Prednosti obnovljih izvora energije u odnosu na alternativne izvore energije

Vidović, Dominik

Undergraduate thesis / Završni rad

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:117468

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Dominik Vidović, apsolvent
Preddiplomski studij Agroekonomike

PREDNOSTI OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U ODNOSU NA ALTERNATIVNE IZVORE ENERGIJE

Osijek, 2014.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Dominik Vidović,apsolvent
Preddiplomski studij smjera Agroekonomike

PREDNOSTI OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U ODNOSU NA ALTERNATIVNE IZVORE ENERGIJE

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. prof. dr. sc. Krunoslav Zmaić
2. prof. dr. sc. Davor Kralik, mentor
3. dr. sc. Ivan Plašćak, član

Osijek, 2014

Sadržaj

1. Uvod 1
2. Materijali i metode 2
3. Rezultati i rasprava 3
3.1. Energija 3
3.2. Nuklearna energija 5
3.2.1. Nuklearne elektrane 5
3.2.2. Najveće nuklearne katastrofe 8
3.2.3. Radioaktivni otpad 12
3.3. Obnovljivi izvori energije 13
3.3.1. Energija Sunca 13
3.3.2. Solarni kolektori ili solarna kuhala 13
3.3.3. Fotonaponske ćelije 15
3.4. Energija vjetra 17
3.4.1. Vjetroelektrana s horizontalnom osovinom 18
3.4.2. Vjetroelektrana s vertikalnom osovinom 19
3.5. Energija vode 21
3.5.1. Hidroelektrane 21
3.5.2. Hidroelektrane na morske mijene 23
3.5.3. Hidroelektrane na valove 24
3.6. Geotermalna energija 25
3.6.1. Toplinske crpke 28
3.7. Energija vodika 29
3.8. Biomasa 30
3.8.1. Primjena biomase 31
3.8.2. Utjecaj primjene biomase na okoliš 33
4. Zaključak 34
5. Popis literature 35
6. Sažetak 37
7. Summary 38
8. Popis slika 39
9. Temeljna dokumentacijska kartica 40

Popis kratica

OIE - Obnovljivi izvori energije

NE – Nuklearna elektrana

STE – Solarna termoelektrana

HE – Hidroelektrana

TMI – Three Miles Island

MW – Megawatt

GW – Gigawatt

PWR – Pressurised water reactor

BWR – Boiling water reactor

HWR – Heavy water reactor

AGR – Advanced gas reactor

HTGR– High temperature gas reactor

RBMK – Reaktor boljšoi močnosti kipjaščij

INES – International Nuclear Event Scale

IAEA – International Atomic Energy Agency

GWEC – Global Wind Energy Council

1. Uvod

Energija je presudni čimbenik opstanka i razvoja ljudske vrste, poput zraka, zemlje, hrane i vode. Kako tehnologija napreduje tako raste i ovisnost o energiji, prije svega električnoj.

Iako je energija esencijalna za život, korištenje iste je imalo brojne negativne posljedice na okoliš. Opravdana se smatra kako je velik porast potrošnje energije koji je posljedica ubrzanog razvoja i svjetskog gospoarstva u posljednja dva stoljeća doveo do onečišćenja okoliša. Odnosno onečišćenje okoliša je neposredno povezano s procesima pretvorbe energije. Pri tome se ponajviše misli na primjenu fosilnih goriva. Korištenjem fosilnih goriva se povećava koncentracija stakleničkih plinova (CO_2, CH_4), posljedice toga su brojne klimatske promjene kojih smo i sami svakodnevni svjedoci. Topliji klimatski pojasevi se svake godine pomiću sve bliže polarnom području, uragani, potresi, poplave, tsunamiji, promjene u datumima godišnjih doba, sve su to pokazatelji globalnog zatopljenja.

No i korištenje „čiste“, nuklearne energije je imalo vrlo negativan utjecaj kako na okoliš tako i na čovjeka.

Budući da predviđanja korištenja energije u budućnosti prikazuju porast potrošnje, vrlo je važno da pronađemo način opskrbe energije na način koji nije štetan za okoliš i klimu koja je najbitniji faktor života na zemlji.

Tako je ovim završnim radom u četiri poglavlja na temelju literarnih podataka obrađena tema alternativnih izvora energije. Prikazani su obnovljivi izvori energije (OIE) sa svojim principima rada i potencijalima, te nuklearni izvori energije. Odnosno, prikazane su brojne ekonomske i socijalne prednosti korištenja i razvijanja OIE u odnosu na nuklearnu energiju koja nije obnovljivi izvor energije, te tri katastrofe uzrokovane korištenjem nuklearne energije i njihov utjecaj na okoliš.

2. Materijali i metode

Sva istraživanja potrebna za izradu ovog rada baziranasu na traženju potrebnih informacija iz već postojećih izvora.
Za pretraživanje izvora informacija na internetu korišten je *web brower* Google Chrome instaliran na osobnom računalu.
Literatura u obliku knjiga pronađena je u suradnji s zaposlenicima Gradske knjižnice i čitaonice Vinkovci te knjižnice Elektrotehničkog fakulteta Osijek.

3. Rezultati i rasprava

3.1. Energija

Energija je fizikalna veličina kojom se opisuje međusobno djelovanje i stanje čestica nekog tijela te njegovo međudjelovanje s drugim česticama i tijelima, odnosno sposobnost obavljanja rada. Ishodište joj je u materiji. Energija nemože ni nastati, ni nestati već samo prelaziti iz jednog oblika u drugi. Mjerna jedinica za energiju prema međunarodnom sustavu mjernih jedinica je džul (J), u praksi se još koristi i kilovat-sat (kW/h) i njihovi drugi višekratnici.Osnovni izvori energije u prirodi(primarni) su: energija Sunca, energija Zemlje i energija gravitacije. Osnovni oblici energije koji omogućavaju funkcioniranje današnje civilizacije su uglavnom toplinska i električna energija, koje se daljnom tehničkom obradom i postupcima mogu prevesti u ostale oblike energije. Toplinska i električna energija se danas u velikom postotku dobivaju iz neobnovljivih izvora energije.

Izvori energije s obzirom na vremensku mogućnost njihovog iscrpljivanja se mogu podijeliti na:

-neobnovljive ili iscrpive

-obnovljive ili neiscrpive

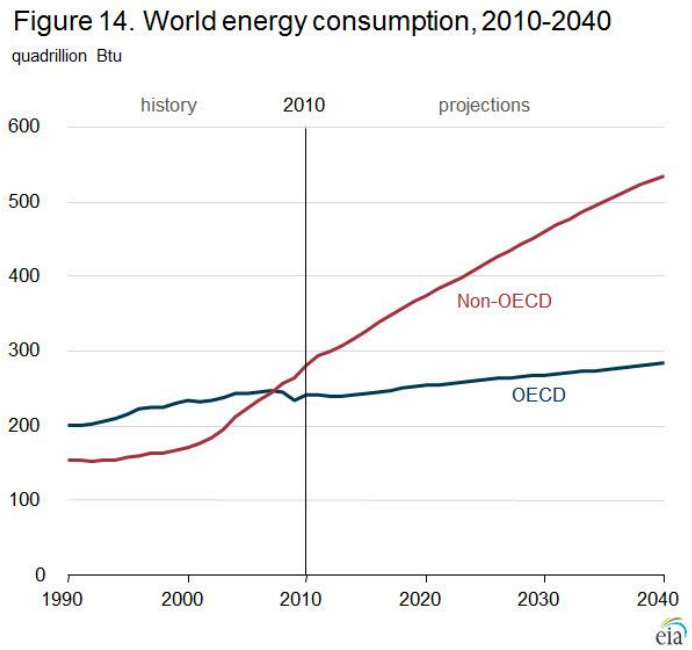
Neobnovljivi izvori energije ili konvencionalni su oni čija je količina na Zemlji konačna i ograničena. Obuhvaćaju fosilna goriva i nuklearna goriva koji se procesima pretvorbe troše (iscrpljuju) i više se ne mogu koristiti tj. ne mogu se obnavljati.*(Boris Labudović i sur. 2002)*

Obnovljivi izvori energije ili nekonvencionalni su izvori energije sačuvani u prirodi i obnavljaju se u cijelosti.*(Ljubomir Majdandžić, 2008)*

Ti izvori su na Zemlji na raspolaganju u neograničenim količinama. Iako se procesima pretvorbe troše, njihove se količine samo privremeno iscrpljuju, odnosno uvijek se mogu nadoknaditi i obnoviti.

Alternativni izvori energije je također pojam koji se često koristi, a odnosi se na energiju generiranu iz alternativnih izvora u odnosu na fosilna goriva, na način koji ne šteti okolišu.Pod tim terminom se misli na nuklearnu energiju i na obnovljive izvore energije.

Budući da predviđanjakorištenja energije u budućnosti prikazuju porast potrošnje (slika 1.) vrlo je važno da pronađemo način opskrbe energijom na način koji nije štetan za okoliš i klimu koja je najbitniji faktor života na zemlji.



Slika 1.: Projekcija svjetske potrošnje energije u razdoblju od 1990-2040 godine

Izvor: EIA

3.2. Nuklearna energija

Nuklearna energija je energija koja se oslobađa ili raspadom jedne atomske jezgre na dva atoma ili spajanjem dvije atomske jezgre u jedan novi atom.

Nuklearne elektrane su postrojenja u kojima se energija fisije atoma transformira u električnu energiju, i to posredstvom toplinske energije proizvedene u nuklearnom reaktoru. *(Danilo Feretić i sur., 1995)*

Toplinska se energija u nuklearnoj elektrani iskorištava slično kao i u svakoj termoelektrani, posredstvom kružnog procesa voda-para u parnoj turbini. U tom je smislu nuklearna elektrana u osnovi termoelektrana, samo što se u njoj toplinska energija ne proizvodi izgaranjem fosilnih goriva, nego fisijom atoma urana i plutonija. Nuklearne elektrane kao gorivo koriste izotop uranija U-235 koji je vrlo pogodan za fisiju.

3.2.1. Nuklearne elektrane

Nuklearna elektrana se sastoji od 2 konstitutivna dijela:

1. Primarno postrojenje- odnosi se na reaktor, elemente primarnog kruga i na pomoćne sustave reaktora.
2. Sekundarno postrojenje- turbinsko i električno postrojenje elektrane.

Pod raznim tipovima nuklearnih elektrana smatramo nuklearne elektrane s raznim tipovima primarnog (reaktorskog) postrojenja, jer je sekundarno postrojenje kod svih tih elektrana u osnovi isto i slično postrojenju kod klasičnih termoelektrana.

Osnovni materijali prema kojima se nuklearni reaktori razlikuju su (3):

1.Nuklearno gorivo (prirodni ili obogaćeni uran, metalni uran ili oksid urana).

Procjenuje se da urana u Zemljinoj kori do 20km dubine ima i 50 000 milijardi tona. Države s najvećim poznatim zaliha uranija su Australija, Kazahstan, Kanada, JAR i Namibija. No kako prirodni uranij sadrži samo 0.72% izotopa U-235, u posebnim se postrojenjima (tzv. oplodni reaktor) njegov udio u rudi povećava na 5% obogaćenja. Prema današnjim tehničkim mogućnostima ekonomski je isplativo vađenje samo desetak uranijevih ruda, od kojih su najpoznatije uraninit, branerit, i euksenit.Umjesto obogaćenog urana može se kod reaktora djelomično upotrijebiti i plutonij.

2.Moderator (obična voda, teška voda, grafit).

3. Rashladni fluid (obična voda, teška voda, ugljik-dioksid, helij, tekući metal).

Iako postoji mnogo reaktorskih tipova, u praksi su se dokazali i šire primijenili samo neki.

A to su:

Reaktor hlađen i moderiran običnom vodom. Taj reaktor dolazi u dvije varijante:

PWR (Pressurized water reactor) ili tlakovodni reaktor u kojemu voda u reaktoru ima tlak viši od tlaka zasićenja. Gorivo ove vrsta reaktora je oksid obogaćenog urana. Nuklearna elektrana krško ima ovaj tip reaktora.

BWR (Boiling water reactor) ili kipući reaktor jer voda u ovom reaktor kipi. Kao gorivo ovog reaktora se također koristi oksid obogaćenoh urana.

Rektor hlađen i moderiran teškom vodom ili **HWR** (Heavy water reactor), izvodi se samo u verziji s tlakom vode višim od tlaka zasićenja, tj. kao tlakovodni reaktor. Gorivo ovog reaktora je oksid prirodnog ili obogaćenog urana.

Reaktor moderiran grafitom ili hlađen ugljik-dioksidom (plinom hlađeni reaktor). Dolazi u dvije verzije:

Prva generacija reaktora poznata pod nazivom **magnox** dobila je ime po leguri magnezija koja se upotrebljava kao materijal za obloge gorivnih šipki. Gorivo reaktora je metalni prirodni uran.

Druga generacija grafitnih reaktora obilježavana kraticom **AGR** (Advanced Gas Reactor) bitno je različita od prve u izvedbi i materijalu gorivnih šipki. Obloge gorivnih šipki kod ovog reaktora su od nehrđajućeg čelika. Gorivo reaktora je oksid obogaćenog urana.

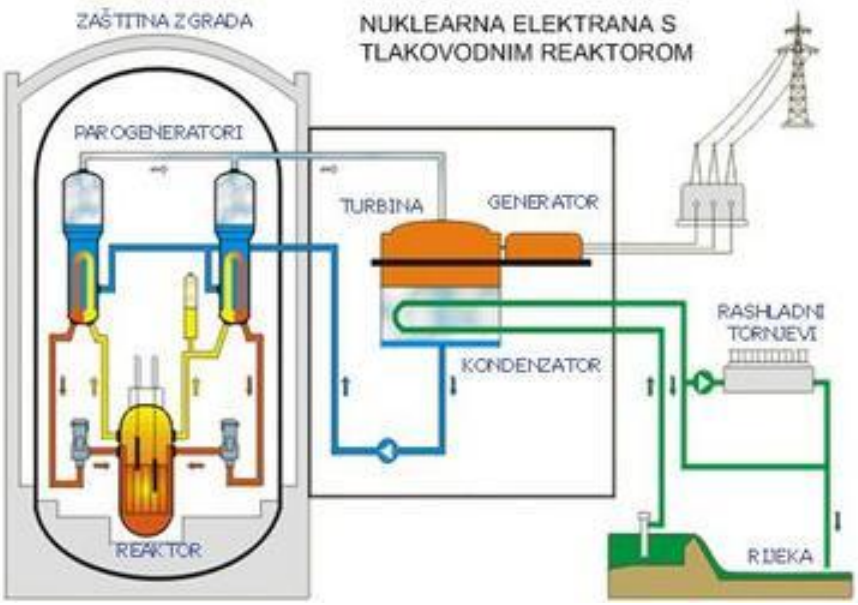
Reaktor moderiran grafitom i hlađen kipućom vodom. Reaktor tog tipa se gradi samo na području bivšeg SSSR-a, a označava se kraticom **RBMK** (reaktor boljšoi močnosti kipjaščij).Gorivo reaktora je oksid obogaćenog urana.

Reaktor moderiran grafitom i hlađen helijem. Taj reaktor, poznat kao visoko temperaturni reaktor ili HTGR (High temperature gas reactor). To je posljedni korak u razvoju grafitom moderiranih reaktor, gorivo reaktora je oksid obogaćenog urana.

Broj nuklearnih reaktora u pogonu 2013 godine je bio 436 sa ukupnom instaliranom snagom od 372900 MW.[1]

Najzastupljeniji su reaktori tipa PWR sa 264, BWR sa 92 i HWR sa 44 reaktora na svijetu..

Jezgra reaktora izvor je toplinske energije u primarnom postrojenju nuklearne elektrane, a čine je nuklearno gorivo (prirodni ili obogaćeni uran), regulacijske i zaustavne šipke, moderator, rashladni fluid i konstrukcijski elementi. Dakle, svi materijali i sustavi potrebni za ostvarivanje samoodržavajuće lančane reakcije, njen nadzor te odvod generirane topline. Za korištenje u nuklearnom reaktoru nuklearno gorivo se oblikuje u tanke cijevi koje se povezuju u cjelinu ili u kugle koje slobodno leže u fluidu. Energija dobivena lančanom reakcijom nuklearnog goriva pretvara se u toplinu koja se rashladnim fluidom odvodi iz reaktora. Zagrijani rashladni fluid (nekoliko stotina ° C) zagrijava drugi krug vode i pretvara je u paru koja onda pokreće turbine, a one generatore koji proizvode električnu energiju i šalju je električnu mrežu.



Slika 2. : Diagram rada NE s tlakovodnim reaktorom (PWR).

(Izvor: http://www.mojaenergija.hr/index.php/me/Knjiznica/Teme/Nuklearna-energija/Nuklearne-elektrane-s-tlakovodnim-reaktorom)

[1] Međunarodna agencija za nuklearnu energiju, Nuclear power reactor in the world, Beč, 2012. dostupno na: www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/RDS2-32_web.pdf datum pristupa 20.5.2014

3.2.2. Najveće nuklearne katastrofe

Otok tri milje (TMI)

U nuklearnoj elektrani *Otok tri milje* (Three Miles Island, TMI) kod Harrisburga u SAD-u na Reaktoru PWR tipa snage 900MW, dogodio se 28.ožujka 1979. teški kvar.

Relativno neznatan kvar razvio se u ozbiljno oštečenje goriva kombinacijom pogrešne indikacije razine vode u tlačniku i pogrešne reakcije operatera koji je sat vremena nakon početka nenormalnosti u radu isključio glavnu cirkulacijsku pumpu.

Zbog pogrešne procjene signala i obustavljanja rada pumpi sustava za hlađenje reaktora jezgra je ostala bez hlađenja. Brzo pregrijavanje zbog generacije ostatne topline u nuklearnom gorivu je rezultiralo taljenjem gornjeg dijela jezgre i slijevanjem rastopljene mase u donji dio reaktorske posude.

Budući da tijekom kvara nije došlo do narušavanja integriteta primarnog kruga, većina radioaktivnosti je zadržana. Nešto radioaktivnih plinova je prodrlo u pomoćnu reaktorsku zgradu kroz pomoćne reaktorske sustave, a nešto u zaštitnu posudu. U zaštitnoj posudi je došlo i do povišenja koncentracije vodika zbog reakcije cirkonija i vode. Doza zračenja izvan ograde elektrane tijekom nesreće nije prelazila razinu koja bi ugrozila lokalno stanovništvo. Malu dozu zračenje u okoliš treba prvenstveno zahvaliti zadržavanju radioaktivnih tvari u reaktorskoj posudi i zaštitnoj posudi.Brojna zdravstvena istraživanja UN-a su pokazala da dugoročnih posljedica po zdravlje stanovništva u okolici elektrane nema. Nesreća na TMI nije imalaveliki utjecaj na okoliš, ali je imala jako veliki utjecaj na javnu percepciju o sigurnosti nuklearnih elektrane.

Američka regulatorna komisija je nakon tog kvara znatno proširila zahtjeve za ugradnjom novih tehničkih sustava i školovanjem operatera kako bi se praktički eliminirala mogućnost pojave sličnog kvara na nekoj drugoj nuklearnoj elektrani. Izdan je poseban dokument (NUREG 737) koji specifira više desetaka zahvata na opremi, pogonskim postupcima i školovanju pogonskog osoblja koje svaka nuklearna elektrana u SAD-u mora ugraditi i primijeniti. (Danilo Feretić i sur., 2000.)

I nuklearna elektrana Krško je tijekom posljednih godina usvojila sve te zahtjeve.

Radovi na uklanjanju rastaljene i teško oštećene jezgre započeli su u listopadu 1979 godine, a službeno su završeni 1993. godine, sa ukupnim troškom sanacije od 1 milijarde dolara.[2]

Černobilska katastrofa

Usprkos činjenici da je taj tip reaktora (RBMK) poznat kao nestabilan u uvjetima kad radi jako smanjenim kapacitetom, operateri černobilskog reaktora 4. počeli su ga pripremati 26.travnja 1986 godine za rutinski pokus.

Pokusom se trebalo utvrditi koliko će se još okretati njegove turbine i proizvoditi električnu energiju nakon što se reaktor isključi. Pritom su napravili jednu vrlo glupu pogrešku, automatski sustav za prekid rada reaktora bio je isključen, kao i onaj za rashlađivanje u nuždi. Smanjen je kapacitet rada, ali uskoro je počela izbijati para, smanjujući krucijalni protok vode za rashlađivanje.

Pogreška napravljena prije, u kombinaciji sa specifičnom (lošom) konstrukcijom reaktora rezultirala je porastom produkcije električne energije, a nakon nekoliko minuta katastrofalnim električnim udarom. Pojavile su se pukotine na dijelu nuklearnog goriva, koje su izazvale pregrijavanje golemih količina vode zbog čega se nakupila velika količinapare.

Unutrašnji pritisak dosegnuo je kritičnu točku i dignuo u zrak pokrov iznad reaktora težak 1000 tona te ga raznio na komadiće.

Nakon što je odletio komad krova došlo je do reakcije između kisika iz zraka sa vrlo visokim temperaturama reaktora i grafitnog moderatora na krajevima kontrolnih poluga, uzrokujući takozvanu "Grafitnu vatru" koja je najviše pridonijela širenju radioaktivnog oblaka na daljnja područja. Požar je dugo divljao, a ugašen je tek nakon deset dana.

[2] New York Times, 14-Year Cleanup at Three Mile Island Concludes, dostupno na http://www.nytimes.com/1993/08/15/us/14-year-cleanup-at-three-mile-island-concludes.html, datum pristupa 25.5.2014.

Posljedice Černobilske katastrofe

U velikom radioaktivnom oblaku koji je nastao prilikom eksplozije, je u većoj ili manjoj mjeri kontaminirao sve europske zemlje osim Malte, Španjolske i Portugala. U svim zemljama sjeverne hemisfere su se par dana nakon nesreće mogli detektirati radionuklidi iz Chernobyla.

Više od 200.000 km^2 teritorija je je primilo velike količine radijacije. Preko 70% tog teritorija otpada na 3 najviše pogođene zemlje Bjelorusiju, Rusiju i Ukrajinu. Okoliš zone isključenje (30km oko elektrane) se čini oporavio, no dugotrajne posljedice (poput genetskih mutacija, koje se nemoraju manifestirati nekoliko generacija) se tek treba utvrditi.

Osim 31 neposredne žrtve, pravi broj žrtava je nepoznat, jer se neznaju kasni efekti ozračenja ljudi. Riječ je o dozama uslijed zračenja izotopa, poput ^{137}Cs s vremenom poluraspada 30 godina, a koji su se nataložili u tlu i vodama, pa se ishranom unose u ljudski organizam. Bjelorusija je najviše bila pogođena radioaktivnim zračenjem jer je zbog vjetra najviše radioaktivnih čestica došlo na njen teritorij.Radijacija je izazivala smrt nakon nekoliko tjedana. Sa područja grada Prypjat-a su vlasti evakuirale 115 000 ljudi, te 1987 godine oko 220 000 ljudi sa područja Bjelorusije, Ukrajine i Rusije.

Prema podacima UN-ovih agencija (1986. , 2002. , 2008.) do 2005. godine je prijavljeno 6000 slučaja rake štitnjače kod djece i adolescenata. Ekosistem u blizini reaktora također je pretrpio posljedice jer su šume oko elektrane promijenile boju u nijansu ljubičasto-smeđe boje, te su prozvane "Red forest" („crvena šuma“), a stradao je i velik broj životinja.

U cijeloj tragediji je najtužnije što su pod utjecajem radijacije najranjivije stanice u razvoju koje se brzo množe, a takve su upravo dječje, zbog čega su ona posebno teško pogođena. Smatra se da je u danima nakon eksplozije oko milijun ukrajinske i bjeloruske djece bili izloženo radijaciji tisuću puta jačoj od normalne. Posebno je opasan bio radioaktivni jod, koji je apsorbirala dječja štitnjača. Ako tome pridodamo radioaktivni cezij, kojeg još uvijek ima u vodi, mlijeku, gljivama i pojedinom povrću, nije čudno što mnoga černobilska djeca i danas obolijevaju od raka, mrene, ili umiru.

Fukushima-Daiichi nuklearna nesreća

11. ožujka 2011. godine, potres magnitude 9.0 po Richteru, tsunami koji je pogodio sjeveroistočnu obalu Japana je uzrokovao uzrokovao je najveću i treću nuklearnu nesreću u Japan-u nakon bombardiranja Hiroshime i Nagasakija 1945 godine.A najveću nesreću u svijetu nakon Chernobyl-a 1986. godine prema međunarodnoj ljestvici za nuklearne nesreće (engl. International Nuclear Event Scale - INES).INES ljestvica koristi se za ocjenu ozbiljnosti nuklearnih incidenata. Razvijena je od strane Međunarodne agencije za nuklearnu energiju (International Atomic Energy Agency - IAEA), a događaji se mjere ljestvicom od jedan do sedam. Broj 7 je najgora moguća nesreća, Chernobyl i Fukushima su jedini incidenti ocijenjeni ovim brojem.

Iako potres nije oštetio reaktore elektrane Fukushima 1 koja ima 6 reaktora tipa BWR ukupne snage 3706 MW. Tsunami koji je uslijedio sat vremena nakon potresa je uništio 12 od 13 dizelskih generatora i spremnike goriva koji su dio pomoćnog sustava napajanja u slučaju nesreće, te služe kao izvor energije sustava za hlađenje reaktora. Sa totalnim gubitkom energije zbog automatskog gašenja reaktora u slučaju potresa, i katastrofalnog tsunamija došlo je do porast temperature unutar jezgri reaktora. Visoka temperatura unutar reaktora broj 1, 3 i 4 je nakon toga za posljedicu imalaveliku koncentraciju vodika zbog reakcije cinka u oblogama i vode. Vodik bi inače bio proveden u inertno stanje te zapaljen, unutar zaštitne zgrade reaktora, ali to nije napravljeno zbog nedostatka ele. energije. Radnici su usmjerili vodik u druge komore zgrade gdje je on eksplodirao u 3 eksplozije u razdoblju od 11.-15 ožujka 2011. Tri radnika su direktno umrla od posljedica potresa i tsunamija, a 15 ih je ozlijeđeno u eksplozijama koje su uslijedile. Evakuirano je stanovništvo od otprilike 160 000 ljudi.

Posljedice radijicije zbog izpuštanje radioaktivne vode iz podzemnih spremnika tek treba procijeniti i utvrditi.

3.2.3. Radioaktivni otpad

Pravi problem nuklearne energije uz katastrofalne posljedice nuklernih nesreća, je radioaktivni otpad koji nastaje prilikom korištenja iste. Taj radioaktivni otpad potječe iz dva osnovna izvora: aktivacije materijala u reaktoru i fisija.

Radioaktivni otpad iz postrojenja nuklearne energetike sačinjavaju sve radioaktivne otpadne tvari koje nastaju u procesima nuklearnog gorivnog ciklusa i tijekom pogona nuklearnih elektrana.(Danilo Feretić, 1995.)

Navedeni otpad se dijeli u tri osnovne: Niskoaktivni, srednjoaktivni, i visokoaktivni otpad. Osim istrošenog goriva, u radioaktivni otpad spadaju i onečišćena radna odijela, alati, talozi od pročišćavanja i drugo. Godišnje se stvara oko 9000 t takvog otpada.

Radioaktivni otpad, pogotovo visokoaktivni je vrlo opasan i može nepovoljno utjecati na žive organizme i okoliš. Istrošeno se gorivo prvo sprema u duboke i izolirane bazene s vodom unutar elektrane. Iako se niskoaktivni i srednjeaktivni otpad može relativno lako odložiti pomoću metode „plitko skladištenje“, odnosno zakopavanjem izoliranih bačvi u armirane betonske posude sa zaštitom od doticaja sa oborinskim i podzemnim vodama. Pravi problem predstavlja visokoaktivni otpad koji se dubokim skladištnjem uz prethodnu vitrifikaciju se skladišti u geološki podobne i stabilne terene, najčešće se biraju granitni masivi. Primjer takvih skladišta su Forsmark (Švedska), Schacht Konrad 1 (Njemačka), te Yucca Mountain (SAD).Druga opasnost koju predstavlja istrošeno gorivo je ta što se njegovom preradom „obogaćivanjem“ izdvajaju izotopi uranija i plutonija, koji se mogu uporabiti za atomsku bombu. Upravo zato se svijet snažno protivi gradnji nuklearnih elektrana u Sjevernoj Koreji i Iranu. Potrebno je naglasiti da još uvijek nije postignuto jednoznačno i dugoročno rješenje konačnog odlaganja radioaktivnog otpada. Sve trenutna svjetska rješenja odlaganja ovoga otpada su privremena (na rok od 50 do 60 godina), jer nitko neželi takav otpad u svom dvorištu. Postoji više prijedloga o mjestu konačnog odlagališta nuklearnog otpada, ali sve države i organizacije sigurnim smatraju samo odlaganje u tlu. Odlaganje u oceane, zone podvlačenja litosfernih ploča, u ledenjacima i u svemiru odbačeno je zbog mnoštva nedostataka. Konačno odlagalište u tlu mora ispunjavati mnoge preduvjete, a svakako su najvažniji geološka stabilnost, odsustvo podzemnih voda, velika sigurnost i udaljenost od gusto naseljenih područja. No uvijek ostaje pitanje što će s otpadom biti nakon više stotina godina, kako sigurno čuvati u svim političkim i prirodnim mijenama idućih stoljeća!?

3.3. Obnovljivi izvori energije

Obnovljive izvere energije možemo podijeliti u dvije glavne kategorije:

- tradicionalne obnovljive izvore energije, poput biomase i velikih hidroelektrana

- "nove obnovljive izvore energije" poput energije Sunca, energije vjetra, geotermalne energije itd.

3.3.1. Energija Sunca

Sunce je prije svega užarena zvijezda koja predstavlja središte Sunčevog sustava. U njezinoj unutrašnjosti odvijaju se nuklearne reakcije točnije fuzija, pri čemu dolazi do spajanja vodikovih atoma u helij uz oslobađanje velike količine energije. Tako svake sekunde energija u obliku svijetlosti i topline se širi svemirom te dolazi i do Zemlje. Količina energije koju sunce u svakom satu emitira prema Zemlji dovoljna je za pokrivanje sveukupnih energetskih potreba čovječanstva u cijeloj kalendarskoj godini.

Sunčeva se energija može iskorištavati aktivno ili pasivno

Aktivna primjena Sunčeve energije podarzumijeva njezinu izravnu pretvorbu u toplinsku ili električnu energiju. Pri tome se toplinska energija od Sunčeve dobiva pomoću solarnih kolektora ili solarnih kuhala, a električna pomoću fotonaponskih (solarnih) ćelija.

Pasivna primjena Sunčeve energije znači izravno iskorištavanje dozračene Sunčeve topline odgovarajućom izvedbom građevina (smještajem u prostoru, primjenom odgovarajućih materijala, prikladnim rasporedom prostorija i ostakljenih ploha itd). Toplina se kroz zgradu prenosi prirodnom konvekcijom, a ne s pomoću pumpa ili ventilatora kao u aktivnom sustavu. Pasivne kuće su tako projektirane i izrađena da je cijela zapravo djelotvoran kolektor i spremnik energije..

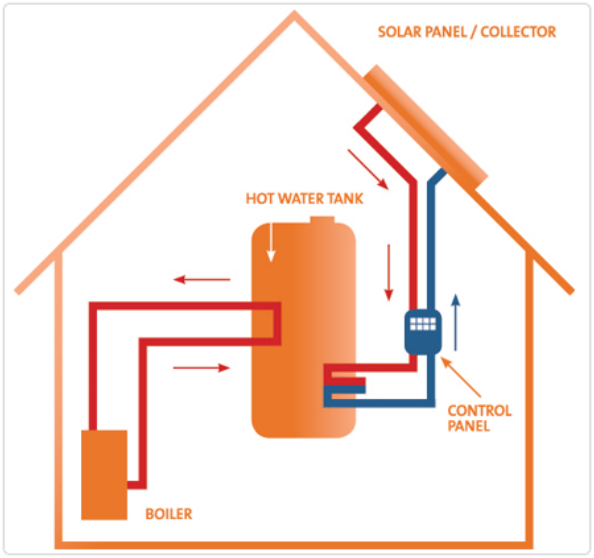
3.3.2. Solarni kolektori ili solarna kuhala

Toplinska se energija može dobiti iz sunčane energije pomoću solarnih kolektora, a koristi se za zagrijavanje vode. Sustavi uglavnom se sastoje od kolektora, spremnika i crpke s pomoću koje radni fluid prisilno cirkulira kroz kolektor i skupljenu toplinu prenosi u spremnik ili neposredno u trošilo. Sunčani se kolektori najčešće instaliraju na krovove objekata, s tim da je moguća i instalacija na fasadu.

Najčešće korišteni tipovi kolektora su pločasti (ravni) i vakuumski kolektori (cijevasti). Dalje se mogu razlikovati po temperaturi koju postiže radni medij, tako imamo: nisko, srednje i visoko temperaturne primjene. Sunčani kolektor sastoji se od apsorbera unutar kojega je položen niz paralelno spojenih bakrenih cijevčica.

Apsorber je s gornje strane premazan posebnim premazom koji omogućava visoki stupanj propusnosti za sunčevo zračenje.

Dobra izolacija između stijenke kućišta i apsorbera nužna je za učinkovitost kolektora. Apsorber služi kao izmjenjivač topline, jer s jedne strane apsorbira energiju sunčevog zračenja, a s druge strane tu toplinu predaje radnom fluidu, koji se dalje vodi u spremnik potrošne tople vode.



Slika 3. : Diagrama rada solarnog kolektora



Slika 4. : Pločasti i vakumski solarni kolektor

3.3.3. Fotonaponske ćelije

Fotonaponske ćelije služe za pretvarenje sunčeve energije u električnu energiju. Sustavi fotonaponskih ćelija mogu biti autonomni ili spojeni na elektroenergetsku mrežu. Fotonaponski modul sastoji se od niza serijski povezanih fotonaponskih ćelija, koje izložene suncu proizvode ele. energiju. Ćelije se proizvode od amorfnog, monokristaličnog, multikristaličnog ili trakastog kristaličnog silicija.

Fotonaponski moduli razvijaju relativnu malu snagu ele. energije (do nekoliko stotina vata), no povezani postiženu željeno povećenje snage. Generirana istosmjerna struja se pomoću izmjenjivača pretvara u izmjeničnu struju pogodnu za korištenje u kućanstvu ili za predaju u mrežu. Ovakvi sustavi obično zahtijevaju spremnik energiju u obliku akumulatora. Radi dodatne efikasnosti moduli se mogu postaviti sustav (jedna-os ili dvije osi) koji tijekom dana prati kretanje sunce te osigurava dobru izloženost modula suncu. Dobar primjer korištenja fotonaponskih ćelija su sateliti u svemiru, o kojima ovisi sva komunikacijska mreža svijeta.



Slika 5. : Fotonaponski moduli

Sunčeva energija se može pretvoriti u električnu kontcentriranjem sunčevih zraka u solarnim termoelektranama. Solarne se elektrane u osnovi nerazlikuju puno od klasničnih termoelektrana u dijelu koji pretvara toplinsku u električnu energiju. One upotrebom ogledala usmjeravaju zrake sunca u jednu točku u kojoj se radni fluid zagrijava na visoku temperaturu te tako pokreće generatore. Protočna solarna termoelektrana (slika 6.), solarna termoelektrana sa centralnim tornjem (slika 7.), solarna termoelektrana sa paraboličnim tanjurom (slika 8.) su najbolji primjeri solarnih termoelektrana.



Slika 6. : Dio parabolične protočne STE u SAD-u snage 354 MW



Slika 7. : STE sa tornjem u Španjolskoj snage 11 MW



Slika 8. : STE sa paraboličnim tanjurem

Najširu primjenu su ostvarili fotonaponski sustav jer su cijene fotonaponskih sustava drastično pale u zadnjih nekoliko godina. Najveći udio u dobivanju energije iz sunca na svijetu je ostavarila Njemačka, zatim slijede Italija i Belgija.

3.4. Energija vjetra

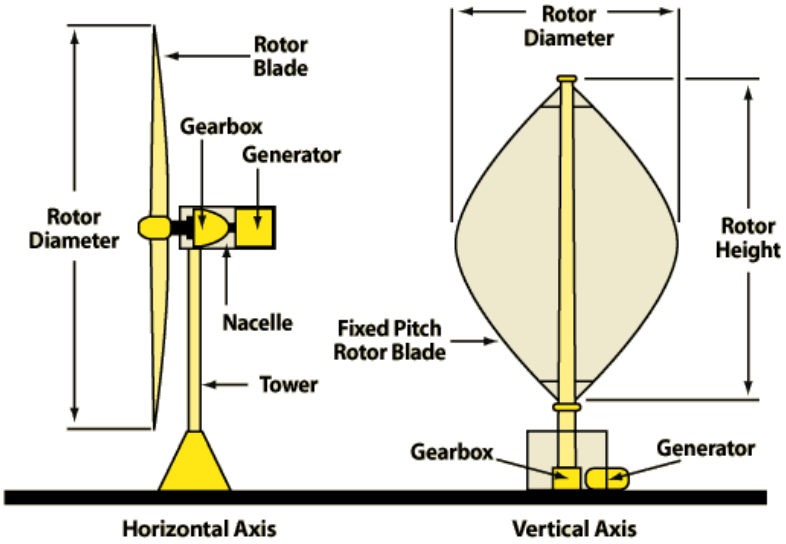
Kao posljedica nejednolikog zagrijavanja zemljine površine toplinom koja dolazi sa Sunca, u atmosferi se stvaraju razlike tlakova, koje naposlijetku rezultiraju gibanjem zraka, tj vjetrom. Oko 1 do 2 posto energije koja dolazi sa Sunca se pretvara u energiju vjetra.

Iskorištavanje energije vjetra se provodi na samo jedan način – vjetroelektranama.

U vjetroturbinama se iskorištava kinetička energija vjetra i pretvara u mehaničku energiju rotora koji pokreće generator I proizvodi električnu energiju. Dakle, energija vjetra se iskorištava isključivo za proizvodnju električne energije.

Na snagu vjetroelektrane uvelike utječe i mjesto postavljanja elektrane. One mogu biti postavljene na kopnu I na pučini.

Na kopnu se postavljaju na uzvišenim mjestima, uglavnom zaobljenim brdima između dvije doline, gdje dolazi do strujanja zraka pri većem pritisku, pa tako i pri većoj brzini, što rezultira većom snagom. Na brzinu vjetra uvelike utječe trenje o površniu zemlje i raslinje, pa se sukladno tome odabiru područja za postavljanje polja vjetroelektrana.
U odnosu na kopno, morska površina je puno glađa i ima manje trenje pa se u brojnim slučajevima elektrane postavljanju duž obale, a često I na otocima (npr. u Hrvatskoj, otok Pag).



Slika 9. : Diagram rada VE sa horizontalnom i vertikalnom osovinom

Osim na kopnu, one se mogu postavljati i na morskoj površini gdje je zrak manje turbulentan, što znači manje trošenje pokretnih dijelova, a samim time i dulji životni vijek elektrane. Turbulencije su nepravilni tokovi vjetra koji obično dolaze u vrtlozima i nemogu se iskorititi vjetroturbinom, već uglavnom nepogodno opterećuju mehaničke dijelove i time štete postrojenju.

Sama vjetroelektrana može biti izvedena na 2 načina: sa horizontalnom i vertikalnom osovinom, a svaka od njih ima svoje prednosti i nedostatke.

3.4.1. Vjetroelektrana s horizontalnom osovinom

Vjetroelektrana s horizontalnom s osovinom je prepoznatljiva po tome što se nalazi na visokom tornju, na čijem je vrhu smještena strojarnica sa generatorom, na koji je spojena turbina s lopaticama za iskorištavanje vjetra. Ova vrsta je efikasnija isključivo zbog toga što se rotor nalazi na većoj visini, pa je time više udaljena od tla gdje su veće turbulencija, a brzina vjetrova se povećava sa udaljenosti od tla. Dakako, cijena ovakvih postrojenja je veća, zbog skupoće visokih tornjeva i složenosti održavanja na velikim visinama.



Slika 10. : Primjer VE s horizontalnom osovinom snage 7.5 MW, Belgija

3.4.2. Vjetroelektrana s vertikalnom osovinom

Vjetroelektrana s vertikalnom osovinom je u praksi puno rjeđa, zbog njene manje iskoristivosti, iako je puno jednostavnija za održavati. Prepoznaje se po tome što se strojarnica sa generatorom nalazi gotovo na tlu, dok su lopatice rotora uzdignute koliko to tehnologija izrade dopušta, s obzirom na to da podnose velika opterećenja pod naletima vjetra.



Slika 11. : Primjer VE s vertikalnom osovinom

Prema podacima svjetskog vijeća za energiju vjetra (**GWEC**) iz 2013. godine kapacitet instalirane snage na svjetskoj razini je bio 318 105 MW, najviše instaliranog kapaciteta zbog najvećeg potencijala se nalazi u slijedećim zemljama[3]:

Kina (91,412 MW),

SAD (61,091 MW),

Njemačka (34,250 MW),

Španjolska (22,959 MW),

Indija (20,150 MW)

UK (10,531 MW)

Danska (4772 MW)

[3] Svjetsko vijeće za energiju vjetra (GWEC), Godišnje izvješće 2013, dostupno na http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2014/04/GWEC-Global-Wind-Report_9-April-2014.pdf, datum pristupa 26.5.2014

3.5. Energija vode

3.5.1. Hidroelektrane

Pod pojmom „energije vode“ odnosno jednostavnije hidroenergije obuhvaćene su sve mogućnosti za dobivanje energije iz strujanja vode u prirodi:

- Iz kopnenih vodotokova (rijeka, potoka, kanala i sl)
- Iz morskih mijena (plima i oseka)
- Iz morskih valova

Kopneni vodotokovi potječu od kruženja vode u prirodi pa njihova energija zapravo potječe od Sunčeve. Morski valovi, barem oni koji su uzrokovani vremenskim prilikama zbog čega su prilično pravilni i mogu se iskorištavati, također potječu od Sunčeve energije.Energija morskih mijenja potječe od gravitacijskog međudjelovanja Mjeseca i Zemlje.

Kada se govori o energiji vode u RH kao obnovljivom izvoru energiju uglavnom se podrazumijevaju samo hidroelektrane malih kapaciteta (od 50 do 5000 kW), a ne na sve HE.

Osnovni razlog tome je utjecaj HE na okoliš, odnosno stavranje najmanjeg utjecaja na okoliš. Kod velikih HE je utjecaj na okoliš vrlo velik jer redovito dolazi do značajnih promjena krajolika zbog potapanja čitavih dolina pa i naselja (najnoviji primjer projekt „Tri doline“ u Kini), velikih emisija metana (od truljenja potopljenih biljaka), lokalnih promjena klime zbog velikih količna vode itd.

Za razliku od toga, utjecaj malih HE je bitno manji jer se nerijetko mogu dobro uklopiti u krajolik (npr. Iskorištavanjem postojećih hidroenergetskih sustava, napuštenih mlinova i sl), mala je potrošnja energije za njihovu izgradnju, cijeli sustav nije velik.

Proces pretvorbe energije vode u električnu vrši se u hidroturbinama i generatorima.

U hidroturbinama se kinetička energija vode pretvara u mehaničku energiju na vratilu turbine, a mehanička se transformira u električnu na generatoru.

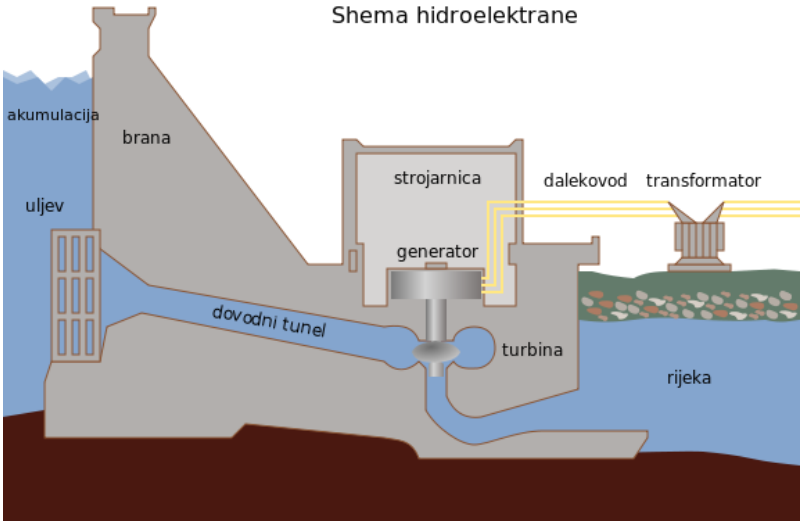
Tretutno je energiju vode tehnički moguće iskoristiti na mnogo načina, najrašireniji su (3): akumulacijom i iskorištavanjem protoka vode, iskorištavanjem smjena plime i oseke i iskorištavanjem morskih valova.

Prema načinu iskorištavanja vode male se hidroelektrane, baš poput velikih dijele na:

- Protočne hidroelektrane
- Akumulacijske hidroelektrane
- Reverzibilne hidroelektrane

Male hidroelektrane se još mogu podijeliti i prema snazi (mikrohidroelektrane, minihidroelektrane, male hidroelektrane), prema izvedbi sustava turbine, korištenom generatoru (asinkroni i sinkroni), stupnju automatizacije, prema padu vodotoka (tlaku), odnosno prema visinskoj razlici između zahvata i ispusta vode (niskotlačne, srednjotlačne, visokotlačne) itd.

Princip rada hidroelektrana je takav da se kinetička energija vode direktno (protočne), odnosno uz djelovanje gravitacije (akumulacijske i reverzibilne) prenosi na generatore koji proizvode ele. energiju.



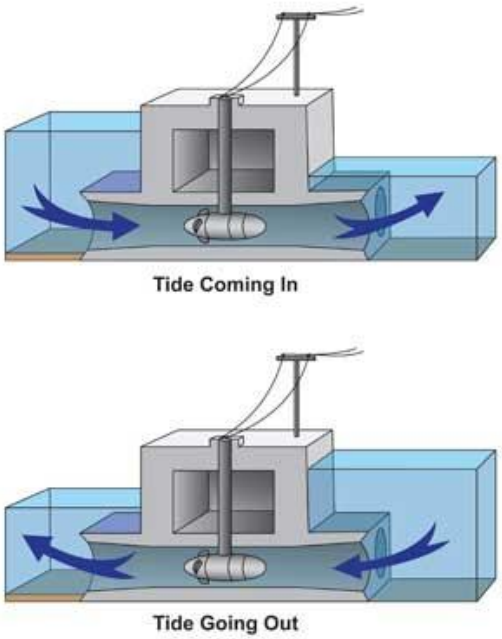
Slika 12. : Diagram rada derivacijske akumulacijske hidroelektrane sa zatvorenim dovodnim kanalom

3.5.2. Hidroelektrane na morske mijene

Hidroelektrane na morske mijene predstavljaju posebnu podvrstu hidroelektrana koe koriste prirodnu pojavu kretanja razine mora tj. plimu i oseku. Morske mijene nastaju istodobnim djelovanjem gravitacijskih sila Zemlje i Mjeseca te centrifugalne sile koja je posljedica vrtnje Zemlje i Mjeseca oko zajedničkog središta njihovih masa i vrtnje same Zemlje oko njezine osi. U jednom se danu plima i oseka izmijene dva puta. Razlika njihovih razina na otvorenom moru iznosi oko 1 m, dok na obalama može biti i do 20m, što ovisi o obliku obale, morskom dnu itd. Na atlanskim obalama zapadne Europe ta razlika iznosi do 10m, a na sjevernom Jadranu tek 60cm. Pri tome se najprikladnijom za iskorištavanje smatra razlika od barem 5 m. Hidroelektrane na morske mijene redovito se grade na ušćima rijeka ili na početku velikih i dugačkih zaljeva kako bi se stvorio dovoljno velik akumulacijski bazen. Pri tome se za pokretanje turbina koristi kinetička energija morske vode, čija se razina pod utjecajem plime povećava a za vrijeme oseke smanjuje. Razlika u razinama vode pokreće turbine.

Procjenjuje se kako bi se od ukupne energije morskih mijena (između 2 i 3 * 10^6 MW) moglo iskoristiti tek oko 1% ili 23 000 MW. *Boris Labudović i sur. 2002*

Glavni nedostatak ovih hidroelektrana je ne stalna proizvodnja električne energije, dok su prednosti mnogostruke.



Slika 13. : Princip rada HE na morske mijene

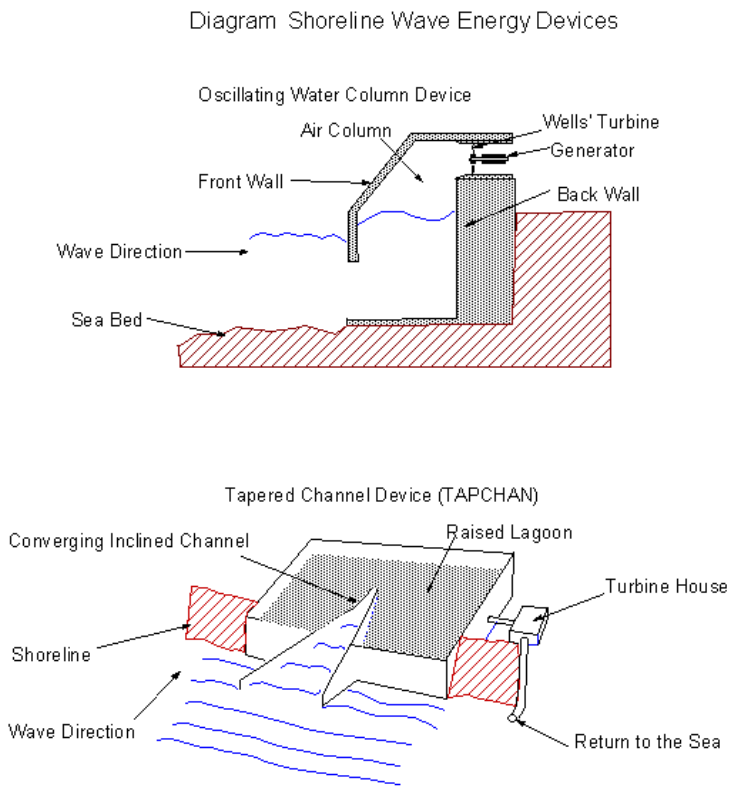


Slika 14. : HE-a na morske mijene, Francuska, godišnja proizvodnja 540GW

3.5.3. Hidroelektrane na valove

Hidroelektrane na valove također su posebna podvrsta hidroelektrana, a temelje se na iskorištavanje energije morskih valova. Najviše se prosječne vrijednosti valova mogu očekivati na područjima između 40 i 60º SZŠ i JZŠ, tj. u područjima jakih i stalnih vjetrova. Hidroelektrane na morske valove mogu biti: s akumulacijskim bazenom, s hidrauličkim pretvornikom i s oscilirajućim stupcem vode. A princip se temelji na pretvorbi kinetičke energije vala u kinetičku energiju vrtnje vratila generatora. Odnosno kod HE na morske valove sa oscilirajućim stupcem vode, se pod utjecajem vala u okomito izvedeni kanal, znatno povisuje tlak zraka. Tlak koji se stvara ulaskom i izlaskom vala, odnosno povećanjem i smanjenjem razine vode u okomitom kanala pokreće lopatice rotora vjetroturbine, odnosno generatora.

Utjecaj hidroelektrana na valove (za sada ih je najviše s oscilirajućim stupcem vode) na okoliš je vrlo nizak, jer se grade na strmim, nepristupačnim i nenaseljenim obalama.



Slika 15. : Ilustracija rada HE na valove(s oscilirajućim stupcem vode i s akumulacijskim bazenom)

3.6. Geotermalna energija

Geotermalna energija u užem smislu obuhvaća samo onaj dio energije iz dubine Zemlje koji u obliku vrućeg ili toplog geotermalnog medija (vode ili pare) dolazi do površine Zemlje i prikladan je za iskorištavanje u izvornom obliku (za kupanje, liječenje i sl.) ili za pretvorbu u druge oblike (električnu, toplinsku). Geotermalna energija je posljedica raznih procesa koji se zbivaju u dubinama Zemlje (raspadanja izotopa i sl.), gdje temperatura iznosi 4000 ºC, a nastala se toplina kroz slojeve Zemljine kore odvodi prema površini.

Svjetski je geotermalni potencijal golem, višestruko puta veći od današnjih potreba za energijom, no tek se mali dio toga zasada može učinkoviti (isplativo) iskorištavati. Područja koja imaju najveći broj geotermalnih izvora istodobno su i ona koja su geološki još vrlo aktivna, tj. koja imaju aktivne vulkane ili u kojima često dolazi do potresa. To su područja oko Tihog oceana (tzv. cirkumpacifički vatreni krug: zapadni dijelovi SAD-a i Kanade, Srednja Amerika, zapadne obale Južne Amerike, Novi Zeland, Indonezija, Filipini, Japan i istočni Sibir), srednjoatlanski greben (Island i Azorsko otočje),

planinski lanci kao što su Alpe i Himalaja, istočna Afrika, središnja Azija te neka tihooceanska otočja.

Prema temperaturi geotermalnog medija (vode ili pare, odnosno njihove smjese), geotermalni izvori mogu biti:

- niskotemperaturni(s gornjom granicom temperature između 90 i 150 ºC)
- srednjotemperaturni (u području temperatura od najmanje 90 do najviše 225 ºC)
- visokotemperaturni (s donjom granicom temperature između 150 i 225 ºC)

Geotermalni gradijent je jedna od osnovih veličina prema kojoj se procijenjuje potencijal nekog geotermalnog izvora, a jednak je promjeni temperature s dubinom Zemlje. Geotermalni gradijent u ponanonskom području iznosi 0.049 ºC/m, što je više od prosječnih vrijednosti u svijetu (oko 0.03 ºC/m), a ponegdje doseže vrijednosti i do 0.075 ºC/m (npr. U području Kalnika). Za razliku od toga, vrijednosti u dinarskom i jadranskom području su značajno niže i u prosjeku iznose 0.018 ºC/m (na području Pule i Splita tek oko 0.01 ºC/m). *Boris Labudović i sur. 2002*

Geotermalna energija se može koristiti na dva osnovna načina:

- neizravno, pretvorbom najprije u kinetičku energiju vrtnje lopatica parne turbine, odnosno vratila generatora u električnu energiju
- izravno kao toplinska energija

Način korištenja ponajviše ovisi o temperaturnoj razini. Visokotemperaturni se izvori najčešće koriste za dobivanje električne energija. Niskotemperaturni i srednjotemperaturni se izvori u pravilu koriste izravno, tj. kao toplinska energija za zagrijavanje ogrjevnog medija (vode) u sustavima grijanja naselja, stambenih, poslovnih i raznih drugih zgrada, za zagrijavanje bazena, u poljoprivredi i ribnjačarstvu, itd.

Korištenjem geotermalne energije pridonosimo smanjenju potrošnje fosilnih goriva, te smanjenju štetnih emisija. Imamo mogućnost pretvorbe u više oblika energije (toplinska i električna), uz mogućnost spojenog procesa, što nije slučaj kod vjetroelektrana i hidroelektrana. Geotermalne elektrane imaju prilagodljivost veličine sustava (30kW pa sve do 1200MW), te mogućnost povezivanja više jedinica manjih snaga odnosno modularnost.

S obzirom na značajniji potencijal geotermalne energije u Hrvatskoj, ta energija bi se ponajprije mogla koristiti za sustave grijanja, a zatim i za zagrijavanje staklenika (posebice u krajevima u kojima inače postoji poljoprivredna proizvodnja).

Kao i kod svih drugih postrojenja koja koriste obnovljive izvore energije, utjecaj na okoliš je značajno manji nego kod postrojenja koja koriste nuklearna goriva. Ipak utjecaj svakako postoji, a on se ogleda u:

- Štetne emisije u vodu i zrak za vrijeme izgradnje i pogona postrojenja. Emisije za vrijeme izgradnje su jednake onima kod bilo kojih drugih energetskih postrojenja, dok su emisije za vrijeme pogona u odnosu na postrojenja koja koriste fosilna goriva vrlomale.
- Promjena krajolika je nužnost pri izgradnji bilo koje građevine. Ipak cijeli se sustav može izvesti tako da je razmjerno nevidljiv (podzemne bušotine i cjevovodi), a jedino što se vidi jest pogonska zgrada, koja se može izvesti u sklopu već postojećih obližnjih zgrada.
- Slijeganje tla zbog promjena u podzemlju ekološki je problem specifičan za korištenje geotermalne energije. Osim kao slijeganje tla, promjene u podzemlju mogu se očitovati i kao klizišta pa i potresi. Ipak ti se problemi prilično jednostavno rješavaju održavanjem stalnog tlaka u ležištu, tj reinjektiranjem iskorištenog medija nazad u tlo.
- Buka nastaje za vrijeme pogona geotermalnih postrojenja, a najviše buke potječe od rada mehaničkih (turbine i generatora) i hidraulički dijelova (cijeni, ventila, izmjenjivača), no ta je buka jednaka onoj kod svih drugih energetskih postrojenja. Uz to najznačajniji izvor buke je ispuštanje pare, koji se uspješno rješava primjenom prigušivača.

Island je vjerojatno najpoznatiji primjer primjene geotermalne energije u svijetu. U pokrivanju energetske potrošnje ona sudjeluje sa 65% u proizvodnju ele. energije.

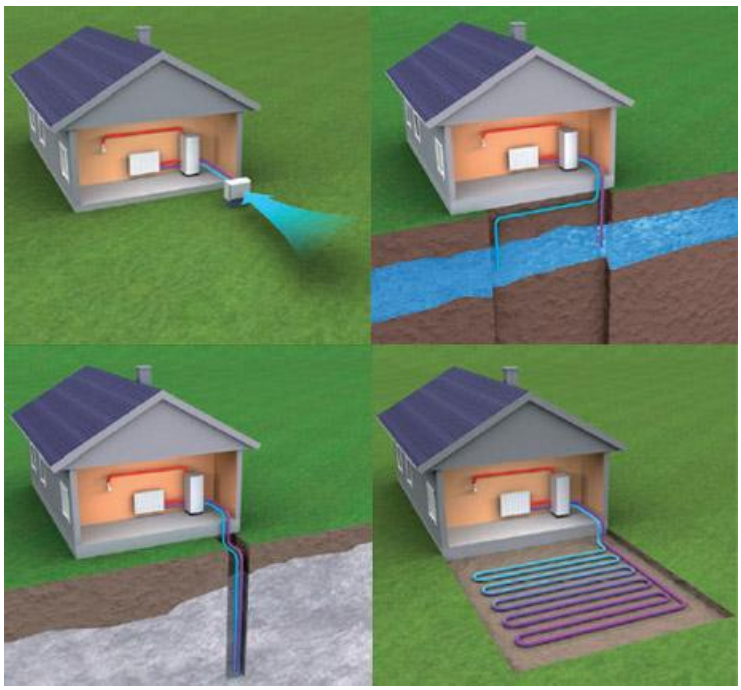
3.6.1. Toplinske crpke

Toplinske crpke su uređaji koji rade na termodinamičkom načelu dizalice topline, tj. dovode energiju s niže temperaturne razine na više uz dodatnu energiju (rad) i pomoću ljevokretnog kružnog procesa prikladnog medija. Na istom načelu primjerice rade rashladni uređaji (hladnjaci, klima uređaji). Osnovna razlika između njih i toplinskih crpki je dakako u cilju koji se želi postići, grijanje ili hlađenje. Osnovna zamisao njihove primjene temelji se na iskorištavanju dijela toplina iz neposredne okolice čime se zamijenjuje jedan dio potrošnje dodatne, pogonske energije.

S obzirom na izvor dodatne energije, toplinske se crpke mogu podijeliti na:

- Kompresijske, kod kojih se strujanje radne tvari ostvaruje djelovanjem mehaničke energije pomoću kompresora ili crpke pogonjenih električnim, dizelskim ili plinskim motorom.
- Difuzijsko-kompresijske, kod kojih se strujanje radne tvari ostvaruje djelovanjem toplinske energije nastale izgaranjem prikladnog goriva ili električnim grijačem.

Toplinske crpke kao toplinski izvor mogu koristiti površinske slojeve tla čija je temperatura razmjerno konstantna tijekom godine. Osim topline tla, kao toplinski izvor se još može koristiti i toplina podzemnih voda.

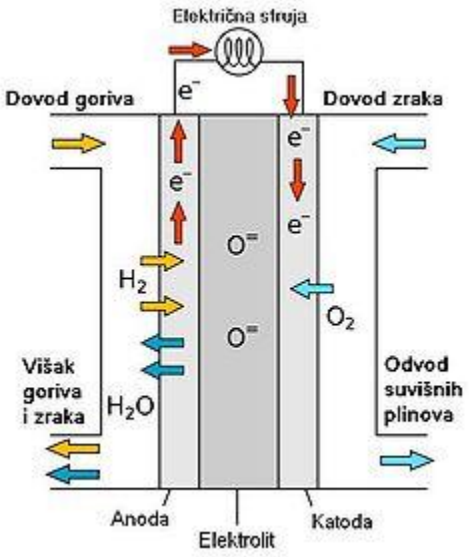


Slika 16.: Shema toplinskih crpki za iskorištavanje topline zraka, podzemnih voda, i tla

Zahvaljujući ekonomičnom pogonu, ali i primjeni energije koje je besplatna, toplinske se crpke s pravom smatraju jednim od najekološkijih izvora topline za sustave grijanja.

3.7. Energija vodika

Vodik se već dulje vrijeme smatra jednim od najozbiljnijih kandidata za gorivo budućnosti, a u posljednih nekoliko desetljeća uspješno se koristi u svemirskom programu. Njegove su prednosti očite. Može se pretvoriti u korisne oblike energije na nekoliko načina, uz visoku efikasnost i bez ikakvih štetnih posljedica za okoliš. Uz to je obnovljivo gorivo, može se proizvesti iz vode, a rezultat njegove upotrebe je ponovo voda. Kada se poveže sa drugim OIE, dobiva se trajan i ekološki prihvatljiv energetski sustav. Vodik se kao gorivo koristi u gorivim ćelijama. To su elektrokemijski pretvarači energije koji iz kemijske energije goriva izravno, bez pokretnih dijelova i izgaranja, proizvode električnu i toplinsku energiju. Po svome načelu rada gorive ćelije su slične baterijama, ali za razliku od njih gorive ćelije zahtijevaju stalan dovod goriva i kisika. Pri tome gorivo može biti vodik, sintetski plin (smjesa vodika i CO_2), prirodni plin ili metanol. A produkti njihove reakcije s kisikom su voda, električna struja i toplina. Proces je relativno jednostavan.Vodik kao gorivo (dovodi se anodi), a kisik kao oksidacijsko sredstvo (katodi). Kemijska reakcija oksidacije,odnosno atom vodika postaje ioniziran i nosi pozitivni el. naboj. Negativno nabijeni elektroni prenose struju preko vodiča do trošila.



Slika 17.: Pojednostavljana shema rada gorivih ćelija

Osim za pogon vozila, gorive ćelije se mogu koristiti za proizvodnju ele. energije, i toplinske u sustavima grijanja. Ipak najveći problem u primjeni gorivih ćelija, jest opskrbljenost vodikom, odnosno ekološki način njegove produkcije i pohrane.

3.8. Biomasa

Čovjek se oduvijek služio energetskim izvorima biološkog porijekla, koristeći proizvode fotosinteze biljaka ne samo kao hranu, nego i kao gorivo. Do početka intenzivne upotrebe fosilnih goriva drvo je bilo primaran i gotovo jedini izvor energije.

Biomasa je gorivo koje se dobiva od biljaka ili dijelova biljaka kao što su drvo, slama, stabljike žitarica, ljušture itd.

Biomasa se može podijeliti na: drvnu, nedrvnu i životinjski otpad, te na biomasu iz otpada. Danas se primjena biomase za proizvodnju energije potiče uvažujući načelo održivog razvoja. Najčešće se koristi drvna biomasa koja je nastala kao sporedni proizvod ili otpad te ostaci koji se nemogu više iskoristiti. Takva se biomasa koristi kao gorivo u postrojenjima za proizvodnju električne i toplinske energije ili se prerađuje u plinovita i tekuća goriva za primjenu u vozilima i kućanstvima. Postoje razne procjene potencijala i uloge biomase u globalnoj energetskoj politici u budućnosti, no u svim se scenarijima predviđa njezin značajan porast i bitno važnija uloga. Mogućnosti korištenja biomase su brojne. Osim velikih količina biomase koje nastaju kao sporedni proizvod i otpad u šumarstvu, poljoprivredi te drugim djelatnostima, postoji i velik broj biljnih vrsta koje se mogu uzgajati. Postoje razni načini za dobivanje energije iz biomase. Biomasa se može izravno pretvarati u energiju (toplinsku) jednostavnim procesom izgaranja te tako proizvoditi toplu vodu ili pregrijanu vode paru za grijanje kućanstava, za industriju ili za dobivanje električne energije u malim termoelektranama. Biomase se može pretvarati u velik broj krutih, tekućih ili plinovitih goriva i produkata koji se mogu koristiti za daljnu proizvodnju energije. U osnovi se energija iz biomase dobiva iz dvije skupine procesa:

- Biokemijskim procesima, kao što su fermentacija i anaerobna razgradnja (digestija) kojim se dobivaju biogoriva: alkohol, biodizel i bioplin.
- Termokemijskim procesima, kao što je izgaranje, kojim se izravno prizvodi energija

Fermentacija biomase u alkohol, za sada je najrazvijenije metoda kemijske konverzije biomase. Takav se postupak najviše koristi u Brazilu i SAD-u, gdje se iz šećerne trkse odnosno kukuruza proizvodi bioetanol za pogon vozila. Uz to neke biljke daju ulja koja se mogu koristiti u dizelskim motorima, anaerobnom fermentacijom iz biomase se može dobiti metan.

Bioplin nastao fermentacijom bez prisutnosti kisika sadržava metan i ugljični dioksid u omjer 2:1 te se može koristiti kao gorivo. Nakon fermentacije biomase se dobiva i kvalitetno gnojivo odnosno kvalitetnije od gnojiva korištenog za fermentaciju. Grijanjem bez prisutnosti zraka (suhom destilacijom) ili pirolizom iz biomase se može dobiti metanol, aceton, drveni ugljen i drugi produkti. Rasplinjavanjem biomase se dobiva plin koji se može dalje energetski iskorištavati.

3.8.1. Primjena biomase

Izgaranje je proces kod kojeg dolazi do oksidacije gorivih sastojaka goriva, pri čemu se u njemu pohranjena energija Sunca oslobađa u obliku topline. Cilj dobrog izgaranja jest od pohranjene Sunčeve dobiti što više toplinske energije. Pri tome ugljik i kisik iz goriva reagiraju s kisikom iz zraka koji podržava gorenje. Produkte izgaranja čine dimni plinovi i pepeo koji se sastoji od neizgorivih dijelova goriva, a cijeli se proces odvija u prostoru koji se naziva ložištem. Gotove sve vrste biomase se mogu koristiti u kotlovima manje snage (npr. za kućanstva, stambene i poslovne zgrade), najčešće se koristi drvna biomasa, u obliku drvnih ostataka piljevina, peleta i briketa te cjepanica (koje su ranije bile gotovo isključivi oblik drvne biomase, a RH su još najčešći).

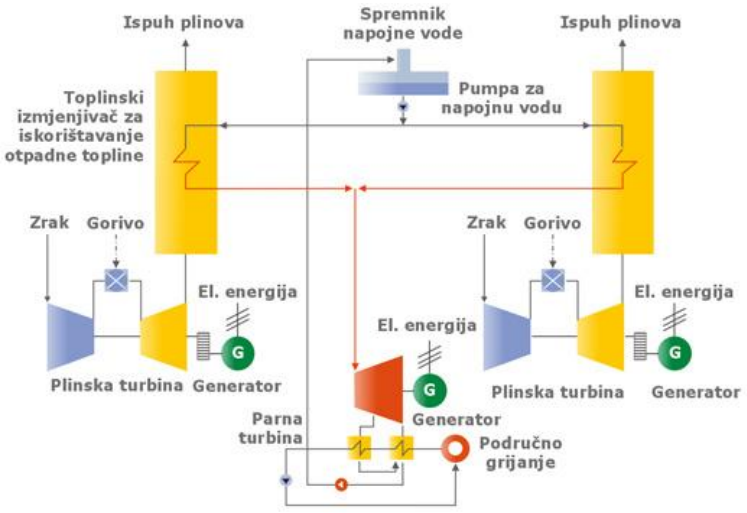
Kotlovi na biomasu mogu biti izvedeni sa ručnim punjenjem (za cjepanice), te s automatskim punjenjem (za pelete, piljevinu i sl.).

U posljednih desetak godina u svijetu su provedena poboljšanja izvedbi kotlova na biomasu, ponajviše na povećanju učinkovitosti i smanjenja štetnih emisija (čvrste čestice i CO).

Biomase se može koristiti i kao izvor energije u toplanama na biomasu. Prve toplane koje kao gorivo koriste biomase su se pojavile početkom osamdesetih godina, a danas su brojne u nekim europskim zemljama, npr. Austrija, Švedska, Finska i Danska.

Biomasa je poslije velikih hidroelektrana najznačajniji obnovljivi izvor energije. Te se ona danas osim za dobivanje toplinske, koristi i za dobivanje električne energije. Električna energija iz biomase se danas komercijalno proizvodi izgaranjem (na rešetki ili različitim izvedbama u fluidiziranom sloju) čime se proizvodi para za pogon turbina ili motora.

Kogeneracijska postrojenja za istodobnu proizvodnju toplinske i ele. energije predstavljaju najznačajniji način proizvodnje ele. energije iz biomase. Ona su najučinkovitija i ekološki prihvaćena. Za energetsku primjenu biomase posebno su pogodna mala kogeneracijska postrojenja. Postoji mišljenje kako bi za proizvodnju električne energije iz biomase trebalo uzgajati energetske biljke na velikim površinama, provoditi masovnu sječu šuma i sl., no to bi imalo izrazito nepovoljan utjecaj na okoliš. U stvarnosti se električna energija iz biomase proizvodi isključivo u manjim postrojenjima iz otpada i sporednih proizvoda poljoprivrede, šumarstva i drvne industrije. Uz to biomasa kao gorivo za proizvodnju električne energije može predstavljati samo značajan dodatni, ali ne i najvažniji element elektroenergetskog sustava.



Slika 18.: Načelna shema rada kogeneracijskog postrojenja

Čak i ako se energija proizvodi iz plantažno uzgojenih biljaka, zauzetost zemljišta je relativno mala, a utjecaj na okoliš je bitno manji nego pri uzgajanju uobičajenih poljoprivrednih kultura. Primjena biomase u Hrvatskoj ima dugu tradiciju, no zbog pomanjkanja tržišta za energiju iz biomase te nedostatka svijesti o prednostima takve proizvodnje, primjenom biomase se pokriva samo malio dio potreba, ostavljajući veliki neiskorišteni prirodni potencijal. Također se energija iz biomase odnosno drva, u Hrvatskoj većinom proizvodi na tradicionalan, energetski neučinkoviti način.

Drvna biomasa koja nastaje u drvno-prerađivačkoj industriji ili pri radovima u šumama, predstavlja vrijedan izvor energije koji može postati problem i za okoliš i za gospodarstvo, ako se ne upotrebljava.

3.8.2. Utjecaj primjene biomase na okoliš

Na prvi se pogled biomasa i fosilna goriva nerazlikuju, jer se spaljivanjem uvijek oslobađa $CO_{2,}$. To je točno samo ako se na tlu s kojeg je biomasa sakupljena nesade nove biljke, nego se koristi u druge svrhe. Međutim ako se biomasa proizvodi održivo, rast stabala i drugih biljaka vezat će CO_2 iz atmosfere i pohranjivati ga u biljnu strukturu. Spaljivanjem biomase ugljik će se oslobađati u atmosferu kako bio se opet reciklirao s novom generacijom biljaka. Kao jedan od negativnih aspekata primjene biomase iz šumarstva i poljoprivrede često se navodi negativan utjecaj na tlo zbog odnošenja hranjivih tvari. Međutim, to je samo djelomično točno i opravdano jer organizirana primjena biomase za proizvodnju energije najčešće nema nikakvog utjecaja na tlo. Naprotiv pepeo biomase predstavlja vrlo kvalitetno mineralno gnojivo. Također je utvrđeno kako biomasa koja izlazi iz postrojenja za proizvodnju bioplina predstavlja kvalitetnije gnojivo nego ulaznu sirovinu.

4. Zaključak

Energija se svakako može smatrati osnovom suvremenog življenja. Ipak pokazuje se kako procesi njezine pretvorbe i primjene nepovratno utječu na okoliš, što znači na sav živi i neživi svijet na Zemlji. Većina tih promjena posljedica je nekotrolirane emisije štetnih plinova, ponajviše CO_2 i halogenih spojeva, ali i dušićnih, sumpornih, ugljikovodičnih i spojeva teških metala. Najveći dio tih emisija je uzrokovan, tj. nastao je djelovanjem čovjeka. Kao jedno od mogućih rješenja za zamjenu fosilnih goriva sredinom 20.-og stoljeća pojavila se nuklearna energija. Nakon što je „uspješno" prvi puta primjenjena u vojne svrhe (Nagasaki i Hiroshima 1945.), nuklearna energija se počela koristi i za proizvodnju električne energije. Ipak nuklearna energija sa sobom je donijela brojne probleme: na prvom je mjestu radioaktivni nuklearni otpad, odnosno njegovo odlaganje. Konkretna dugoročna rješenja za odlaganje nisu razvijena, a trenutna se temelje na privremenom odlaganju unutar kruga elektrane. Drugi problem je sigurnost, što se najbolje moglo vidjeti u nekoliko velikh nesreća (Černobilj, otok Tri milje, Fukushima), čije se šteta i dan danas zbrajaju. Treći potencijalni problem je mogućnost terorističkog čina nad nuklearnim postrojenjem, što može rezultirati još jednom ekološkom havarijom. Sedamdesetih godina prošloga stoljeća, u doba energetskih kriza u većini razvijenih zemalja započinju programu poboljšanje učinkovitosti energetskih postrojenja. Od tada do danas je mnogo učinjeno na promicanju ekološke svijesti i primjeni novih, energetski učinkovitih i za okoliš manje štetnih tehnologija, koje se danas često nazivaju održivima. U proteklih 30 godina su održani brojni skupovi (Rio de Jainero, Kyoto, Rotterdam, Haag, Bonn itd.), te doneseni brojni međunarodni sporazumi o smanjenju onečišćenja. Tako zaštita okoliša i obnovljivi izvori energije postaju sve popularniji. Naravno sve to nebi bilo moguće bez velikog napretka na tehničkom i tehnološkom području. Solarni kolektori i fotonaponske ćelije stalno se razvijaju i unaprijeđuju, vjetroelektrane su također posvuda, izgrađene su i elektrane na morske mijene i valove. U zamahu je razvoj gorivih ćelija, a primjena toplinskih crpki i biomase je gotovo nezaovilazna u nekim zemljama srednje Europe. Za potpuno vrednovanje OIE u obzir valja uzeti niz različitih socio-ekonomsko-ekoloških posljedica. Njihovom primjenom se ostvaruje povećanje zaposlenosti (uz zadržavanje postojećih radnih mjesta), lokalne i regionalne gospodarske aktivnosti, te dodatnog prihoda u poljoprivredi, šumarstvu i drvnoj industriji. Konačno, glavna prednost OIE-e nad NE je njihova neiscrpivost odnosno njihova raspoređenost i dostupnost po cijeloj Zemljinoj površini.

5. Popis literature

Knjiga:

Danilo Feretić i sur., Elektrane i okoliš, Zagreb, 2000.

Danilo Feretić i sur., Nuklearne elektrane, Zagreb, 1995.

Nigel Hawks i sur., Najgora nesreća na svijetu, Ljubljana, 1987.

Marijan Kalea, Električna energija, Zagreb, 2007.

Vladimir Knapp, Novi izvori energije, Sveučilište u Zagrebu 1993.

Boris Labudović i sur., Obnovljivi izvori energije, Zagreb, 2002.

Luigi de Paoli i sur., Ekonomija i politika proizvodnje električne energije, Zagreb, 2007.

Ljubomir Majdandžič, Obnovljivi izvori energije, Zagreb, 2008.

Rad u časopisu:

Emil Čokonaj (2006), Nuklearna energija spasenje ili propast, Meridijani, Klasa: 602-09/95-01-247, ur.broj: 532-02-4/2-95-01

dipl. ing. Alojz Getliher (2009), Geotermalna energija, Meridijani, Klasa: 602-09/95-01-247, ur.broj: 532-02-4/2-95-01

Filip Prebeg (2005), Paška snjeguljica i sedam patuljaka, Meridijani, Klasa: 602-09/95-01-247, ur. broj: 532-02-42-95-01

Jedinica s interneta:

United Nations Development Programme i Unicef, The Human Consequences of the Chernobyl Nuclear Accident, 25.1.2002, http://www.un.org/ha/chernobyl/docs/report.pdf , datum pristupa 20.5.2014

United Nations Scientific Commitee on the effects of atomic radiation(UNSCEAR), 2011, http://www.unscear.org/docs/reports/2008/11-80076_Report_2008_Annex_D.pdf , datum pristupa 21.5.2014

OECD/NEA, The Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident, 2013, http://www.oecd-nea.org/pub/2013/7161-fukushima2013.pdf , datum pristupa 21.5.2014

UNSCEAR, Levels and effects of radiation exposure due to the nuclear accident after the 2011 great east-Japan earthquake and tsunami, 2014, http://www.unscear.org/docs/reports/2013/13-85418_Report_2013_Annex_A.pdf , datum pristupa 21.5.2014

EIA, Annual Energy Review 2011, 2011, http://www.eia.gov/totalenergy/data/annual/pdf/aer.pdf , datum pristupa 25.5.2014

Geothermal Energy Association, 2014 Annual U.S. & Global Geothermal Power Production Report, 2014, http://geoenergy.org/events/2014%20Annual%20US%20&%20Global%20Geothermal%20Power%20Production%20Report%20Final.pdf , datum pristupa 25.5.2014

International energy agency, PVPS Report Snapshot of Global PV 1992-2013, 2013, http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/PVPS_report_-_A_Snapshot_of_Global_PV_-_1992-2013_-_final_3.pdf , datum pristupa 27.5.2014

Međunarodna agencija za nuklearnu energiju, Nuclear power reactor in the world, Beč, 2012. dostupno na: www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/RDS2-32_web.pdf datum pristupa 20.5.2014

New York Times, 14-Year Cleanup at Three Mile Island Concludes, dostupno na http://www.nytimes.com/1993/08/15/us/14-year-cleanup-at-three-mile-island-concludes.html, datum pristupa 25.5.2014.

Svjetsko vijeće za energiju vjetra (GWEC), Godišnje izvješće 2013, dostupno na http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2014/04/GWEC-Global-Wind-Report_9-April-2014.pdf, datum pristupa 26.5.2014

6. Sažetak

Efekt staklenika i globalnog zatopljenja uzrokuje upotreba energije od strane čovjeka. Ona ima veliki utjecaj na okoliš, i na zdravlje čovjeka. Kao rješenje ovisnosti o fosilnim gorivima sredinom 20-og stoljeća se javlja nuklearna energija kao novi, „čisti“, alternativni izvor enegije. No to se rješenje pokazalo kao vrlo loše zbog tri velike katastrofe (Chernobyl 1986, TMI 1979, Fukushima 2011), te zbog problema zbrinjavanja visokoradioaktivnog otpada koji nastaju prilikom korištenja nuklearne energije. U alternativne izvore energije zajedno sa nuklearnom spadaju i obnovljivi izvori energija. U ovom završnom radu ja obrađena tema tih alternativnih izvora energije. Odnosno prikazana je problematika nuklearne energije. Te su prikazane brojne socio-ekonomske-ekološke prednosti korištenja i razvijanja obnovljivih izvora energija, kao zaista alternativnog i pravog odgovora na globalne klimatske promjene.

7. Summary

The greenhouse effect and global warming is caused by energy used by man. It has a huge impact on the environment and on human health. As a solution to dependence on fossil fuels in the mid 20th century nuclear energy was introduced as a new, "clean", alternative energy source. However, this solution proved to be not so good due to three major disasters (Chernobyl in 1986, TMI 1979, Fukushima 2011), and because of problem of disposal highly radioactive waste that is generated during the use of nuclear energy. Alternative energy sources along with nuclear energy are renewable energy sources. This final paper presents these alternative energy sources. Paper shows the issues related to use of nuclear energy along with a number of socio-economic and environmental benefits of using and developing renewable energy sources, as truly alternative and proper response to global climate change.

8. Popis slika

Slika 1. : Projekcija svjetske potrošnje energije u razdoblju od 1990-2040 godine.....4

Slika 2. : Diagram rada NE s tlakovodnim reaktorom (PWR).....7

Slika 3. : Diagrama rada solarnog kolektora.....14

Slika 4. : Pločasti i vakumski solarni kolektor.....14

Slika 5. : Fotonaponski moduli.....15

Slika 6. : Dio parabolične protočne STE u SAD-u snage 354 MW.....16

Slika 7. : STE sa tornjem u Španjolskoj snage 11 MW.....16

Slika 8. : STE sa paraboličnim tanjurem.....16

Slika 9. : Diagram rada VE sa horizontalnom i vertikalnom osovinom.....18

Slika 10. : Primjer VE s horizontalnom osovinom snage 7.5 MW, Belgija.....19

Slika 11. : Primjer VE s vertikalnom osovinom.....19

Slika 12. : Dijagram rada derivacijske akumulacijske hidroelektrane sa zatvorenim dovodnim kanalom.....22

Slika 13. : Princip rada HE na morske mijene.....23

Slika 14. : HE-a na morske mijene, Francuska, godišnja proizvodnja 540GW.....24

Slika 15. : Ilustracija rada HE na valove (s oscilirajućim stupcem vode i s akumulacijskim bazenom).....25

Slika 16. : Shema toplinskih crpki za iskorištavanje topline zraka, podzemnih voda, i tla.....28

Slika 17. : Pojednostavljana shema rada gorivih ćelija.....29

Slika 18. : Načelna shema rada kogeneracijskog postrojenja.....32

9. Temeljna dokumentacijska kartica

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Završni rad

Prednosti obnovljih izvora energije u odnosu na alternativne izvore energije

Advantages of renewable energy resources over alternative energy resources

Dominik Vidović

Sažetak:

Efekt staklenika i globalnog zatopljenja uzrokuje upotreba energije od strane čovjeka. Ona ima veliki utjecaj na okoliš, i na zdravlje čovjeka. Kao rješenje ovisnosti o fosilnim gorivima sredinom 20-og stoljeća se javlja nuklearna energija kao novi, „čisti“, alternativni izvor enegije. No to se rješenje pokazalo kao vrlo loše zbog tri velike katastrofe (Chernobyl 1986, TMI 1979, Fukushima 2011), te zbog problema zbrinjavanja visokoradioaktivnog otpada koji nastaju prilikom korištenja nuklearne energije. U alternativne izvore energije zajedno sa nuklearnom spadaju i obnovljivi izvori energija. U ovom završnom radu ja obrađena tema tih alternativnih izvora energije. Odnosno prikazana je problematika nuklearne energije. Te su prikazane brojne socio-ekonomske-ekološke prednosti korištenja i razvijanja obnovljivih izvora energija, kao zaista alternativnog i pravog odgovora na globalne klimatske promjene.

Ključne riječi: energija, efekt staklenika, nuklearna energija, Chernobilj, Otok tri milje, Fukushima, obnovljivi izvori energije, održivi

Summary: The greenhouse effect and global warming is caused by energy used by man. It has a huge impact on the environment and on human health. As a solution to dependence on fossil fuels in the mid 20th century nuclear energy was introduced as a new, "clean", alternative energy source. However, this solution proved to be not so good due to three major disasters (Chernobyl in 1986, TMI 1979, Fukushima 2011), and because of problem of disposal highly radioactive waste that is generated during the use of nuclear energy. Alternative energy sources along with nuclear energy are renewable energy sources. This final paper presents these alternative energy sources. Paper shows the issues related to use of nuclear energy along with a number of socio-economic and environmental benefits of using and developing renewable energy sources, as truly alternative and proper response to global climate change.

Key words: energy, greenhouse effect, nuclear energy, Chernobyl, Three Miles Island, Fukushima, Renewable energy sources, sustainable.

Datum obrane: