Reaktivne turbine se dijele s obzirom na smjer toka vode na radijalne, aksijalne i dijagonalne. Osnovni dijelovi reakcijskih turbina su spiralni dovod, statorske lopatice, difuzor (odsisna cijev) i ležajevi, dok se međusobno načelno razlikuju po konstrukciji radnog kola. Najpoznatije reakcijske turbine su Francisova, propelerska, Kaplanova, cijevna i Deriazova turbina.

Osovina Francisove turbine može biti vertikalno ili horizontalno položena, koristi se za srednje padove (40 – 700 m), a voda dolazi radijalno na turbinu dok se protok regulira sa lopaticama privodnog kola.

Propelerska turbina se koristi za velike protoke i male padove, voda se dovodi aksijalno na lopatice rotora, a lopatice radnog kola mogu biti radne i fiksne.

Kaplanova turbina je propelerska sa zakretnim lopaticama rotora, pa se naziva i dvostruko regulirana turbina.

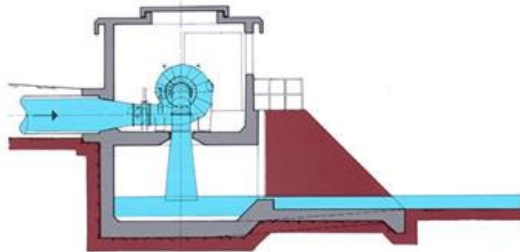
Cijevna turbina je propelerna s vodoravnom ili blago ukošenom osovinom, nema spiralni kanal, a koristi se za male padove i velike protoke.

Kroz Deriazovu turbinu voda se dovodi dijagonalno, a kao i Kaplanova, ima svojstvo dvostruke regulacije.

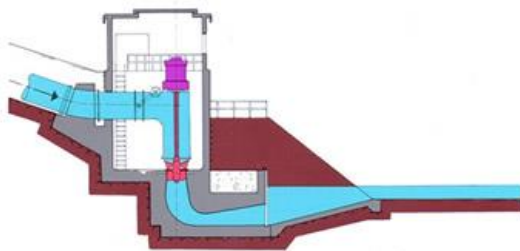
Kriteriji za izbor turbine su neto pad, protok kroz turbinu, brzina rotacije, problemi s kavitacijom i cijena. Neto pad je prvi kriterij kod izbora turbine; za male padove koriste se Kaplanova, propelerna i cijevna turbina, za srednje padove Francisova, dok se za najveće padove koristi Peltonova turbina.

## TYPES OF POWERHOUSE

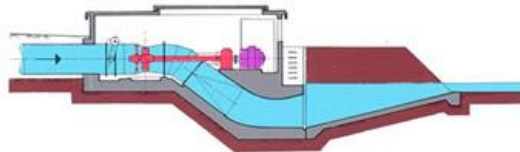
Powerhouse with horizontal-shaft Francis turbine



Powerhouse with vertical-shaft Kaplan turbine



Powerhouse with »S«-type turbine



Slika 17. Presjek nekih vrsta turbina

**Generator** je uređaj koji mehaničku energiju vrtnje rotora pretvara u električnu energiju. S obzirom na brzinu okretnog magnetnog polja u odnosu na brzinu rotora generatori se dijele na sinkrone i asinkrone. Sinkroni generator ima istosmjerni sustav uzbude, te može raditi izoliran od mreže, dok asinkroni generator uzima jalovu energiju iz mreže, te ne može raditi ako nije povezan na mrežu. Sinkroni generatori su skuplji od asinkronih, ali se asinkroni mogu koristiti samo na mjestima gdje je njihov doprinos u ukupnoj snazi sustava zanemariv.



**Rasklopno postrojenje** predstavlja vezu između hidroelektrane i elektroenergetskog sustava, a izvodi se u neposrednoj blizini strojarnice. Njegova osnovna zadaća je transformacija proizvedene električne energije u skladu s parametrima sustava i isporuka te energije u elektroenergetski sustav.

**Odvod vode** služi za vraćanje vode iskorištene u turbini natrag u vodotok, a može biti izveden kao kanal ili kao tunel. [15]

### **11.1. Najveća hidroelektrana na Svijetu (Tri klanca – Kina)**

Hidroelektrana Tri klanca (Kina) je hidroelektrana, s branom na rijeci Jangce, koja je treća najduža rijeka na svijetu. To je hidroelektrana s najvećom instaliranom snagom na svijetu od 22 500 MW (2012.). Zadnja vodna turbina najveće kineske hidroelektrane Tri klanca je spojena na mrežu 2012., čime je ova hidroelektrana konačno dovršena. S gradnjom se krenulo još 1994., a koštala je oko 50 milijardi američkih dolara. Sama brana je završena 2006. Osim dizala za brodove, svi dijelovi hidroelektrane su završeni 30. listopada 2008., kada je 26 vodnih turbina počelo s upotrebom za proizvodnju električne energije. [16]



Slika 18. HE Tri klanca – Kina

Hidroelektrana ima čak 32 vodne turbine, a svaka ima snagu od 700 MW, te samo ova hidroelektrana proizvodi 11% potreba Kine za električnom energijom. Uz još dva električna generatora, svaki s 50 MW, konačna instalirana snaga je 22 500 MW.

Osim velikog hidroenergetskog potencijala, hidroelektrana Tri klanca smanjuje pojavu čestih poplava i povećava mogućnost prijevoza robe. Značajan je i ekološki doprinos zbog smanjenja stakleničkih plinova, ako znamo da Kina gotovo svu energiju dobiva izgaranjem fosilnih goriva, posebice ugljena.

Prednost projekta je i navodnjavanje okolnih nizvodnih poljoprivrednih površina, kao i planovi za vodoopskrbu sjevernih i sušnijih dijelova Kine. Iako mnogi u Kini smatraju hidroelektranu Tri klanca neophodnim za razvoj kineskog gospodarstva i razvoja Kine u vodeću svjetsku silu, mnogi stručnjaci smatraju da bi negativni učinci projekta mogli nadmašiti njegove pozitivne učinke, pogotovo zbog raseljenja 1,3 milijuna ljudi, ekoloških promjena, sve većeg klizanja tla, potapanja mnogih arheoloških i povijesnih mjesta.[16]

### **11.2. Utjecaj na okoliš**

Otpribliže da bi dobili 1 kWh električne energije, potrebno je 366 grama ugljena. Zbog toga hidroelektrana Tri klanca smanjuje potrošnju ugljena za 31 milijun tona godišnje, te smanjuje stakleničke plinove: 1 milijun tona sumporovog dioksida, 370 000 tona dušikovih oksida, 10 000 tona ugljikovog monoksida, a i značajnu količinu žive. Smanjuje se i energija za rudarenje, pranje i prijevoz rude doelektrane.

Umjetno jezero je povećalo prijevoz teglicama za 6 puta, smanjujući tako emisiju ugljikovog dioksida za 630 000 tona. Od 2004. do 2007. ukupno je prošlo kroz brodsku prevodnicu 198 milijuna tona robe.[16]

### **11.3. Erozijska i sedimentacija**

Primijećene su dvije posebne opasnosti za branu. Zadržavanje vode ispred brane povećati će njezinu temperaturu i izmijeniti mineralni sastav, što će utjecati i već utječe na biljni i životinjski svijet (nestanak ili ozbiljno ugrožavanje nekoliko rijetkih riječnih vrsta).

Zadržavanjem i usporavanjem rijeke smanjuje se njezina funkcija odvodnjavanja otpadnih voda velikih gradova. Rijeka Jangce jedna je od muljem najbogatijih rijeka svijeta.

Neki stručnjaci izražavaju strah da bi povećana težina uzrokovana nakupljanjem vode i sedimenta mogla reaktivirati rasjednu zonu na kojoj se nalazi akumulacijsko jezero, što bi opet uzrokovalo potres koji bi mogao oštetiti ili srušiti branu.

Već se bilježi pojačana seizmička aktivnost u tom području.

Smanjenje mulja nizvodno dovodi do dva problema:

- Izgradnjom brane mulj se zadržava i taloži u jezeru, čime se smanjuje njegov povoljan utjecaj na poljoprivredu nizvodno od brane što će za posljedicu imati povećanu upotrebu kemijskih sredstava i daljnju degradaciju tla
- Naglašava se i ugroženost Šangaja koji leži u delti Jangce, koja se izgrađuje bogatim nanosima mulja. Takav scenarij neodoljivo podsjeća na rijeku Nil i Asuansku branu.[16]

#### **11.4. Poljoprivreda, industrija, poplave**

Uz energetske dobit važna je i zaštita od poplava te plovidba. Upravo zaštitu od razornih poplava kineska vlada naglašava kao primarni cilj izgradnje megaprojekta. Uz smanjenje prometnih troškova do 40%, od Šangaja uzvodno do Chongqinga umjesto brodova do najviše 3 500 tona, moći će ploviti oni do 10 000 tona.

Za monsunskih kiša rijeka Jangce i pritoci se razlijevaju i česti su razorni poplavni valovi (samo u 20. stoljeću zbog njenih poplava poginulo je oko 300 000 ljudi). Dolina rijeke je glavno poljoprivredno (žitnica Kine) i važno industrijsko područje Kine. U njoj se ostvaruje više od polovice kineske poljoprivredne proizvodnje (pšenica, ječam, kukuruz, konoplja i dr.) i čak 75 % kineske proizvodnje riže. Poriječje Jangce najnaseljenije je područje Kine u kojem živi oko 1/3 ukupnog stanovništva. [16]

#### **11.5. Ostali efekti**

##### **Kulturni efekt**

Srednji dio toka rijeke Jangce jedna je od kolijevki kineske civilizacije. Zbog izgradnje brane pod vodom se nalaze spomenici iz dvije posljednje kineske dinastije Ming i Qing, na čak 1208 povijesnih lokaliteta, te poznate pećinske skulpture iz dinastije Tang (7.-10. stoljeće). Dio povijesnih spomenika je preseljen, no mnogi će tragovi života stari i 6000 godina ostati potopljeni pod vodom.[16]

##### **Cijena**

Protivnici cijelog projekta naglašavaju i njegovu skupoću. Službene brojke se kreću oko 22,5 milijarde američkih dolara, dok neslužbene brojke zbog inflacije rastu i do vrtoglavih 100 milijardi američkih dolara. Za taj novac, naglašavaju moglo se izgraditi nekoliko manjih hidroelektrana, koje bi uzimajući u obzir negativne učinke imale veću isplativost. [16]

## **12. HIDROELEKTRANE U HRVATSKOJ**

Čine više od polovice elektrana u strukturi našeg elektroenergetskog sustava.

Nazivna snagasvih hidroelektrana u Republici Hrvatskoj 2008. iznosila je 2097 MW, što je 55% ukupne snage svih elektrana na području Republike Hrvatske.

Hrvatska zbog toga spada među vodeće zemlje u proizvodnji energije iz obnovljivih izvora. Hidroelektrane su proizvele 4357 GWh električne energije u 2007., a 5277 GWh u 2008., što čini približno 25%, odnosno 29% električne energije preuzete u elektroenergetski sustav Republike Hrvatske, zato jer još uvijek dobar dio električne energije uvozimo.

Danas je u Hrvatskoj u pogonu 17 velikih hidroelektrana (više od 10 MW), akumulacijskog i protočnog tipa, oko 20 malih hidroelektrana (od 0,5 do 10 MW) i nekoliko mini (od 0,1 do 0,5 MW) i mikro hidroelektrana (od 5 do 100 kW).

Najveća hidroelektrana je HE Zakučac, s ukupnom instaliranom snagom 486 MW, a isporučuje oko trećinu ukupne hidroenergije u Hrvatskoj. [17]

### **12.1. Energija vode (hidroenergija)**

Hidroenergija je najznačajniji obnovljivi izvor energije, a ujedno i jedini koji je ekonomski konkurentan fosilnim gorivima i nuklearnoj energiji.

U posljednjih 30-ak godina proizvodnja energije u hidroelektranama je utrostručena, ali je time udio hidroenergije povećan za samo 50%.

Potencijalna energija vode se pomoću turbine pretvara u mehaničku (kinetičku) energiju, koja se u električnom generatoru koristi za proizvodnju električne energije.

Iskorištavanje energije vodnog potencijala ekonomski je konkurentno proizvodnji električne energije iz fosilnih i nuklearnog goriva.

Hydroenergija je čista, nema otpada, voda je besplatna, pod uvjetom da je ima u dovoljnoj količini. Moderne hidroelektrane mogu do 90% energije vode pretvoriti u električnu energiju. Puštanje hidroelektrane u pogon vrlo je brzo te se koriste za pokrivanje naglih povećanja potrošnje: umjetna jezera nastala izgradnjom hidroelektrana lokalno doprinose ekonomiji i omogućavaju navodnjavanje, vodoopskrbu, turizam i rekreaciju. [17]

**HE Velebit** je jedina reverzibilna hidroelektrana u Hrvatskoj. Nalazi se na rijeci Zrmanji 10 km uzvodno od Obrovca.

U strukturi elektroenergetskog sustava Hrvatske, više od polovice izvora čine hidroelektrane. Zbog toga Hrvatska spada među vodeće zemlje u proizvodnji energije iz obnovljivih izvora.

Razvoj energetskeg korištenja vodnih snaga u Hrvatskoj započinje još 1895. godine s prvom hidroelektranom izgrađenom na Skradinskom buku na rijeci Krki - današnjom HE Jaruga.

Sve hidroelektrane HEP-a dobile su Zeleni certifikat za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora. Temeljno obilježje hidroelektrana hrvatskog elektroenergetskog sustava je dugogodišnji rad i starost postrojenja. Primjerice, najmlađe hidroelektrane HE Dubrava i HE Đale puštene su u rad 1989. godine. [17]



Slika 19. HE Velebit

### **13. TOPLINSKA ENERGIJA MORA**

Najveći neiskorišteni izvor solarne energije nisu pustinje Sahare ili neke druge pustinje, nego 23 milijuna kvadratnih milja tropskih oceana, čiji su gornji slojevi idealan izvor toplinske energije.

Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) je tehnologija koja bi omogućila konstanto iskorištavanje te toplinske energije neovisno o vremenskim uvjetima i dobu godine. OTEC pretvara toplinsku energiju iz morske vode u kinetičku energiju korištenjem temperaturnog gradijenta samih mora. Temperaturni gradijent od skoro 40 stupnjeva u tropskim morima to omogućuje.

OTEC-ova elektrana pumpa toplu vodu kroz izmjenjivač topline koji je spojen zatvorenim krugom sa nekoliko stotina tona tekućeg amonijaka. Kada ta topla voda dođe u izmjenjivač topline amonijak isparava i povećava svoj volumen, te stvara pritisak na turbinu koja se vrti i daje električnu energiju generatoru. Ta električna energija se onda podmorskim kablovima može isporučiti do kopna.

Kada amonijakova para izađe iz turbine, prolazi kroz drugi izmjenjivač topline koji je spojen preko cijevi sa morskom vodom na nekih 1000 metara dubine koja onda svojom hladnoćom prebacuje amonijak nazad u tekuće stanje, te se isti može ponovno koristiti.

Ova ideja postoji već jedno stoljeće, ali je do sada bila uspješna samo za uređaje veličine do 250 kW, a glavni problem je financiranje jer sama tehnologija nije spremna za komercijalizaciju.

Potrebna su dodatna višegodišnja testiranja uređaja, ali u realnim uvjetima se očekuje iskoristivost procesa od samo nekoliko posto, te zato svaki dio OTEC-a mora biti iznimno efikasan. Unatoč tome postoje mnoga mora u ekvatorijalnom pojasu koja bi se mogla iskoristiti na ovakav način.

Od trenutnih planiranih projekata jedan se razvija na jugu Floride od strane Lockheed Martin i Florida Atlantic University (FAU) koji bi trebao imati 3x100 MW. Za taj projekt postoji bojazan da more na lokaciji nije dovoljno toplo za proizvodnju tokom cijele godine. OTEC International iz Baltimora (OTI) pak planira malu 1 MW demonstracijsku elektranu pokraj Havaja. Sama elektrana će biti na obali ali će iskoristiti

postojeću infrastrukturu cijevi. OTI također trenutno pregovara sa Caymanskim otocima o izgradnji komercijalne 25 MW OTEC elektrane na još neutvrđenoj lokaciji.

Lockheed Martin pak zamišlja ta postrojenja kao plutajuće platforme, slične onima koje se koriste za crpljenje nafte i plina, pri čemu bi se iskoristila postojeća tehnologija, a električna energija bi se isporučivala podmorskim kablovima. Ipak konačni cilj OTEC-a ne bi bio isporuka električne energije podmorskim kablovima koji su jako skupi nego proizvodnja tekuće energije, kao što je amonijak i vodik koja bi se onda brodovima transportirala do kopna.

Sunce neprestano grije goleme oceane koji prekrivaju gotovo 70% Zemljine površine; smatra se da oceani sadrže veliki energetske potencijal koji bi čovjek mogao upotrijebiti za proizvodnju energije i topline.

Ovakav obnovljiv izvor energije, pod uvjetom da se tehnologija pokaže ekonomski isplativa i krene u masovnu upotrebu, mogao bi riješiti energetske probleme u svijetu.

Ukupna raspoloživa energija je 1 ili 2 redova veličine veća nego kod ostalih tehnologija vezanih uz ocean (kao na primjer energija valova). Međutim, male temperaturne razlike čine ovu tehnologiju, u usporedbi s drugim tehnologijama, poprilično skupom, ponajprije zbog niske toplinske iskoristivosti. Upravo je to jedan od ključnih problema ovog sustava, prijašnji sustavi su imali iskoristivost od 1 do 3% (teoretski se smatra da je maksimalna iskoristivost od 6 do 7%), dok trenutni sustavi koji se razvijaju će raditi blizu maksimalne toplinske iskoristivosti. Morska voda, iako besplatna, ima određene troškove vezane uz transport vode iz oceana (trošak pumpi i njihovih materijala).

Iako OTEC sistem sveukupno ima nisku učinkovitost, može funkcionirati kao energetske sistem koji će moći pokrivati minimalnu potražnju energije. Stručnjaci za energetiku smatraju kada bi ova metoda postala jeftinija i postala konkurentna s ostalim konvencionalnim tehnologijama tada bi OTEC mogao proizvoditi gigavate električne struje i zajedno sa elektrolizom bi mogao proizvoditi dovoljno vodika koji bi potpuno nadomjestio potrošnju svih globalnih fosilnih goriva.

Svi OTEC sistemi koriste skupe, velike dovodne cijevi koje su uronjene više od kilometar u ocean, a sve s ciljem dovođenja jako hladne vode na površinu. Upravljanje troškovima je i dalje glavni izazov za ovu tehnologiju. [18]

## **Princip rada**

Princip rada ovakvih sustava se zasniva na koncepciji toplinskog stroja koja je veoma uobičajena u području Termodinamike.

Toplinski stroj je termodinamički uređaj smješten između dva spremnika, jednog visoke temperature, a drugog niske. Kako toplina protječe od jednog do drugog spremnika toplinski stroj dio toplinske energije pretvara u mehanički rad (princip rada kod parnih turbina).

Jedini toplinski ciklus prigodan za OTEC je Rankineov ciklus uz to koristeći niskotlačnu turbinu.

Sustavi mogu biti izvedeni kao otvoreni ili zatvoreni ciklusi. Strojevi zatvorenog ciklusa koriste uobičajene radne tvari kao amonijak ili tetrafluoretan, dok kod otvorenog ciklusa koristi se toplina površine vode kao radna tvar.

## **Podjela prema vrsti ciklusa**

- Sustav otvorenog ciklusa
- Sustav zatvorenog ciklusa
- Sustav hibridnog ciklusa

### ***Sustav otvorenog ciklusa:***

Sustav otvorenog ciklusa funkcionira na principu parne turbine.

Naime, ovaj sustav koristi toplinu površine tropskih oceana i stvara električnu energiju na način da se topla voda doprema u spremnik s niskim tlakom gdje zahvaljujući niskom tlaku voda proključa i prelazi u paru.

Dobivena para se počinje širiti i pokreće turbinu spoјenu na električni generator. Zbog izloženosti hladnoj vodi ta para opet kondenzira nazad u tekuće stanje.



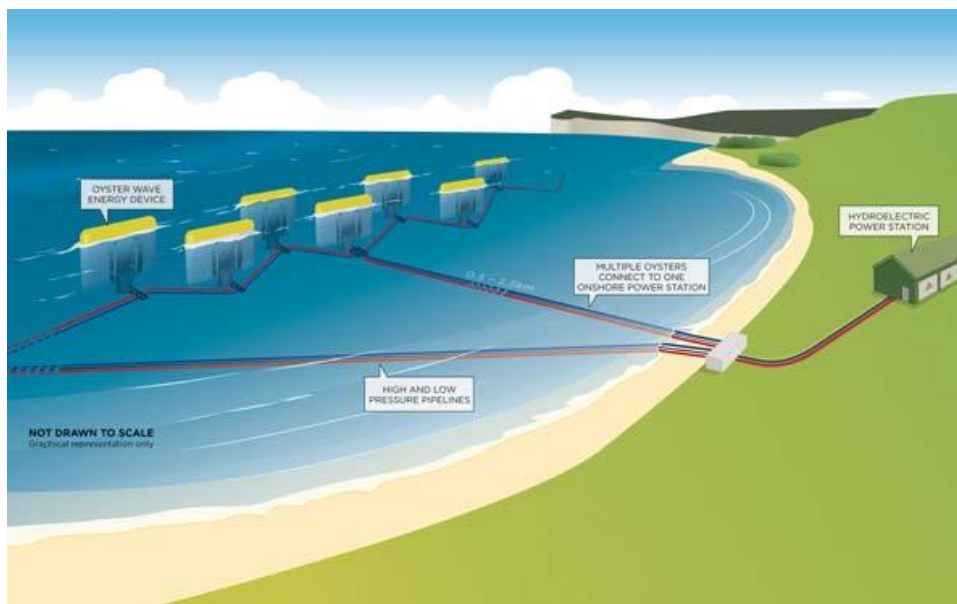
### ***Sustav zatvorenog ciklusa***

Sustav zatvorenog ciklusa koristi tekućine sa niskim stupnjem vrelišta, najčešće amonijak, te se na taj način pokreće turbina koja pridonosi stvaranju električne energije . Topla morska voda na površini se pumpa kroz izmjenjivač topline i zahvaljujući niskoj točki vrelišta fluid isparava, takva novonastala para zatim pokreće turbo generator. Hladnija morska voda (ona dublja) se zatim upumpava kroz drugi izmjenjivač topline te zahvaljujući kondenzaciji opet iz pare prelazi u tekuće stanje čime kružni proces opet dolazi na svoj početak.

### ***Sustav hibridnog ciklusa***

Sustav hibridnog ciklusa izveden je na način da kombinira dobre osobine zatvorenog i otvorenog ciklusa. Princip rada hibridnih sustava zasniva se na korištenju tople (površinske) morske vode koja ulazi u vakumsku komoru gdje se ona pretvara u paru (karakteristika otvorenog sustava).

Nakon toga vodena para ishlapljuje radnu tekućinu niskog vrelišta preko izmjenjivača topline (karakteristika zatvorenih sustava). Potom para radne tvari pokreće turbine se tako stvara električna energija. [19]



Slika 20. Shema nastajanja energije iz oceana

## **14.UTJECAJ POJEDINIH IZVORA ENERGIJE NA OKOLIŠ**

Različiti izvori energije imaju različite utjecaje na okoliš u kojem se ti izvori energije proizvode, transportiraju ili koriste.

Dušikov oksid na površini obično nastaje sagorijevanjem fosilnih goriva, a hlapljivi organski spojevi nastaju iz dima od goriva, raznih otapala i sličnog. Površinski ozon može upaliti dišne putove i smanjiti radni kapacitet pluća, izazvati draženje očiju i nosa, te općenito smanjiti sposobnosti ljudi prilikom obavljanja normalnih poslova

Fosilna goriva – ova vrsta goriva ima daleko najveći negativni utjecaj na okoliš. Sagorijevanjem fosilnih goriva u atmosferu se ispuštaju ogromne količine ugljika koji se milijunima godina taložio i onda bio prekriven slojevima stijena i zemlje. Taj isti ugljik u atmosferi sad tvori ugljični dioksid koji je staklenički plin i time znatno utječe na temperature na Zemlji.

Bioenergija (biogoriva) – biogoriva stvaraju iste probleme kao i fosilna goriva, ali budući da se proizvodnjom biogoriva zatvara ugljični ciklus, biogoriva su manje štetna od fosilnih goriva.

Zatvaranje ugljičnog ciklusa znači da biljke koje se koriste za proizvodnju biogoriva prilikom rasta iz atmosfere uzmu određene količine ugljika koji se kasnije vraća u atmosferu izgaranjem tih biogoriva.

Kod fosilnih goriva taj krug nije zatvoren, tj. ugljik se samo ispušta u atmosferu.

Solarna energija – iako energija Sunca ima ogroman potencijal, zbog male iskoristivosti bilo bi potrebno prekriti velike površine da se dobije iole ozbiljnija količina iskoristive energije. Takvo 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 – sama proizvodnja energije iz vjetra nema ozbiljnijeg negativnog učinka na okoliš. Gledano iz ekološkog aspekta, jedina ozbiljnija zamjerka vjetroelektranama je negativan utjecaj na ptičje populacije, tj. elise vjetrenjača ubijaju ptice. Kao manje zamjerke vjetroelektranama navodi se vizualno zagađivanje okoliša, uništavanje

netaknute prirode gradnjom pristupnih cesta do vjetrenjača i generiranje zvuka niske frekvencije koji negativno utječe na zdravlje ljudi (ometaju spavanje, izazivaju glavobolje, mogu izazvati anksioznost). [20]

Profesor V. Ramanathan sa Instituta za oceanografiju je čovjek kojem se pripisuje otkriće fenomena globalnog zatopljenja, njegovo točno predviđanje u ranim 1970-im bilo je da će temperatura Zemljine atmosfere porasti do 1980. godine. U knjizi „Renewable Energy Facts and Fantasies“, Craig Shields objavio je intervju sa profesorom, i ostalim znanstvenicima.

Dr. Ramanathan govori kako je otkriće efekta staklenika od Kloroflourkarbonata otvorilo Pandorinu kutiju. Uskoro su ostali znanstvenici i on otkrili da cijeli je niz plinova koji odlaze u atmosferu alarmantniji nego što su mislili o CO<sub>2</sub>.

Navodi da je bio toliko znatiželjan, a već 1980.g. objavio je knjigu sa još jednim poznatim meteorologom Robertom Pattonom, u kojoj su zaključili da ako je hipoteza ili teorija globalnog zatopljenja točna, trebaju vidjeti što se dogodilo sa zatopljenjem do 2000. godine.

Tim od preko tisuću znanstvenika 2001. godine složio se sa idejom, te je predviđanje potvrđeno. To je dobro za znanost, ali ne i za planet, jer će se i dalje pogoršavati. Od trenutka kada je objavio knjigu morali su ispustiti milijarde tona tih stakleničkih plinova.

Dalje u intervjuu na pitanje Craiga: „Da li se ikada osobno osjeća napadnut, s obzirom da naftne tvrtke još uvijek troše novac kako bi opovrgnuli ove njegove tvrdnje“, odgovara da se ne osjeća osobno napadnutim, već da ako je objavio ovakvu ideju da ljudi moraju moći ponoviti ono što je on napravio kako bi mogli vidjeti utjecaj na atmosferu.

Navodi da se osjeća tužno zbog zagrijavanja planeta, te da je zatopljenje puno veće nego što je on sam predvidio. Rano upozorenje se ignorira, i još uvijek se samo izbacuju zagađivači koji će imati ogromne posljedice za 20 ili 30 godina. Ne govori o nečemu što će se dogoditi za 200 godina, već o nečemu što će se dogoditi kroz 20 – 30 godina. Dakle, vrijeme je da se nešto učini, a ljudi gube dragocijeno vrijeme.

U Kopenhagenu je bio skup na kojem su se okupljali znanstvenici kako bi zaustavili prepiranje, te je rekao da dolaze gotovo svi lideri, uključujući i one iz razvijenih zemalja

i zemalja u razvoju. Na pitanje „Što očekuje od tog skupa“, odgovorio je da se svi slažu da moraju učiniti nešto, i da to moraju učiniti sada. Jedini problem među liderima je taj što svaki od njih čeka da netko drugi preuzme vodstvo. Iz razloga da ljudi nebi mogli reći „ti si izazvao ovo, sada to popravi“. Također, u razvijenim zemljama govore „dok nam se ne pridružite, mi to nećemo učiniti“. Shvaćajući da je to veliki problem, prošla se ona glavna i najveća prepreka, i svjesni su ako se nešto ne pomjeni dogoditi će se katastrofalne posljedice.

Planet se već zagrijao za tri četvrtine stupnja, dakle, ako prijeđe taj prag od dva stupnja, očekuje da će se vidjeti velike kultne promjene. Npr. prvi je Arktik, koji će iz Svemira izgledati plavkasto, a ne bijelo. Drugi je „točka prevrtanja“, topljenje himalajskih ledenjaka, ti ledenjaci pružaju vodu svim većim riječnim sustavima u Aziji i o njima ovisi tri milijarde ljudi. Treći je permafrost, isparavanje, topljenje, izlaganje metana. Svi oni, jedan po jedan stvoriti će točku prevrtanja sa katastrofalnim posljedicama. U ovoj fazi ne možemo točno reći da će se nešto definitivno dogoditi, možemo reći da postoji vjerojatnost od barem 50% što bi se moglo dogoditi ako prijeđemo prag od ta dva stupnja.

Dr. Ramanatham naglašava da CO<sub>2</sub> uzrokuje 50% nevolja, a drugih 50% dolazi od plinova kao npr. metan, fluorogljikovodik, dušikov oksid koji dolazi iz gnojiva i crni ugljik. Stoga to ne vidi kao problem ograničen samo na CO<sub>2</sub>, već treba sagledati cijelokupnu sliku. Koncentracija ugljikovog dioksida je veća od 380 ppm. Moraju se smanjiti emisije CO<sub>2</sub>, ali se mora smanjiti i zagađenje ostalim plinovima.

Iako Kopenhagen uspijeva smanjiti koncentraciju CO<sub>2</sub> za 50%, koncentracija CO<sub>2</sub> prelazi 400 ppm. Postavlja se pitanje „što možemo učiniti?“. Postoji mnogo stakleničkih plinova koji su kratkog vijeka, kao npr. ozon, čiji je vijek trajanja samo mjesec dana, pa ako smanjimo emisiju plinova koji dovode do ozona, nestati će unutar nekoliko mjeseci. Možemo učiniti puno stvari, a ne se fokusirati samo na ugljikov dioksid.

Očito, obnovljivi izvori energije zvuče kao dobra ideja. posebno na temelju njegovog razgovora, biogoriva, solarna energija, energija vjetera, geotermalna energija itd. Može li se učiniti nešto drugo za S. Ameriku naspram Europe ili Azije?

Dr. Ramanatham: Solarna energija je moj prvi logičan izbor. Ja sam svoju kuću u potpunosti prebacio na solarni sustav, i to će mi se vratiti u roku od 8 godina. Stoga ne vidim da je solarna energija skupa. Solarna energija je na Aljasci problem, zbog geografske širine. Problem sa solarnom energijom je kako sačuvati energiju.

Posljednjih 35 godina posvetio je znanosti, i njegov rad je donosio jednu lošu vijest za drugom, stoga je odlučio da će postati dio rješenja, a ne dio problema. Nije lako s obzirom da smo ovisni o fosilnim gorivima, otkrio je da se tek počinje raditi na smanjenju emisije ugljičnog dioksida. Otprilike tri milijardi ljudi u svijetu nemaju pristup fosilnim gorivima, pa su glavni zagađivači drva za ogrijev, koji oslobađaju puno CO<sub>2</sub> i stakleničkih plinova. Ispada ako im damo pristup čistim gorivima, mogli bi uštedjeti ogromnu količinu zagađivača. Postoji velik broj rješenja koji čeka. [22]

## **15. ENERGETSKA BUDUĆNOST**

"...Kada bismo samo 3 posto teritorija Hrvatske prekrili Sunčevim pretvornicima u toplinsku i električnu energiju, dobili bismo oko osam puta više od današnje ukupne energetske potrošnje u Hrvatskoj."

Dr.sc. Natko Urli s Instituta "Ruđer Bošković" u svom tekstu objavljenom u biltenu Zeleni forum.

U posljednjih nekoliko desetljeća, a posebice danas, na početku novog tisućljeća, obnovljivi izvori imaju sve veću ulogu u svjetskoj proizvodnji energije. Iako su neki od njih poznati i koriste se još od davnina (npr. energija vjetra u vjetrenjačama ili energija vode u vodenicama obnovljivi ili alternativni izvori energije svoje 'mjesto pod suncem' dobivaju u vrijeme prvih tzv. energetskih kriza, sedamdesetih godina prošlog stoljeća.

Priroda nas svakodnevno "opskrbljuje", i to potpuno besplatno, velikim količinama sunca i vjetra. S druge strane, na našem planetu sve je manje nafte, ugljena i ostalih eksploatiranih dobara, čija je cijena usporedo s tom činjenicom sve veća i veća. Uz to, posljednjih godina čovjeku je sve više očito kako je prevelikim iskorištavanjem fosilnih

goriva značajno i najvjerojatnije nepopravljivo oštetio životni okoliš, ne samo sebe, već i svih vrsta na Zemlji.

## 16.ZAKLJUČCI

Život na Zemlji nastao je i opstao milijunima godina zahvaljujući povoljnim klimatskim prilikama. Klima se može promatrati kao obnovljivi resurs kojemu je energetska komponenta energija sunca, a materijalna komponenta su oceani kao rezervoari za vodu.

Energija sunca potiče kruženje vode na Zemlji i time omogućava život. Tamo gdje nema vode nema ni kvalitetnog života, npr. u pustinjama.

Klimatske promjene na zemlji dostigle su takav nivo da možemo govoriti o klimatskoj krizi. Vizija izlaska iz te krize je vrlo jasna i to je povratak na manje štetne izvore energije. Međutim, lobiji koji zagovaraju daljnju upotrebu fosilnih goriva i nuklearne energije daleko su premoćni na tržištu energije i trenutno nema nikakvih naznaka usporavanja potrošnje "prljavih" izvora energije. Takav pristup mogao bi u budućnosti znatno promijeniti klimu, a time bi život klimatski osjetljivih biljaka i životinja bio ugrožen.

Budući da sve vrste žive u prirodnoj ravnoteži to bi utjecalo na cijeli biološki sustav Zemlje. Da bi se izbjegla takva budućnost Zemlje, neke države počele su poticati programe štednje energije i prelazak na "čiste" izvore energije. Globalno gledano za sada nema velikog napretka u tome jer je količina energije dobivena na taj način zanemariva prema energiji dobivenoj od fosilnih goriva i nuklearnih elektrana.

Ugljen, nafta i prirodni plin nazivaju se još i fosilna goriva. Dva osnovna problema kod neobnovljivih izvora energije su da ih ima u ograničenim količinama i da onečišćuju okoliš. Sagorijevanjem fosilnih goriva oslobađa se velika količina CO<sub>2</sub> koji je staklenični plin. Najvjerojatnije je zbog toga došlo do globalnog porasta temperature na Zemlji. Nuklearna goriva nisu opasna za atmosferu, ali tvari nastale kod nuklearne reakcije ostaju radioaktivne još godinama i trebaju biti uskladištene u posebnim prostorijama. Kod obnovljivih izvora energije nema takvih problema. [21]

## 17. LITERATURA

- [1][http://www.fzoeu.hr/hr/energetska\\_ucinkovitost/obnovljivi\\_izvori\\_energije/](http://www.fzoeu.hr/hr/energetska_ucinkovitost/obnovljivi_izvori_energije/) (pristupljeno 11.7.2016.)
- [2][http://www.izvorienergije.com/obnovljivi\\_izvori\\_energije.html](http://www.izvorienergije.com/obnovljivi_izvori_energije.html)(pristupljeno 11.7.2016)
- [3]<http://www.vjetroelektrane.com/sto-je-vjetar> (pristupljeno 11.07.2016.)
- [4] [http://www.izvorienergije.com/news/problemi\\_s\\_efikasnoscu\\_vb\\_vjetrenjaca.html](http://www.izvorienergije.com/news/problemi_s_efikasnoscu_vb_vjetrenjaca.html) (pristupljeno 11.07.2016)
- [5]<http://www.vjetroelektrane.com/aktualno/817-najveca-vjetroelektrana-svijeta-roscoe> (pristupljeno 11.07.2016.)
- [6]<http://www.vjetroelektrane.com/svijet/2296-general-electric-predstavio-novi-vjetroagregat-za-srednje-i-niske-brzine-vjetra> (pristupljeno 11.07.2016.)
- [7][https://hr.wikipedia.org/wiki/Vjetroelektrane\\_u\\_Hrvatskoj](https://hr.wikipedia.org/wiki/Vjetroelektrane_u_Hrvatskoj) (pristupljeno 11.07.2016.)
- [8][https://hr.wikipedia.org/wiki/Sun%C4%8Deva\\_energija#Grijanje\\_vode](https://hr.wikipedia.org/wiki/Sun%C4%8Deva_energija#Grijanje_vode) (pristupljeno 11.07.2016.)
- [9]<http://e-gfos.gfos.hr/index.php/arhiva/broj-1/akumulacija-sunceve-energije>(pristupljeno 11.07.)
- [10][https://hr.wikipedia.org/wiki/Sun%C4%8Deva\\_energija](https://hr.wikipedia.org/wiki/Sun%C4%8Deva_energija)(pristupljeno 14.07.2016)
- [11]<http://www.zelenaenergija.org/clanak/sto-je-tocno-biomasa/2252> (pristupljeno 14.07.2016.)
- [12][http://www.izvorienergije.com/prednosti\\_biomase.html](http://www.izvorienergije.com/prednosti_biomase.html) (pristupljeno 14.07.2016.)
- [13][http://www.izvorienergije.com/news/proizvodnja\\_biomase\\_mora\\_postati\\_odrziva.html](http://www.izvorienergije.com/news/proizvodnja_biomase_mora_postati_odrziva.html) (pristupljeno 14.07.2016.)
- [14]<http://www.jutarnji.hr/domidizajn/savjeti/pelet-energent-buducnosti-osvaja-hrvate/2918234/> (pristupljeno 14.07.2016.)
- [15]<http://www.obnovljivi.com/energija-vode/57-nacini-pretvorbe-energije-vodotoka-u-elektricnu-energiju?showall=1> (pristupljeno 14.07.2016.)
- [16][https://hr.wikipedia.org/wiki/Hidroelektrana\\_Tri\\_klanca](https://hr.wikipedia.org/wiki/Hidroelektrana_Tri_klanca)(pristupljeno 20.07.2016.)
- [17][https://hr.wikipedia.org/wiki/Hidroelektrane\\_u\\_Hrvatskoj](https://hr.wikipedia.org/wiki/Hidroelektrane_u_Hrvatskoj)(pristupljeno 21.07.2016.)



[18]<http://www.obnovljivi.com/nove-tehnologije/1302-toplinska-energija-iz-tropskih-mora>(pristupljeno 01.09.2016.)

[19][https://hr.wikipedia.org/wiki/Konverzija\\_termalne\\_energije\\_oceana](https://hr.wikipedia.org/wiki/Konverzija_termalne_energije_oceana)(pristupljeno 01.09.2016.)

[20][http://www.izvorienergije.com/energija\\_i\\_ekologija.html](http://www.izvorienergije.com/energija_i_ekologija.html)(pristupljeno 01.09.2016.)

[21][http://www.izvorienergije.com/uvod\\_u\\_izvore\\_energije.html](http://www.izvorienergije.com/uvod_u_izvore_energije.html) (pristupljeno 05.09.2016.)

[22] Shields, C.S.: „Renewable Energy Facts and Fantasies“ , Published by Clean Energy Press, USA, ISBN: 0615388353 EAN-13: 9780615388359

## Popis slika

Slika 1. Simboličan prikaz presjeka zemljine kore.....	4
Slika 2. Prikaz korištenja geotermalne energije u kućanstvu.....	6
Slika 3. Prikaz elektrane koja radi na principu plime i oseke.....	7
Slika 4. Slikoviti prikaz elektrane koja se pokreće pomoću valova.....	8
Slika 5. Slikoviti prikaz nastajanja vjetra.....	9
Slika 6. Ruža vjetrova.....	10
Slika 7. Najveća vjetroelektrana u Svijetu – Roscoe – SAD.....	13
Slika 8. Najveća vjetroelektrana u Svijetu – Roscoe – SAD.....	19
Slika 9. Vjetroelektrana Danilo.....	19
Slika 10. Prikaz insolacije i distribucije sunčeve energije.....	21
Slika 11. Sunčev bazen Pustinja Atakama, Južna Amerika.....	22
Slika 12. Automobil koji pokreće solarna energija.....	24
Slika 13. Helios (grč. Sunce) bespilotna letjelica pri letu na sunčev pogon.....	25
Slika 14. Nastanak biomase.....	30
Slika 15. Drveni peleti.....	34
Slika 16. Shema hidroelektrane.....	36
Slika 17. Presjek nekih vrsta turbina.....	40
Slika 18. HE Tri klanca – Kina.....	41
Slika 19. HE Velebit.....	46
Slika 20. Shema nastajanja energije iz oceana.....	50