

Obnovljivi izvori energije

Prof. dr Haris Lulić

Opis i cilj predmeta

U okviru predmeta dat će se osnovni pokazatelji i karakteristike nekih obnovljivih izvora energije, njihova dostupnost i mogućnosti primjene te usporedba s konvencionalnim sustavima.

Poseban aspekt bit će usmjeren na primjenu obnovljivih izvora energije u industriji, posebno u poljoprivredi.

Cilj ovog predmeta je upoznati studente s mogućnošću korištenja obnovljivih izvora energije: sunčevog zračenja, geotermalne energije, biomase, energije vjeta, energije malih hidroelektrana. Studenti će imati priliku steći nova znanja o ekonomskim i ekološkim pokazateljima tih sistema obnovljivih energije i preprekama njihovoj široj primjeni.

Ishodi učenja

Znanje:

- razumijevanje važnosti korištenja obnovljivih izvora energije,
- razumijevanje mogućnosti njihovog korištenja i primjene,
- razumijevanje prednosti korištenja obnovljivih izvora energije u odnosu na konvencionalne sisteme.

Vještine:

- utvrditi mogućnosti i načine korištenja obnovljivih izvora energije u poljoprivredi
- utvrditi moguće prepreke za korištenje obnovljivih izvora energije,
- analizirati i procijeniti troškova ulaganja i eksploatacije sistema obnovljivih izvora energije u urbanoj poljoprivredi.

Kompetencije:

- sposobnost da primjenom znanja i vještina omogući korištenje sistema obnovljivih izvora energije u procesu integracije urbane poljoprivrede u sistem održivog razvoja lokalnih zajednica.

Pravila kursa

Prisustvo:

- obavezno prisustvo na 70% i više nastavnih časova.

Aktivnosti:

- aktivno učešće na nastavi,
- samostalni rad (zadace, seminarski rad).

Ocjenjivanje:

- prisustvo - 5 bodova
- aktivnost na nastavi - 5 bodova
- seminarski rad - 40 bodova
- završni ispit - 50 bodova

Literatura:

1. W. Beckman, Solar heating design, USA, 1977.
2. Lund, W John, and CO, Geothermal direct use engineering and design guidebook, USA, 1998.
3. T. Burton, D Sharpe, P Jenkins, E. Bossanyi, Wind energy, Handbook, England, 2001.

Teme koje će se obraditi u okviru predmeta

- definisanje obnovljivih izvora energije,
- dostupnost i primjena,
- mogućnost korištenja



Solarna energija

- osnovni pojmovi i geometrija Sunca,
- energija sunčevog zračenja
- solarni termalni sistemi
- fotonaponski moduli



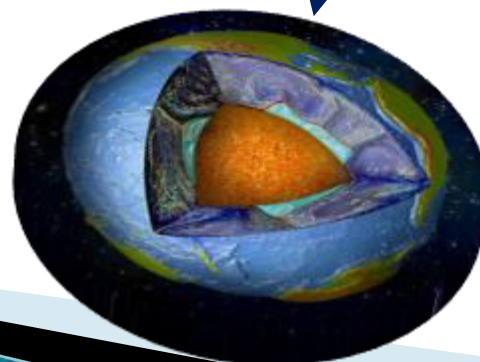
Biomasa

- osnovni pojmovi i karakteristike biomase,
- potencijal biomase u BiH
- načini korištenaja biomase
- ekonomski i okolinski pokazatelji



Hidroenergija

- osnovni pojmovi



Geotermalna enerija

- osnovni pojmovi,
- geotermalna energija u BiH
- proizvodnja električne energije
- ekonomski i okolinski pokazatelji

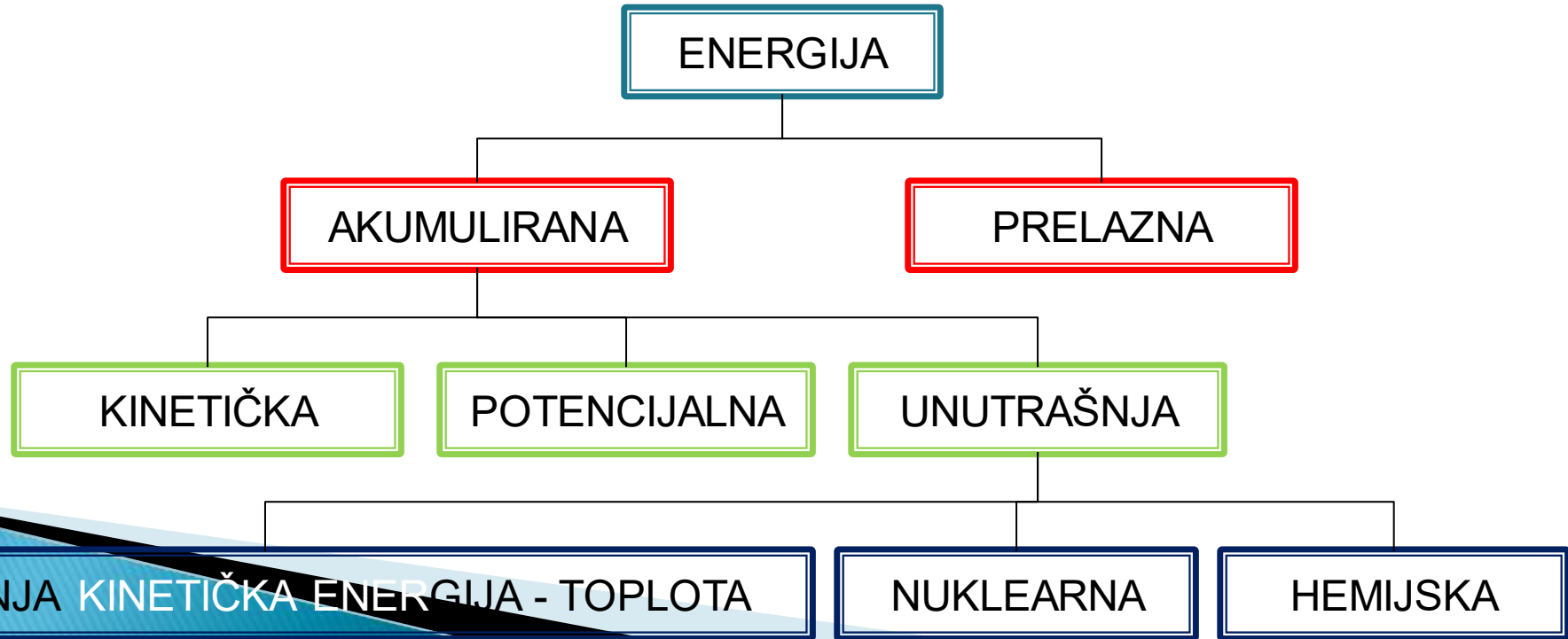
Energija vjetra

- osnovni pojmovi



Pojam obnovljivih izvora energije

Filozofi u staroj Grčkoj, a još ranije njihove kolege u Indiji i Kini objašnjavali su strukturu prirode korištenjem njenih osnovnih elemenata. Ovi elementi su u antičkoj filozofiji predstavljani kao fundamentalni dijelovi čitavog kosmosa uz čiju pomoć se ostvaruje postojanje svih stvari. Vjetar, voda, zemlja i vatra. Tri od ova četiri osnovna elementa danas su nam poznata kao obnovljivi izvori energije. Oblike energije moguće je svrstati u različite kategorije i podijeliti prema različitim karakteristikama:



Podjela izvora energije

Kada govorimo o primarnim izvorima energije možemo ih podijeliti s obzirom na vremensku mogućnost njihovog iscrpljenja:

➤ **obnovljive,**

➤ **neobnovljive.**

✓ Fosilna goriva (ugalj, nafta, zemni gas, uljni škriljci),

✓ Nuklearna goriva

Epitet obnovljivi, ovi izvori duguju činjenici da se energija troši u iznosu koji ne premašuje brzinu kojom se stvara u prirodi.

Rezerve obnovljivih izvora energije se često procenjuju na eksploataciju u periodu od nekoliko miliona/milijardi godina.

To čini osnovnu razliku od neobnovljivih izvora čije su rezerve procijenjene na nekoliko desetina ili stotina godina, a njihovo stvaranje je trajalo neuporedivo duže.

Podjela obnovljivih izvora energije

Obnovljive izvore energije dijelimo na:

- Energiju riječnih tokova (akumulacione i male protočne hidroelektrane)
- Energiju mora i okeana (energija morskih struja i talasa, energije plime i oseke),
- Biomasu (ogrjevno drvo, otpad iz drvne industrije i poljoprivrede,
- Energiju Sunčevog zračenja,
- Energiju vjetra
- Geotermalnu energiju

Podjela obnovljivih izvora energije

Obnovljive energije se često nazivaju i „zelenim energijama“ ili „čistim energijama“.

Ipak, to ne znači da ove energije nemaju nikakav negativan uticaj na okolinu, ali taj uticaj je zanemariv i lokalnog je karaktera, u odnosu na štetni uticaj koji stvaraju fosilna goriva (uticaj vjetloelektrana na ptice, uticaj malih hidroelektrana na prirodna staništa flore i faune u vodotocima, termalno zagađenje rijeka kod ispuštanja iskorištenih geotermalnih voda, potapanje zemljišta kod akumulacionih hidroelektrana, emisije CO₂ sagorijevanjem biomase)

Prema vremenu komercijalne upotrebe obnovljivi izvori energije se dijela na:

- tradicionalni obnovljivi izvori energije kao što su biomasa i energija velikih hidroelektrana,
- "novi obnovljivi izvori energije" poput energije Sunca, energije vjetra, geotermalne energije i drugo.

Obnovljivi i konvencionalni izvori energije

Razvoj novih tehnologija i njihova konkurentnost na tržištu omogućila je intenzivniju primjenu obnovljivih izvora energije (naročito energije vjetra, sunčevog zračenja, te biomase i energije riječnih vodotoka). U poređenju sa konvencionalnim energentima obnovljivi izvori energije imaju određene prednosti:

- obnovljivi izvori energije imaju vrlo važnu ulogu u smanjenju emisije ugljen dioksida (CO₂) u atmosferu,
- povećanje udjela korištenja obnovljivih izvora energije povećava energetske sigurnost i stabilnost sistema i smanjuje zavisnost o uvozu energetske sirovine i električne energije;

Nedostatci obnovljivih izvora energije:

- veliki investicioni troškovi postrojenja,
- ograničena dostupnost u zavisnosti od lokaliteta.

Način korištenja solarne energije

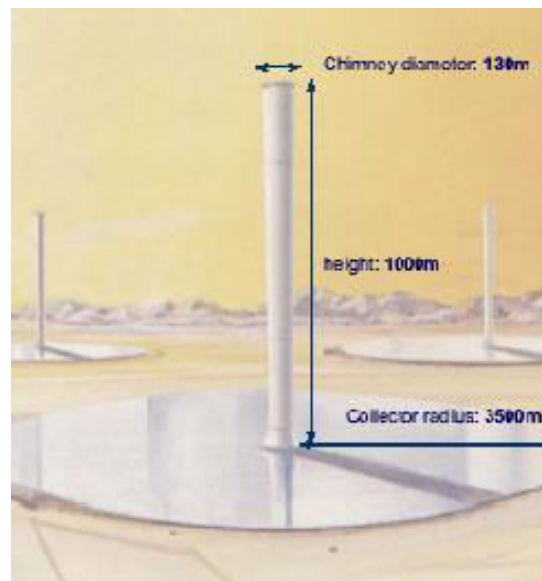
Energija sunčevog zračenja se pretvara u druge korisne vidove energije na sljedeći način:

- korištenjem solarnih termalnih kolektora gdje se vrši konverzija u toplotnu energiju,
- korištenjem fotonaponskih modula gdje se vrši direktna konverzija u električnu energiju,
- Korištenjem solarnih elektrana gdje se solarna energije prvo konvertuje u toplotnu energiju sa radnim medijem visoke temperature koji se onda koristi u klasičnom procesu parne elektrane za dobijanje električne energije
- korištenjem solarnih dimnjaka

Način korištenja solarne energije



Solarni termalni kolektori



Solarni dimnjak



Solarni fotonaponska elektra - Stolac



Solarna elektrana (Seville, Španija)



Solarna elektrana (California, USA) ¹²

Način korištenja energije vjetra

Korištenjem vjetroagregata kinetička energije vazdušne struje, vjetra se pretvara u mehaničku energiju kao prelazni oblik, a zatim u električnu energiju.

Prema položaju vjetrogeneratora u odnosu na osu rotacije razlikujemo:

- vjetroagregati s vodoravnom osom rotacije,
- vjetroagregati s okomitom osom rotacije
 - ✓ Darrieusova turbina
 - ✓ Savoniusova turbina

Način korištenja energije vjetra



Vjetroagregati sa horizontalnom osom rotacije

Darrieusova turbina

Savoniusova turbina

Način korištenja energije vode

Hidroelektrane su postrojenja u kojima se potencijalna energija vode prvo pretvara u kinetičku energiju njenog strujanja, a potom u mehaničku energiju na vratilu turbine te, te konačno u električnu energiju u električnom generatoru.

Hidroelektranu u širem smislu čine i sve građevine i postrojenja, koje služe za prikupljanje (akumuliranje), dovođenje i odvođenje vode (brana, zahvati, dovodni i odvodni kanali, cjevovodi itd.), pretvorbu energije (vodne turbine, generatori), transformaciju i razvod električne energije (rasklopna postrojenja, dalekovodi) te za smještaj i upravljanje cijelim sistemom (strojarnica i sl).

Način korištenja energije vode

Hidroelektrane se mogu podijeliti prema načinu korištenja, prema smještaju, padu vodotoka, načinu korištenja vode, zapremini akumulacionog bazena, smještaju strojarnice, ulozi u elektroenergetskom sistemu, snazi:

- prema načinu korištenja (akumulacione, protočne, reverzibilne),
- prema smještaju samih postrojenja (na kopnenim vodotokovima, na morima i okeanima),
- prema padu vodotoka (niskotlačne, srednjotlačne, visokotlačne),
- prema načinu punjenja akumulacionog bazena (dnevna, sezonska, godišnja akumulacija)
- prema udaljenosti strojarnice od brane (pibranske, derivacione),
- prema smještaju strojarnice (nadzemne, podzemne),
- prema ulozi u elektroenergetskom sistemu (temeljne, vršne),
- prema snazi (velike, male, mikro, piko).

Način korištenja energije vode



Najveća HE na svijetu na rijeci Jangce
Akumulaciona HE – Tri klanca, Kina (22500 MW)



Hoover-ova brana na rijeci Colorado (USA)
Instalisana snaga HE – 2080 MW

Način korištenja energije vode



Derivaciona HE Velebit
na rijeci Zrmanji, Hrvatska,
instalirana snaga 276 MW



HE na morske mijene
(plimu i oseku)
Francuska



Protočna HE Chief Joseph Dam
na rijeci Columbia, USA,
instalirana snaga 810 MW



HE na morske valove
Luka Pelamis, Portugal

Način korištenja biomase

Biomasa je organska materija nastala rastom biljaka i životinja i predstavlja obnovljivi izvor energije koji uključuje ogrjevno drvo, grane, piljevinu, koru i ostale ostatke iz drvne industrije.

U biomasu možemo ubrojiti i ostatke iz stočarstva, životinjski izmet, komunalni i industrijski otpad, ostatke pri obradi vinove loze i maslina i mnoge druge prirodne otpade.

Najveća prednost biomase leži u činjenici da se ona tretira kao CO₂ neutralan energent kada je u pitanju štetan uticaj na okolinu. Razlog tome leži u činjenici da biomasa tokom životnog vijeka u procesu fotosinteze potroši istu količinu CO₂ iz atmosfere koju kasnije svojim sagorijevanjem ponovo vrati u atmosferu, tako da se pretpostavlja da nikad ne stvara višak CO₂ u atmosferi.

Međutim, i njeno korištenje može doprinijeti globalnom zagrijavanju u slučaju da se pretjeranom sječom drveća, a nedovoljnom sadnjom novih drveća, uništi prirodna ravnoteža.

Način korištenja biomase

Biomasu možemo podijeliti na.

- drvnu biomasu (ostaci i otpad nastao pri piljenju, brušenju, blanjanju drveta)
 - ✓ služi kao gorivo u kotlovnicaama i kao sirovina za proizvode, brikete, pelete,
 - ✓ jeftinije je i kvalitetnije gorivo od šumske biomase.
- ostaci iz poljoprivrede (slama, kukuruzovina, ljuske, košpice)
 - ✓ služe kao gorivo u kotlovnicaama,
 - ✓ služe kao sirovina za proizvodnju (briketi, peleti),
 - ✓ prerađuju se presovanjem, baliranjem, peletiranjem.
- životinjski otpad (koristi se za proizvodnju bioplina)
 - ✓ anaerobna fermentacija - izmet – sve vrste životinja + zelena masa,
 - ✓ nastaje spaljivanjem (lešine)

Način korištenja biomase

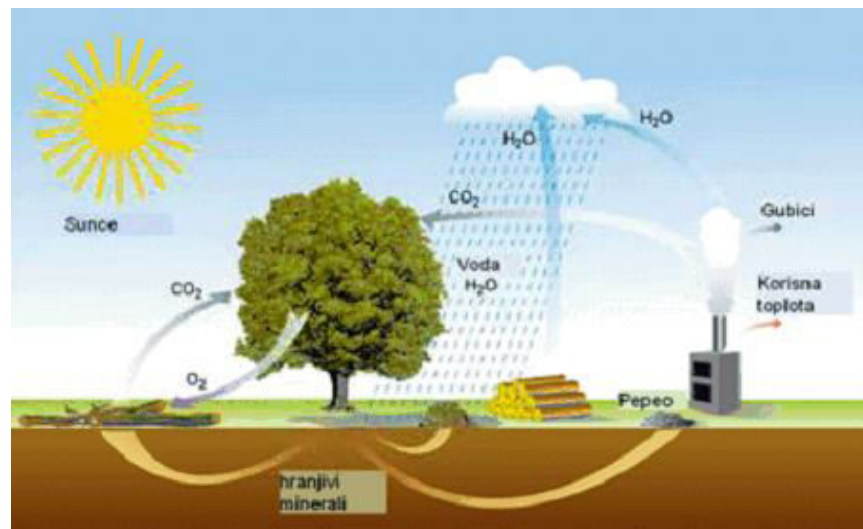
- biomasa iz otpada
 - ✓ zelena frakcija kućnog otpada
 - ✓ biomasa iz parkova i vrtova s urbanih površina,
 - ✓ mulj iz kolektora otpadnih voda.

Biomasa se najčešće se koristi u svrhu grijanja prostora, kuhanja ili zagrijavanja sanitarne vode, ali se njena korist odnosi i na proizvodnju električne energije, proizvodnju biogoriva (bioetanol i biodizel) i proizvodnji bioplina.

Bioetanol se proizvodi iz krumpira, suncokreta, kukuruza i sličnih biomasa, a predstavlja alternativu benzinu. Biodizel je ekološki prihvatljiva alternativa običnom dizelu. Nastaje najviše iz uljarica.

Bioplin se dobiva preradom životinjskog izmeta, krute biomase i kanalizacijskog otpada i predstavlja jako dobru alternativu prirodnom plinu.

Način korištenja biomase



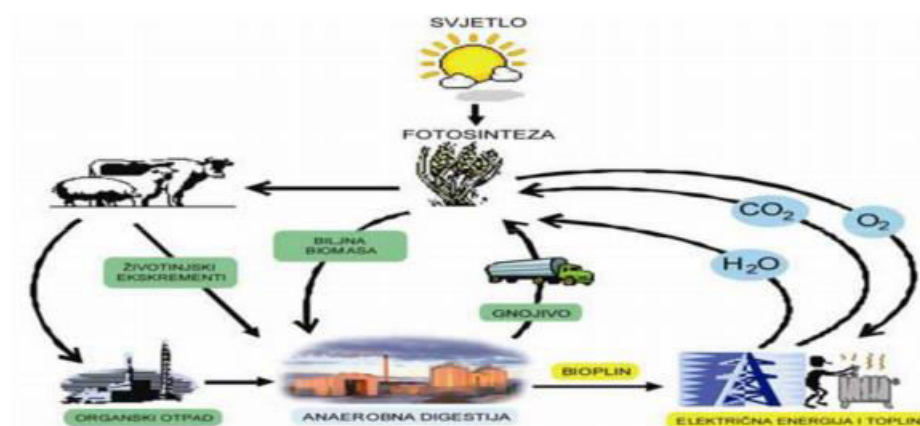
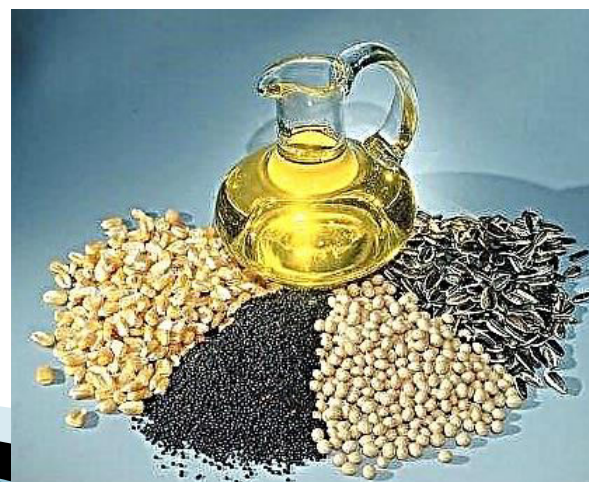
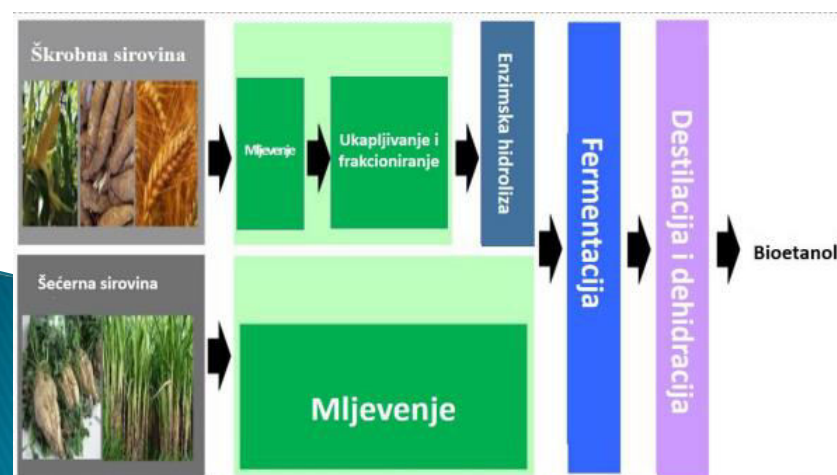
Životni ciklus biomase



Drvena biomasa



Ostaci iz poljoprivrede



Način korištenja biomase

Prednosti korištenja biomase kao izvora energije su:

- veliki potencijal (biljne kulture zasade u tu svrhu, kao i otpadni materijali u poljoprivrednoj i prehrambenoj industriji),
- plinovi koji nastaju korištenjem biomase mogu se koristiti u energetske svrhe,
- neuporedivo manja emisija štetnih gasova i otpadnih materija.

Nedostaci korištenja biomase kao izvora energije su:

- spaljivanjem biomase stvaraju se i drugi zagađujući plinovi, te otpadne vode,
- u manjim pogonima nije isplativa izgradnja uređaja za reciklažu otpada,
- prikupljanje, transport i skladištenje biomase je vrlo skupo.

Način korištenja geotermalne energije

Geotermalna energija je, jednostavno rečeno, toplota Zemlje.

Riječ geotermalna dolazi od grčkih riječi *geo* što znači zemlja i *terme* što znači toplota.

Geotermalna energija predstavlja obnovljivi izvor energije jer se toplota kontinuirano generiše unutar Zemlje.

Postoji više načina korištenja geotermalne energije sa različitim nivoima razvijenosti tehnologija, podijeljeni na:

- direktno korištenje,
- geotermalne toplotne pumpe,
- proizvodnja električne energije.

Način korištenja geotermalne energije

Kao rezervoari geotermalne energije pojavljuju se:

- rezervoari tople vode ili pare duboko u zemlji kojima se pristupa bušenjem,
- geotermalni rezervoari koji se nalaze u blizini zemljine površine,
- tzv. „plitko tlo“, odnosno tlo u blizini Zemljine površine koje održava relativno konstantnu temperaturu tokom godine od 10-15.6 °C

Primjena geotermalne vode za grijanje bazena i kupališta je veoma duga, pogotovo ako se radi o termomineralnim vodama.

Geotermalna voda može se, dakle, koristiti u zdravstvene, sportske, turističke, rekreativne i agronomske svrhe, a može se i flaširati ili se direktno koristiti za vodosnabdjevanje.

Najzanimljivija je međutim njena upotreba u energetske svrhe, za zagrijavanje prostora, najčešće putem sistema daljinskog grijanja gradova i naselja

Način korištenja geotermalne energije



Geotermalni izvori



Geotermalne elektrane



Geotermalne
toplotne pumpe

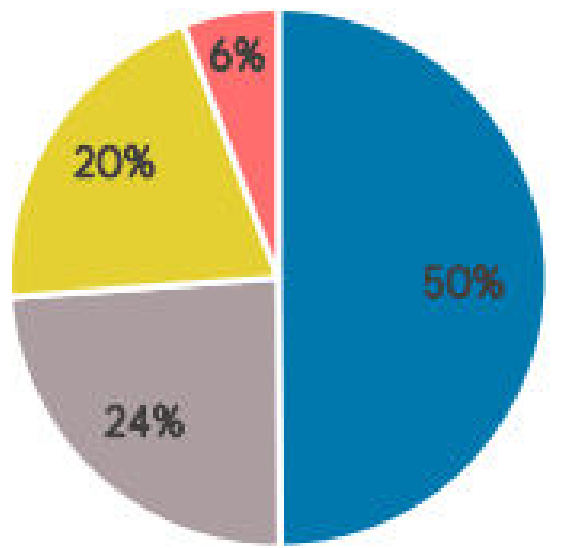
Intenzitet korištenja obnovljivih izvora u svijetu

Krajem 2018. godine, ukupni kapacitet obnovljivih izvora energije u svijetu iznosio je 2351 GW. Od toga najveći procenat zastupljenosti ima hidroenergija sa ukupno instalisanim kapacitetima od 1172 GW. Vjetroelektrane i solarne elektrane imaju instalisani kapacitet od 564 GW, odnosno 486 GW. Od ostalih obnovljivih izvora bioenergija je zastupljena sa kapacitetom od 115 GW, geotermalna energija sa 13 GW i energija mora i okeana sa 500 MW

Kapacitet obnovljivih izvora povećao se za približno isti iznos kao i 2017. godine (171 GW ili + 7,9%). Solarna energija nastavila je dominirati, s povećanjem kapaciteta od 94 GW (+ 24%), praćena energijom vjetra s porastom od 49 GW (+ 10%). Kapacitet hidroenergije povećan je za 21 GW (+ 2%), a bioenergija za 6 GW (+5%). Geotermalna energija povećana je za nešto više od 500 MW.

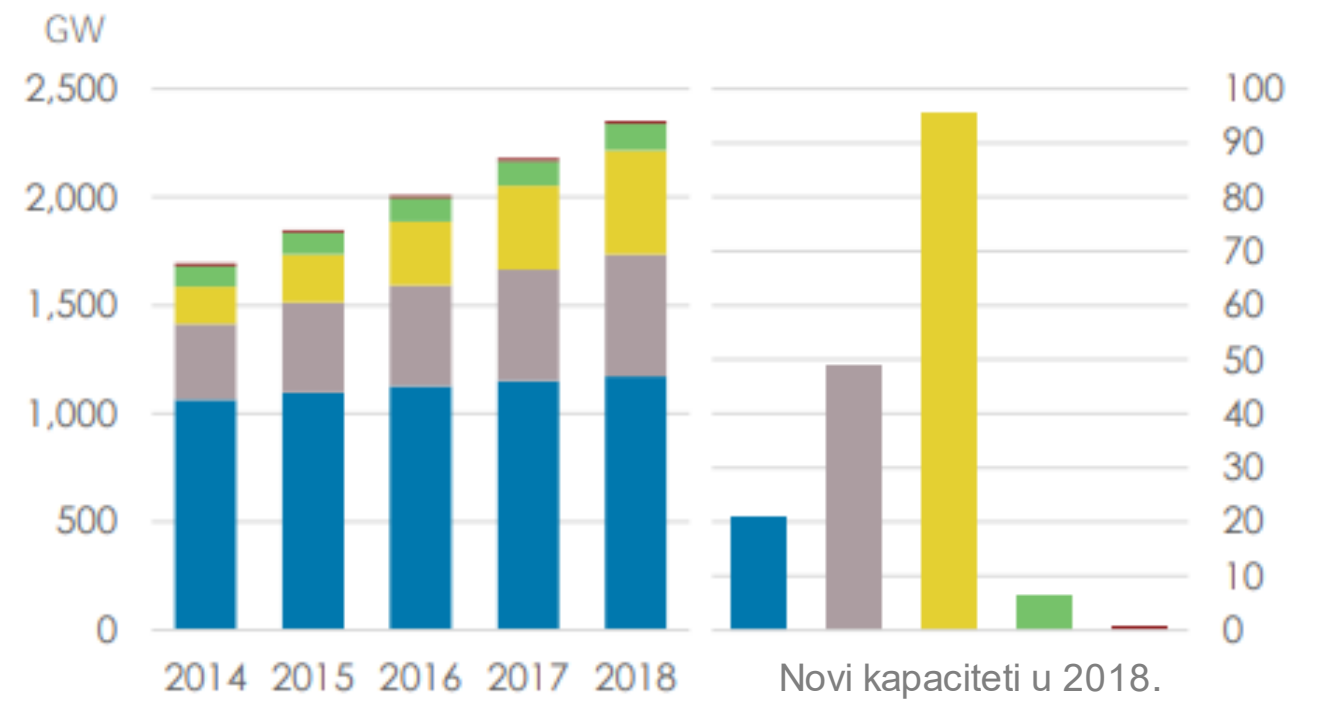
Intenzitet korištenja obnovljivih izvora u svijetu

Procenat instalisanih kapaciteta obnovljive energije prema vrsti u 2018. godini



■ Hidro ■ Vjetar ■ Solar ■ Ostali

Porast instalisanih kapaciteta obnovljive energije



■ Hidro ■ Vjetar ■ Solar ■ Bioenergija ■ Geotermalna

Intenzitet korištenja obnovljivih izvora u svijetu

Sjeverna Amerika

Snaga	366 GW
Učešće	16%
Promjena	+19 GW
Rast	+5,4%

Centralna Amerika

Snaga	15 GW
Učešće	1%
Promjena	+0,8 GW
Rast	+5,5%

Južna Amerika

Snaga	211 GW
Učešće	9%
Promjena	+9,4 GW
Rast	+4,7%

Europa

Snaga	536 GW
Učešće	23%
Promjena	+24 GW
Rast	+4,6%

Srednji istok

Snaga	20 GW
Učešće	1%
Promjena	+1,3 GW
Rast	+7,1%

Afrika

Snaga	46 GW
Učešće	2%
Promjena	+3,6 GW
Rast	+8,4%

Euroazija

Snaga	100 GW
Učešće	4%
Promjena	+4,1 GW
Rast	+4,3%

Azija

Snaga	1024 GW
Učešće	44%
Promjena	+105 GW
Rast	+11,4%

Okeanija

Snaga	32 GW
Učešće	1%
Promjena	+4,8 GW
Rast	+17,7%

Ukupna snaga obnovljive energije u svijetu, prema regionima

Intenzitet korištenja obnovljivih izvora u svijetu

Od 2000. godine proizvodni kapaciteti iz neobnovljive energije bilježe godišnji poprast od oko 115 GW bez osjetnih oscilacija promjene ovog trenda iz godine u godinu. Za razliku od njih, kapacitet obnovljive energije je u konstantnom godišnjem usponu tako da se trend rasta koji je u 2001. godini iznosio 20 GW godišnje povećao na 160 GW godišnje u posljednje četiri godine.

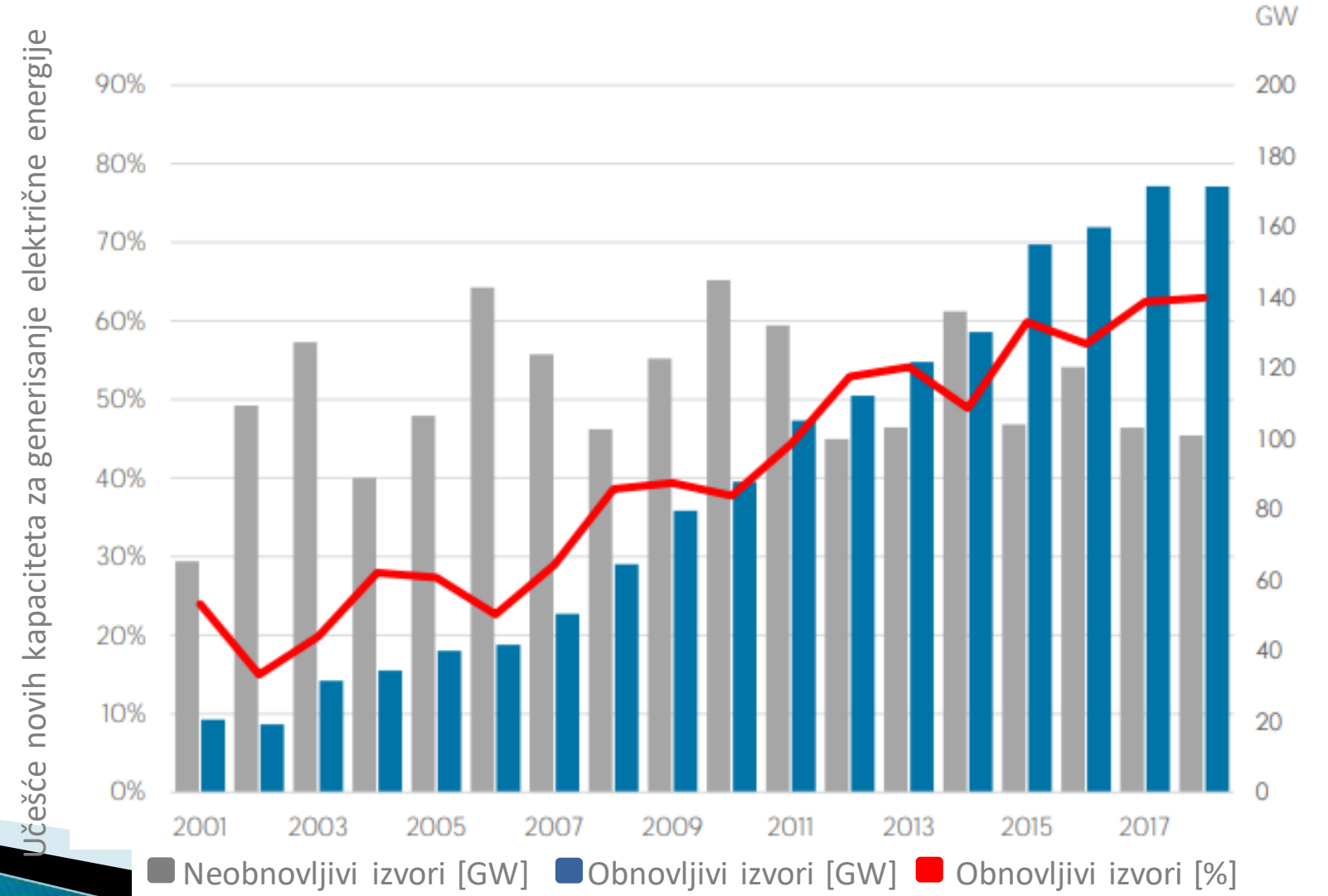
Ovaj rast instaliranih kapaciteta kao posljedicu ima i povećanje učešća obnovljive energije u ukupno generisanoj električnoj sa 25%, koliko je iznosilo u 2001. godini, do 50% u 2012. i 63% u 2018. godini. Udio obnovljivih izvora energije u ukupno instaliranim energetske kapacitetima također se povećao s 22% na 33% u odnosu na isti period.

Rast učešća obnovljivih izvora energije je evidentan, međutim nedovoljan kako bi se ispunili ciljevi niskokarbonskog razvoja.

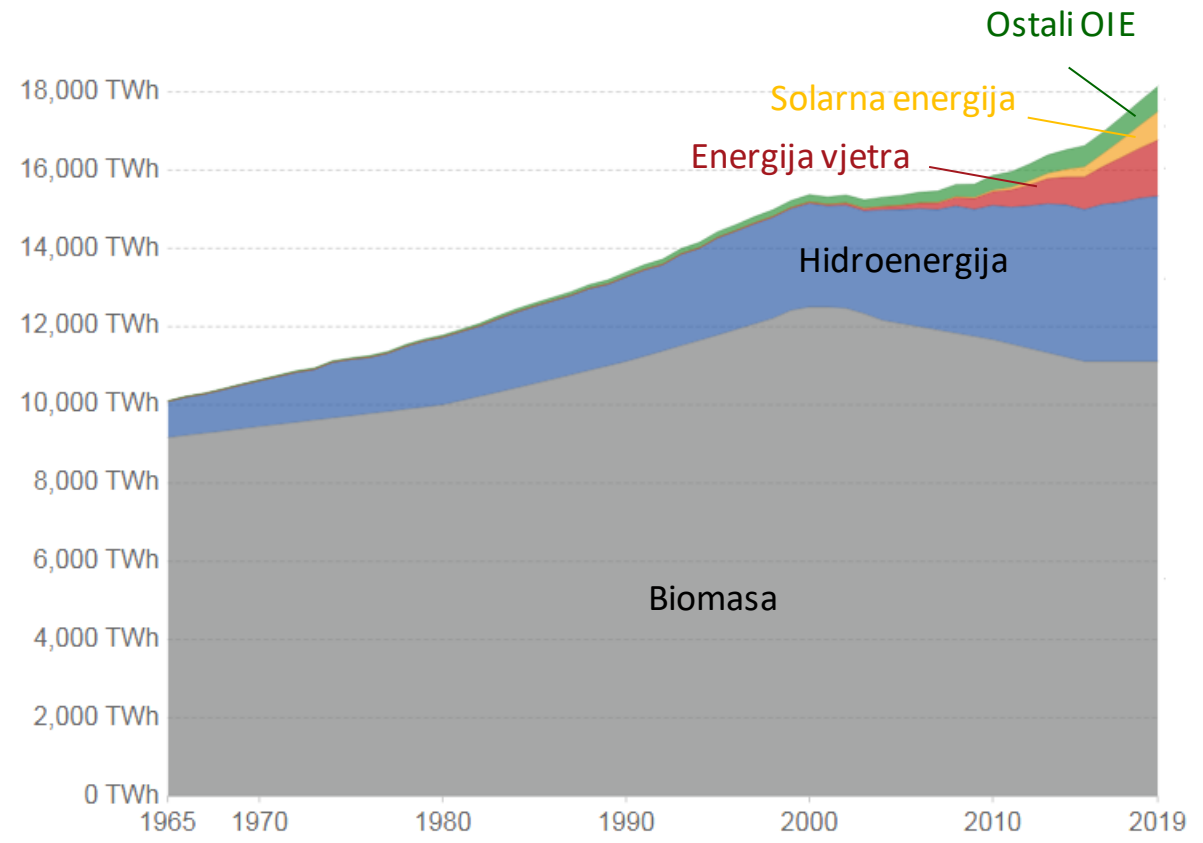
Intenzitet korištenja obnovljivih izvora u svijetu

Instalisani kapaciteti obnovljive energije i energetska tranzicija

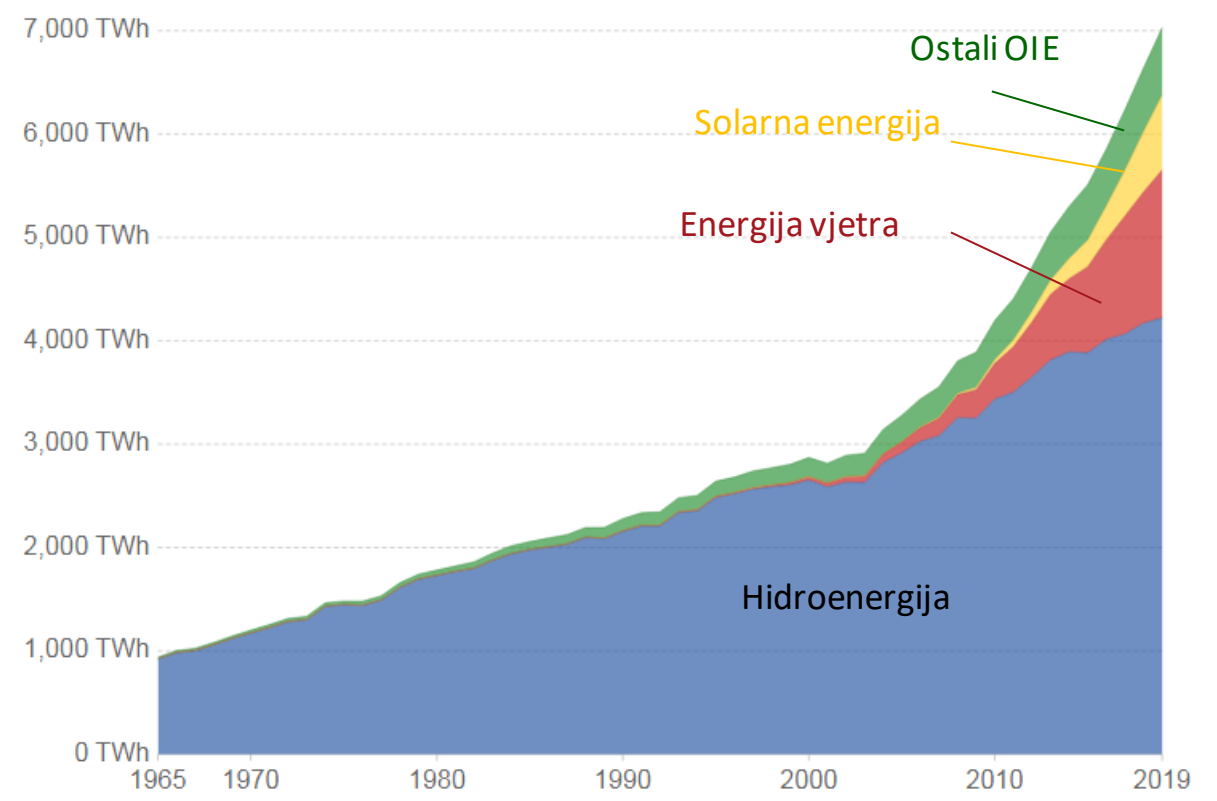
Od 2010. godine regioni Europe, Sjeverne Amerike i Okeanije bilježe znatan pad instalisanih kapaciteta neobnovljivih izvora energije koji iznosi 85 GW, dok je u ostalim regionima svijeta, prije svega Aziji i Srednjem Istoku zabilježen porast istih u posmatranom periodu u vrijednosti od 725 GW, odnosno, 100 GW.



Intenzitet korištenja obnovljivih izvora u svijetu

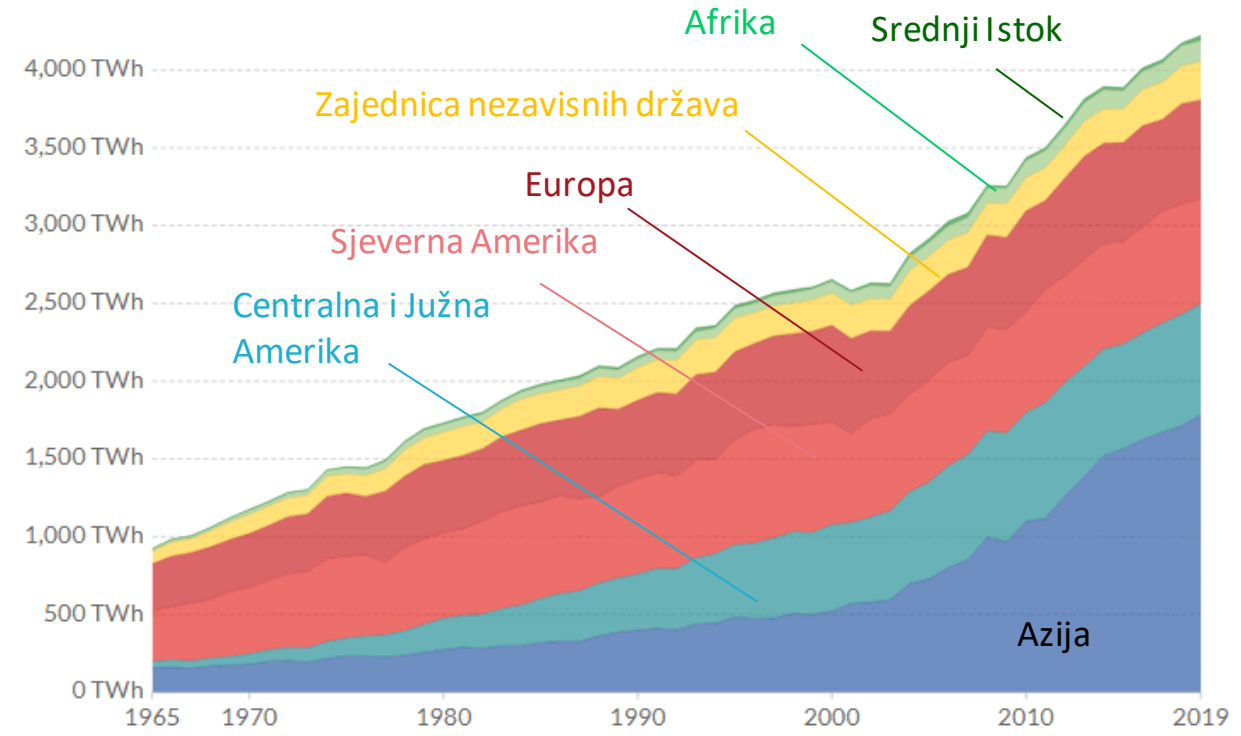


Potrešnja energije iz obnovljivih izvora u svijetu

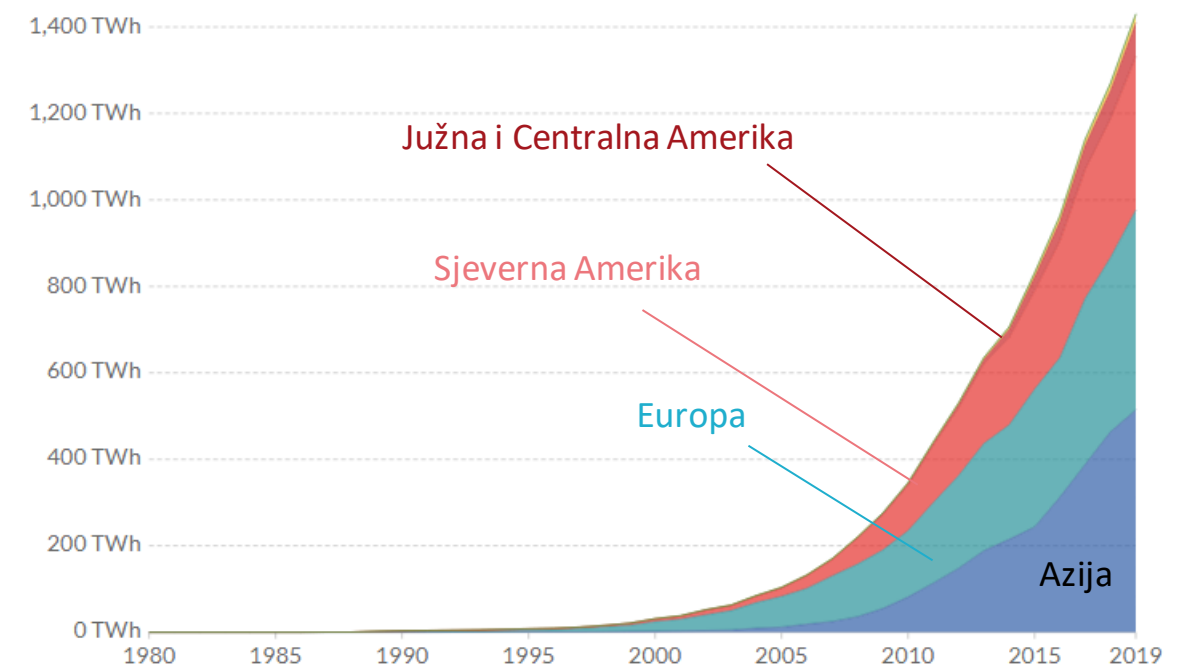


Generisana energija iz obnovljivih izvora u svijetu

Intenzitet korištenja obnovljivih izvora u svijetu

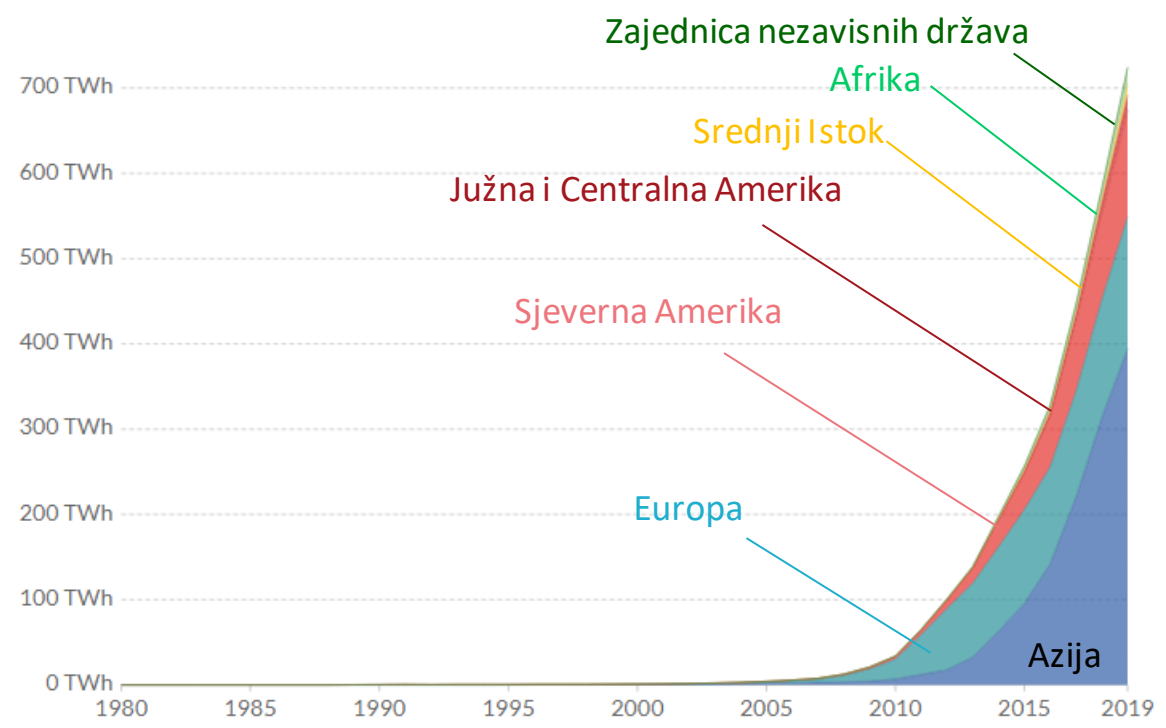


Generisana hidroenergija po regionima

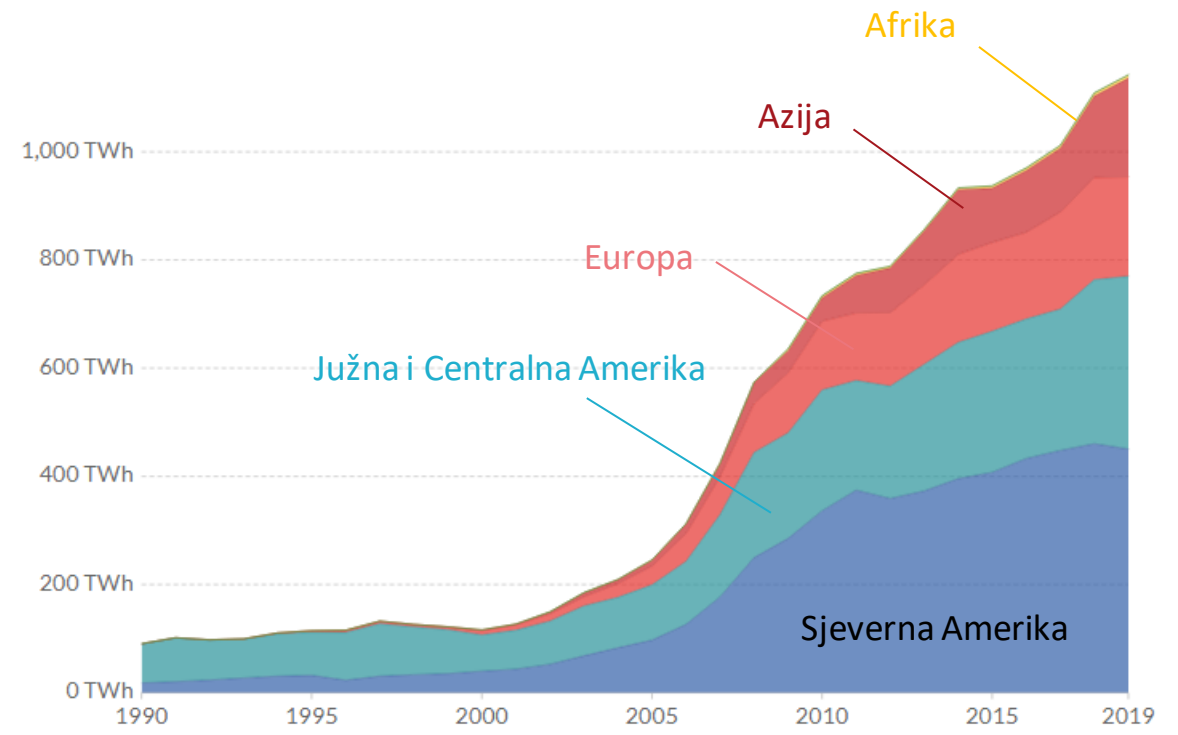


Generisana vjetroenergija po regionima

Intenzitet korištenja obnovljivih izvora u svijetu



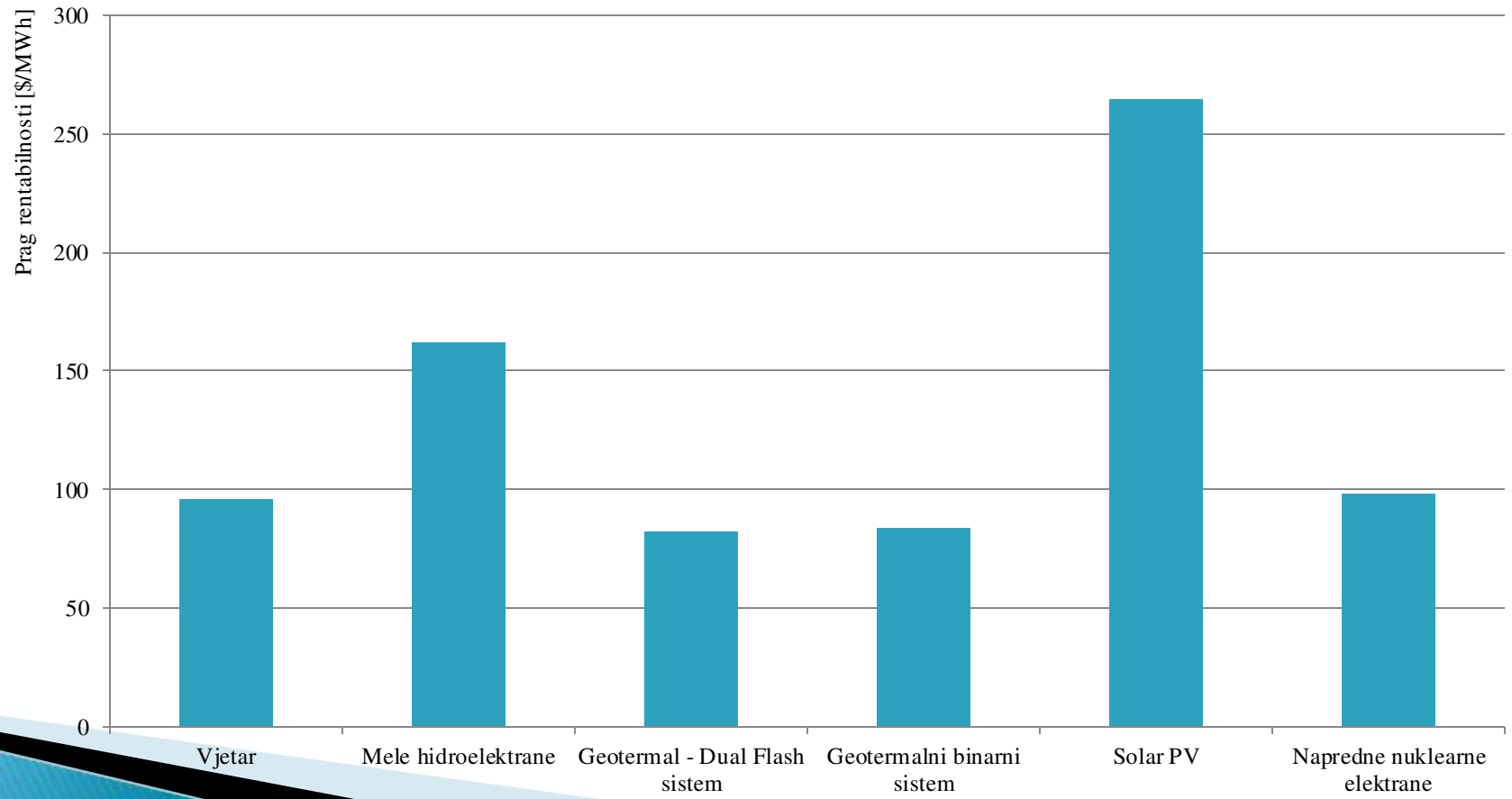
Generisana solarna energija po regionima



Proizvodnja biogoriva po regionima

Ekonomski pokazatelji isplativosti obnovljivih izvora

Na slici je prikazan prag rentabilnosti za različite tehnologije koji predstavlja cijenu električne energije po proizvedenom megavat-satu koju je potrebno ostvariti kao bi investicija bila ekonomski opravdana



Solarna energija

Sunce ima obim sfere prečnika oko 1400000 km. Masa Sunca je oko 330000 puta veća od Zemljine i iznosi oko 99% mase našeg planetarnog sistema. Oko 75% mase Sunca je vodonik, 24% helijum, a ostatak čine ostali poznati elementi.

Površina Sunca koja se vidi sa Zemlje naziva se fotosfera i ima prosječnu temperaturu 6000°C i pritisak od 0,01 bar, a debljine je nekoliko stotina kilometara. Sa spoljne strane fotosfere je hromosfera, debljine 3000 do 10000km, a sastoji se od užarenog vodonika. Iznad hromosfere je korona, razvučen omotač od gasova male gustine, čiji sloj varira od više stotina hiljada do preko milion kilometara.

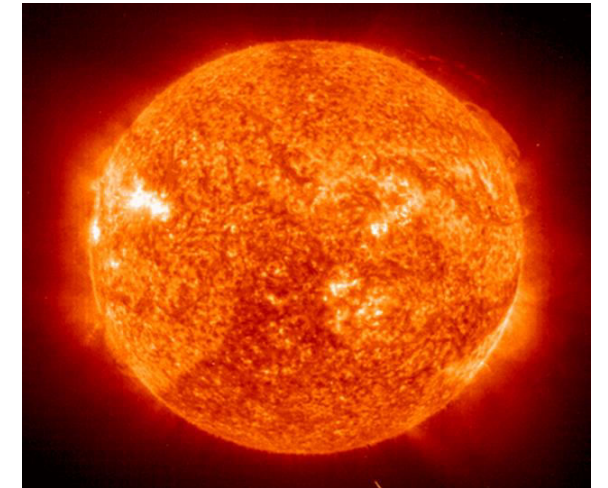
U dubini sunčeve mase odvijaju se brojne termonuklearne reakcije. Temperatura od $15 \cdot 10^6$ K, sa pritiskom od $70 \cdot 10^9$ bar omogućava fuziju lakih čestica (jezgro vodonika) i stvaranje tečnih čestica (jezgra helijuma).

Solarna energija

Fuzijom se smatra proces u kome se čestice atoma vodonika spajaju formirajući jedan atom helijuma uz gubitak manje količine mase, koja se pojavljuje u drugoj formi prema Ajnštajnovoj relaciji:gdje je:

$$E = m \cdot c^2$$

E - energija,
m - gubitak mase Sunca,
c - brzina svjetlosti.



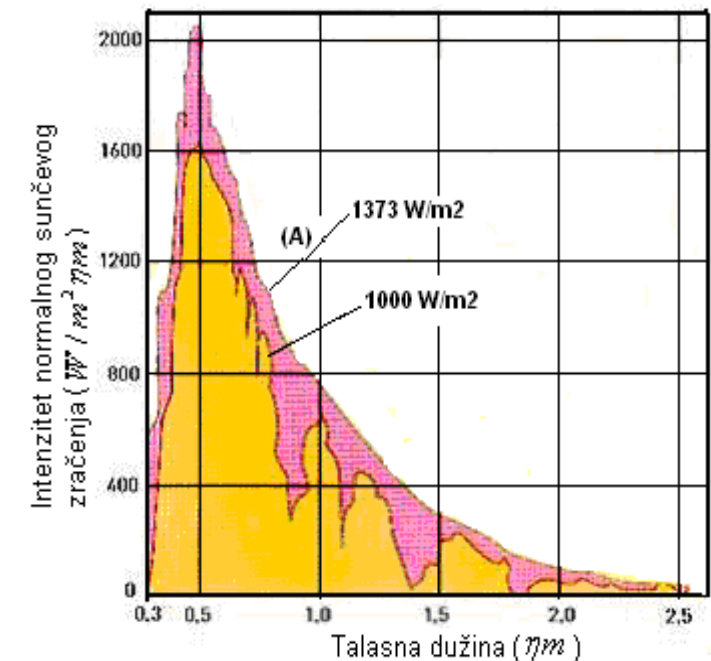
Ako se uzmu u obzir neke grube pretpostavke, prema kojima je svake sekunde gubitak mase usljed konverzije iste u energiju reda veličine $4,5 \cdot 10^9$ kg, onda se, poredeći sa ukupnom masom Sunca, dolazi do zaključka da čovječanstvo sa stanovišta problema "istrošenosti Sunca" nema razloga za zabrinutost u narednih nekoliko milijardi godina

Solarna energija

Sunce emituje energiju zračenjem kao crno tijelo čija je temperatura 6000°C . Zračenje je u spektru talasnih dužina od 10^{-10} do 10^{-3}m , s tim što je energija zračenja koncentrisana u užem polju talasnih dužina od oko $0,2 \cdot 10^{-6}\text{m}$. Spektralna raspodjela sunčevog zračenja je neravnomjerna i na vanjskoj granici atmosfere, na površini normalnoj prema sunčevim zracima ima oblik prikazan na sljedećoj slici.

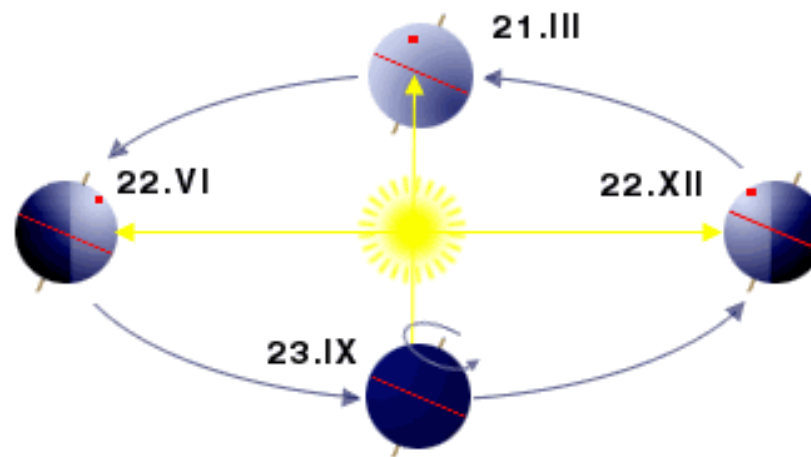
Maksimalni intenzitet sunčevog zračenja od 2207 W/m^2 nose zraci talasne dužine od $0,48\ \mu\text{m}$ koji se nalaze u zelenom dijelu vidljivog dijela spektra.

Ultravioletno zračenje obuhvata talasne dužine od $0,29$ do $0,4\ \mu\text{m}$ i nosi oko 9% energije cijelog spektra. Vidljivom dijelu spektra pripadaju zraci talasne dužine $0,4$ do $0,75\ \mu\text{m}$ koji prenose oko 41,5% ukupne energije, dok infracrveno zračenje obuhvata talasne dužine veće od $0,75\ \mu\text{m}$ sa najvećim udjelom energije od 49,5%.



Solarna energija

Jačina sunčevog zračenja normalnog na površinu spoljne granice Zemljine atmosfere, pri srednjoj udaljenosti Sunca, naziva se solarna konstanta. Srednja vrijednost solarne konstante iznosi 1373 W/m^2 . Na promjenu intenziteta tokom godine utiče i odstojanje Sunca, a ono se mijenja zbog blago eliptične putanje Zemlje. Najveća vrijednost ukupnog sunčevog zračenja je 1417 W/m^2 pri najbližem položaju Zemlje u odnosu na Sunce, a najslabija kada je Zemlja najudaljenija od Sunca i iznosi 1328 W/m^2 .



Eliptična putanja Zemlje oko Sunca

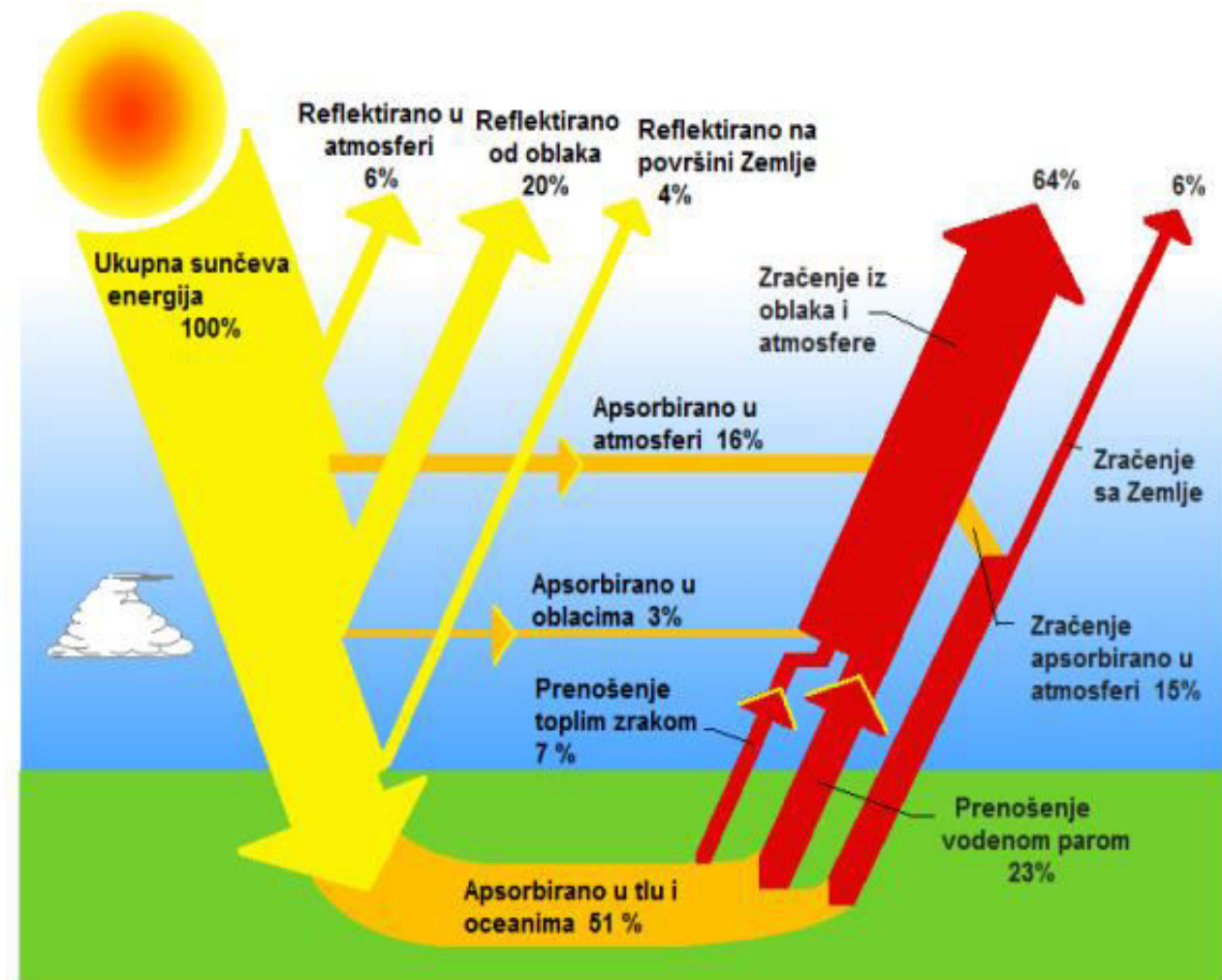
Solarna energija

Prolaskom kroz Zemljinu atmosferu, sunčevo zračenje trpi određene promjene usljed čega slabi intenzitet, i na Zemljinu površinu stiže umanjena količina energije u odnosu na onu koju prima spoljna ivica atmosfere. To umanjenje je posljedica refleksije i apsorpcije sunčevog zračenja u atmosferi, pri čemu se razlikuju:

- refleksija sunčevih zraka od molekula idealnih gasova (kiseonika i azota), koje se posebno dešava u opsegu kratkih talasnih dužina, što je uzrok i plavoj boji neba,
- refleksija koja je posljedica nailaska sunčevih zraka na molekule vodene pare i djeliće prašine, čije prisustvo u atmosferi varira,
- apsorpcija od strane idealnih troatomnih gasova i vodene pare, pri čemu nesimetrični molekuli gasova (O_3 , H_2O , CO_2) imaju veću sposobnost apsorpcije od simetričnih (N_2 , O_2). Ova apsorpcija naziva se i selektivnom, jer je izraženija na određenim talasnim dužinama

Solarna energija

Sunčevo zračenje se djelomično reflektuje, raspršuje i apsorbira u atmosferi zbog postojećih gasova, vodene pare, oblaka, čestica prašine itd. Čestice u vazduhu energiju elektromagnetskog zračenja primljenu iz jednog smjera emitiraju na različite strane. Takvo zračenje naziva se difuzno zračenje. Ukupno sunčevo zračenje koje dopijeva na Zemlju sastoji se od difuznog, reflektovanog i direktnog zračenja te se još naziva i solarna iradijacija. Direktno zračenje pripada onom dijelu zračenja koje nesmetano dolazi do Zemljine površine, bez prethodne apsorpcije od strane atmosferskih čestica. Energija apsorbirana od strane Zemljine kore i atmosfere u određenoj mjeri se reflektira natrag u Svemir.



Solarna energija

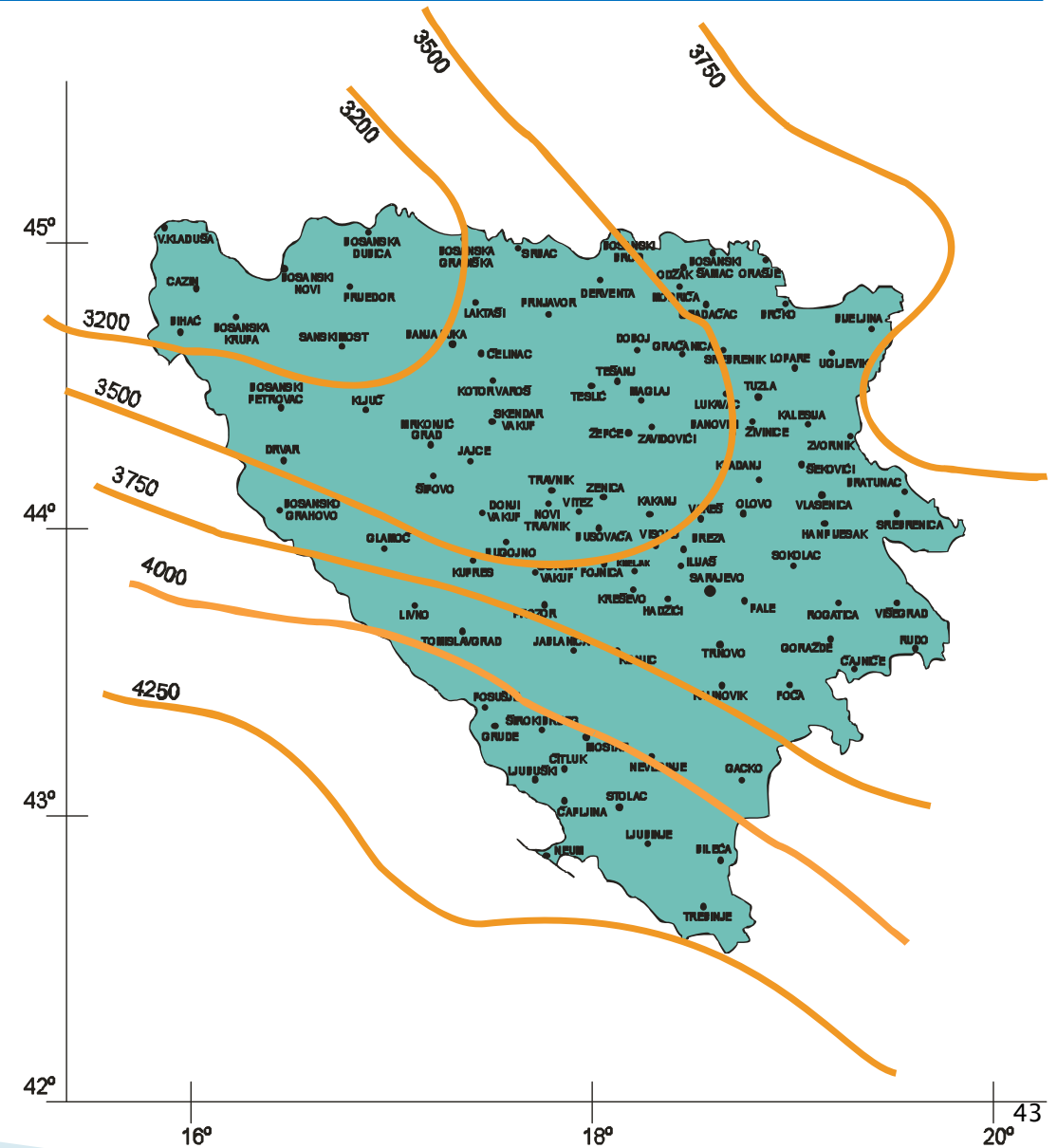
Bosna i Hercegovina ima u prosjeku godišnje 1840,9 sunčanih sati, dok taj broj na jugu zemlje dostiže vrijednost i do 2352,5 sunčanih sati godišnje.

Bosna i Hercegovina pripada zemljama Europe sa značajnim ukupnim sunčevim zračenjem koje se na godišnjem nivou kreće u intervalu od 1250 kWh/m² na sjeveru zemlje i u planinskim predjelima do 1600 kWh/m² na samom jugu zemlje

Prirodni potencijal sunčeve energije u Bosni i Hercegovini iznosi 67,2 PWh, uz pretpostavku dnevnog prosjeka ukupnog sunčevog zračenja od 3,6 kWh/m²dan. Ova vrijednost višestruko premašuje ukupnu energetska potrošnju u Bosni i Hercegovini. Ukoliko se samo 2% ukupne teritorije Bosne i Hercegovine pokrije solarnim kolektorima (cca 700 km²) sa prosječnom godišnjom efikasnošću 50% i PV modulima (cca 300 km²) sa prosječnom godišnjom efikasnošću 10%, onda bi ukupan tehnički potencijal Bosne i Hercegovine iznosio 500 TWh (1800 PJ)

Solarna energija

Lokacija	Godišnji prosjek	Mjesečni prosjek za juli	Mjesečni prosjek za januar
	[kWh/m ² dan]	[kWh/m ² dan]	[kWh/m ² dan]
Sarajevo	3,6	5,9	1,5
Mostar	4,0	6,3	1,5
Trebinje	4,2	6,8	1,7
Neum	4,2	6,9	1,7
Banja Luka	3,2	6,1	1,3
Prijedor	3,1	6,1	1,3
Bihać	3,2	5,8	1,1
Doboj	3,4	6,1	1,3
Tuzla	3,6	6,1	1,3
Srednja Europa	3,2-3,0	5,2-5,5	0,7-0,9
Južna Europa	4,4-4,8	7,2-7,6	1,8-2,6



Solarna energija

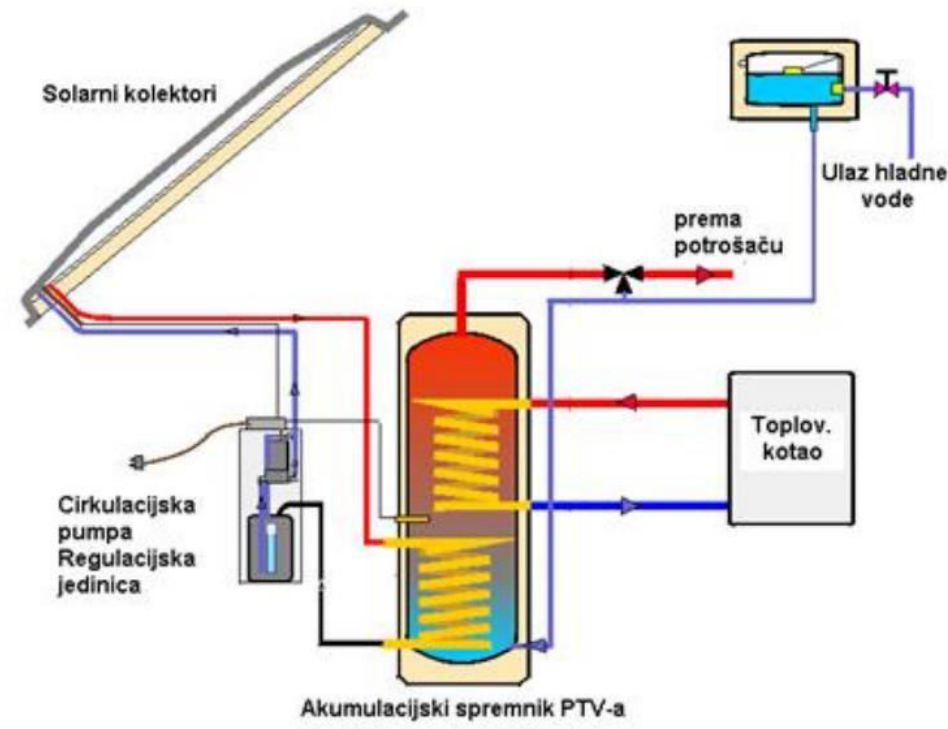
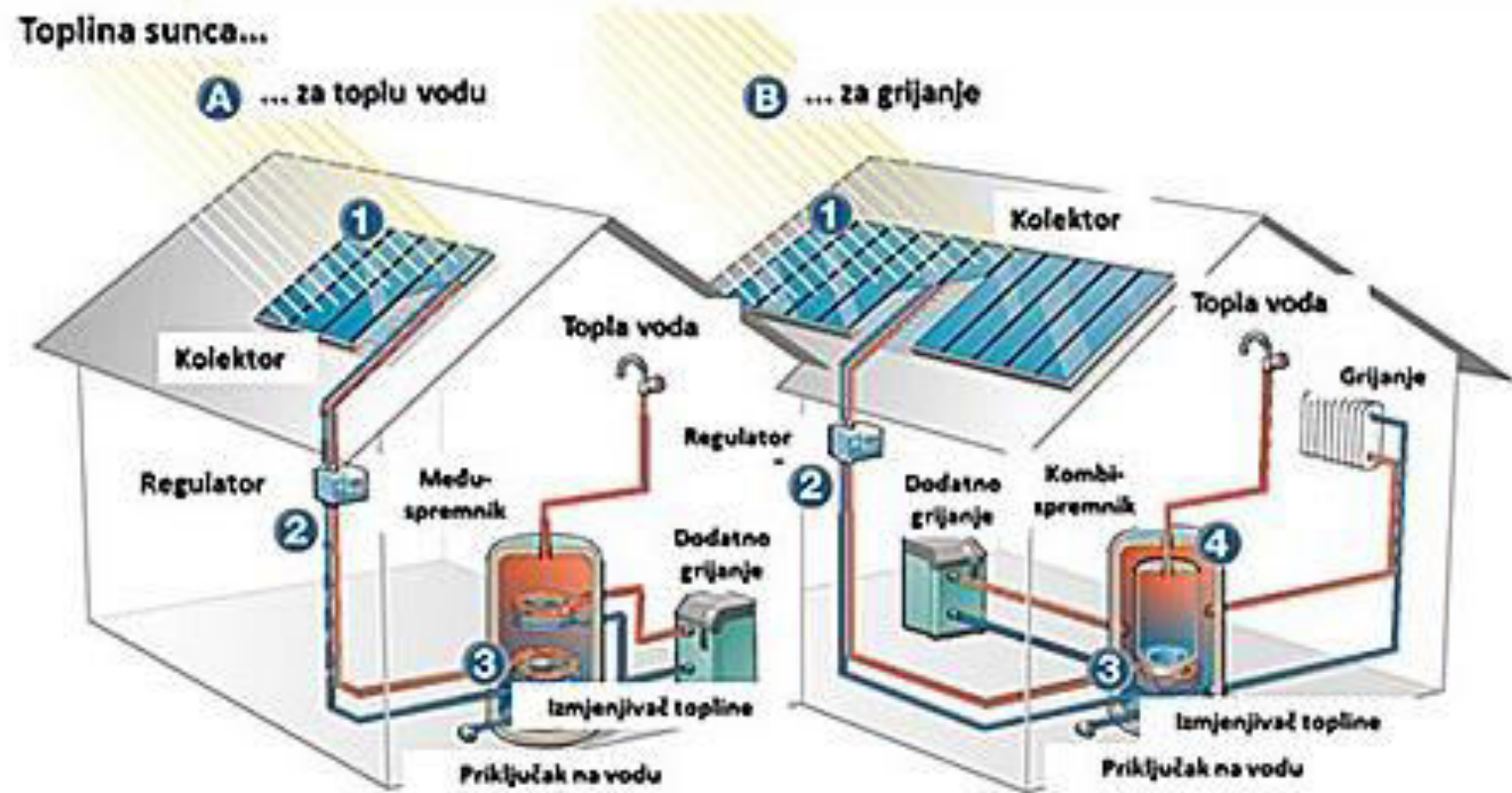
Osnovne metode direktnog korištenja energije Sunca su:

- solarni kolektori – priprema sanitarne vode, grijanje i hlađenje (aktivni i pasivni sistemi) prostora, zagrijavanje bazenske vode,
- fotonaponski moduli – direktna pretvorba sunčeve u električnu energiju,
- fokusiranje sunčeve energije – upotreba u velikim energetske postrojenjima (solarne elektrane)

Od svih primjera primjene solarne energije, dobivanje tople vode je najjednostavniji i najrašireniji. Razloga ima više, a najvažniji su visoka efikasnost takvih sistema i znatno niži investicioni troškovi od ostalih solarnih aplikacija.

Solarni sistemi za pripremu tople vode sastoje se iz više komponenti, a najvažnija je kolektor. Više kolektora, prema potrebi, mogu biti spojeni serijski ili paralelno

Solarna energija



- 1** Sunčeve zrake zagrijavaju tekući medij u kolektoru
- 2** Medij zagrijan do 90° C cirkulira između kolektora i međuspremnika
- 3** U izmenjivaču topline medij sunčevom toplinom zagrijava vodu
- 4** U međuspremniku pohranjena toplina na raspolaganju je i noću i u hladnim danima.

Solarna energija

Solarni kolektor je uređaj koji prikuplja energiju sunčevog zračenja i pretvara je u toplotnu energiju i kao takav predstavlja glavnu komponentu kod aktivnih solarnih sistema (priprema sanitarne vode, grijanje prostorija itd.). Pomoću solarnih kolektora mogu se postići temperature radnog fluida do 100°C ili čak do 150°C, u zavisnosti od izrade apsorbera. Za postizanje temperatura većih od 150°C koriste se koncentrirajući kolektori koji prate kretanje Sunca i fokusiraju direktno sunčevo zračenje na apsorber.

Postoji više tipova solarnih termalnih kolektora i to:

- ravni sunčevi kolektori,
- vakuum kolektori,
- koncentrirajući kolektori,
- vazdušni kolektori s perforiranim apsorberom

Solarna energija

Ravni sunčevi kolektori se najčešće primjenjuju u stanogradnji kod sistema grijanja i pripreme sanitarne vode. Tipični ravni kolektor je izolirana metalna kutija sa staklenim ili plastičnim transparentnim pokrovom unutar kojeg je smješten apsorber, cijevni registar za protok radnog fluida kao i termoizolacija.



Solarna energija

Glavni element ravnog solarnog kolektora je apsorbciona ploča ili apsorber. Apсорbciona ploča pokriva kompletnu osnovu kolektora i ispunjava tri funkcije: apsorbuje maksimalne moguće količine sunčevog zračenja, prenosi sakupljenu toplotu na radni fluid i smanjuje toplotne gubitke na minimum.

Sunčevo zračenje prolazi kroz providni poklopac i apsorbuje se direktno u apsorberu. Za presvlačenje apsorbera se koriste materijali koji dobro apsorbuju kratko-talasne Sunčeve zrake (vidljivi dio spektra). Obično je apsorber ravan, kako bi bolje apsorbovao dolazno zračenje iz svih uglova. Apсорbciona ploča se farba ili presvlači u crno, i standardno apsorber apsorbuje preko 95% Sunčeve radijacije koja dodje do njega.

Solarna energija

Druga uloga apsorbcione ploče je da prenese sakupljenu toplotu na radni fluid koji struji kroz cijevi koje su spojene za apsorber i od načina i kvaliteta spajanja zavisi i efikasnost prenosa toplote, a indirektno i efikasnost samog kolektora. Radni fluid može biti tečnost (voda ili voda pomešana sa antifrizom) ili gas (vazduh). Bitna stavka pri dizajnu kolektora je da se obezbijedi dovoljna sposobnost za prenos toplote kako razlika između apsorbcione ploče i radnog fluida nebi bila velika, u suprotnom dolazi do velikih toplotnih gubitaka na samom apsorberu.

Pošto je temperatura površine apsorbera viša od ambijentalne temperature, površina apsorbera ispušta dio apsorbovane toplote nazad u okolinu. Odabirom materijala od kojeg se apsorber pravi kao i boje ili presvlake kojom se presvlači može se uticati na smanjenje toplotnih gubitaka.

Solarna energija

Apsorber je obično prekriven sa jednim ili više providnih poklopaca, pokrova kako bi se smanjili toplotni gubitci. Ukoliko nema providnog pokrova, toplota se gubi kao rezultat ne samo dejstva vjetra već i prirodnog strujanja toplog vazduha koji se diže prema gore. Pokrov “zarobi” vazduh iznad apsorbera, značajno smanjujući toplotne gubitke. Pločasti solarni kolektori bez pokrova se obično koriste za zagrijavanje bazena, gde se zahtjevaju male temperaturne razlike u odnosu na ambijentalnu temperaturu (obično 10°C).

Povećavanjem broja (slojeva) providnih pokrova, povećava se radna temperatura kolektora. Jedan ili dva pokrova su uobičajena, dok su kolektori sa tri pokrova predviđeni za rad u ekstremnim klimatskim uslovima. Svaki dodatni sloj, povećava efikasnost kolektora u radu na visokim temperaturama pošto smanjuje toplotne gubitke ali smanjuje i efikasnost pri nižim temperaturama. U radu na nižim temperaturama mnogo su efikasniji vakuumski solarni kolektori.

Kao materijal za providni pokrov najčešće se koristi staklo sa niskim sadržajem željeza debljine od 3,2 - 6,4mm. Ovo staklo ima propusnost Sunčevog zračenja preko 90%.

Solarna energija

Vakumski kolektori pogodni su za postizanje većih temperatura fluida na izlazu iz kolektora (do 120°C). Kolektor je sastavljen od niza paralelnih staklenih cijevi unutar kojih je smješten apsorber. Površina apsorbera premazana je specijalnim selektivnim slojem s ciljem poboljšanja apsorpcionih svojstava osnovnog materijala apsorbera. Za ploču apsorbera, specijalnim postupkom zavarivanja, pričvršćen je cijevni registar kroz koji struji radni fluid (tečnost). Kada se apsorber i cijevni registar montiraju u staklenoj cijevi, ista se vakumira i hermetički zatvori. Na taj način smanjeni su konvektivni i konduktivni gubici toplote sa apsorbera. Pogodni su za komercijalne i industrijske aplikacije. Mnogo su skuplji od ravnih sunčevih kolektora, i jedan od većih nedostataka je sposobnost održavanja vakuuma u cijevima kolektora



Solarna energija

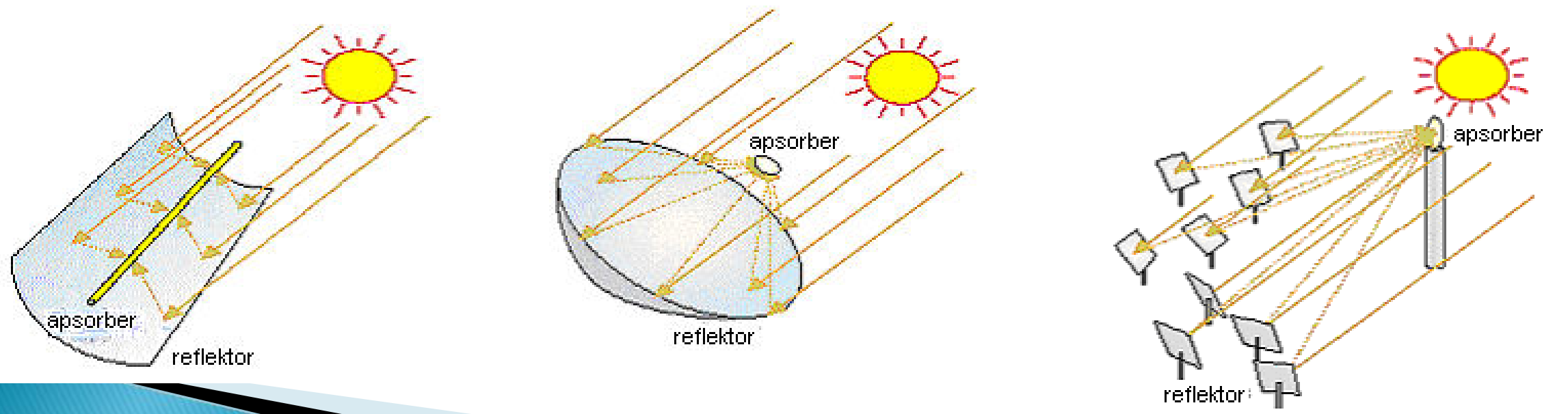
Koncentrirajući kolektori su u suštini zakrivljena ogledala koja prikupljaju i fokusiraju sunčevo zračenje prema apsorberu. Ovi visoko temperaturni kolektori koriste se u komercijalne i industrijske svrhe.

Za razliku od ravnih kolektora, koncentrirajući kolektori koriste samo direktno sunčevo zračenje i zbog toga zahtijevaju složeni sistem za praćenje kretanja Sunca. Osnovna mana im je neupotrebljivost za vrijeme oblačnih dana, kada je izraženija difuzna komponenta ukupnog sunčevog zračenja.

Veliku ulogu ima omjer koncentrisanja tj. odnos između površine otvora kolektora koji prima sunčevo zračenje i površine apsorbera koja prima koncentrisano zračenje i iznosi od 2-1000. Što je potrebna viša radna temperatura potreban je kolektor sa većim omjerom koncentrisanja.

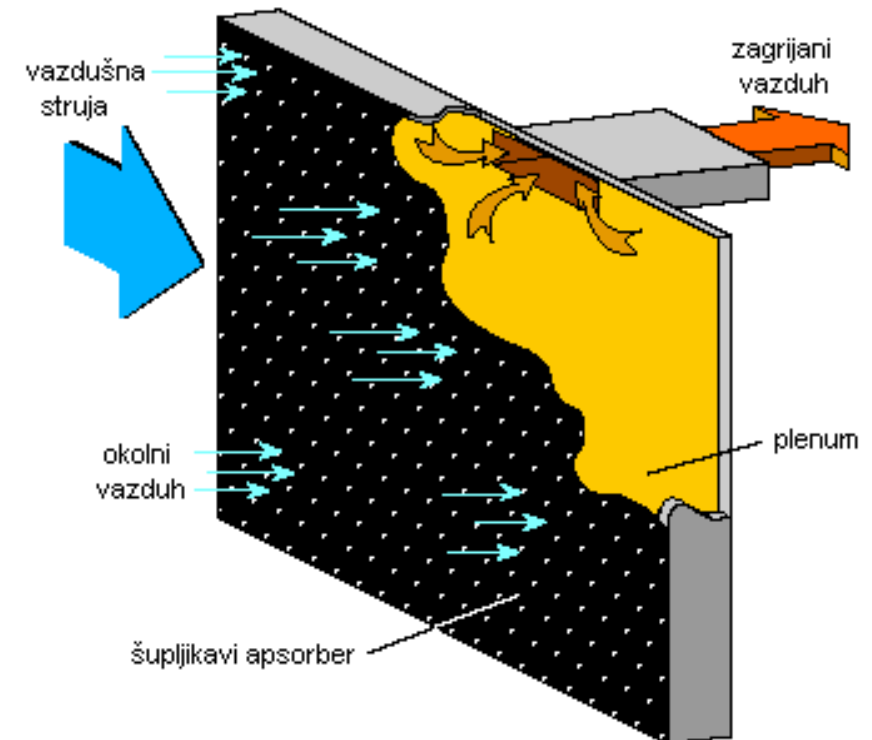
Solarna energija

Oni mogu koncentrisati zračenje u tačku ili dio pravca, što znači da fokus može biti tačkast ili linearan. Posebna vrsta koncentrirajućih kolektora su ravna ogledala tzv. heliostati koji prate Sunce i reflektuju direktno sunčevo zračenje prema prijemniku na vrhu tornja.



Solarna energija

Vazdušni kolektori sa perforiranim apsorberom izrađuju se u vidu perforiranih metalnih ploča crne boje. Direktno sunčevo zračenje zagrijava ploču i kroz otvore u ploči, pomoću ventilatora ili prirodnom cirkulacijom, prolazi vazduh koji se zagrijava. Ova tehnologija uglavnom se koristi za predgrijavanje ventilacionog vazduha ili pri sušenju žitarica. Ovakvi kolektori mogu dostići efikasnost veću od 70% u nekim komercijalnim aplikacijama. Zbog jednostavne konstrukcije proizvodnja ove vrste kolektora je jeftina..

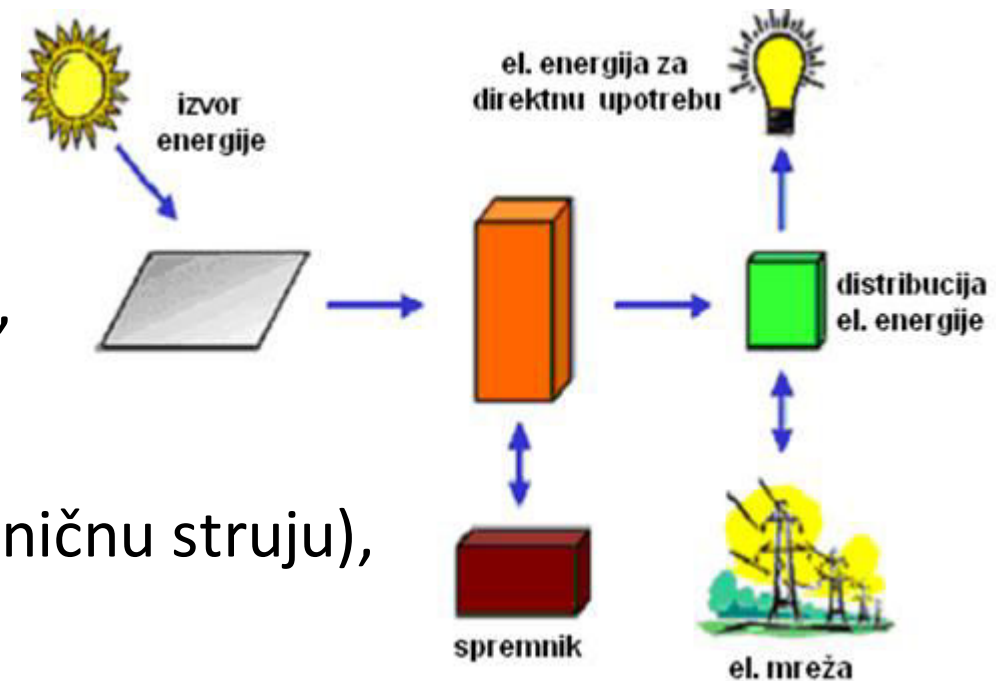


Solarna energija

Fotonaponski (PV) sistemi spadaju u direktne sisteme za dobivanje električne energije, u kojima se energija sunčevog zračenja direktno pretvara u električnu energiju bez posredovanja radnog fluida.

Glavne komponente PV sistema su:

- PV moduli (uređaji za prijem i konverziju sunčevog zračenja u el. energiju),
- Uređaji za upravljanje i kontrolu,
- Invertori (pretvarač jednosmjerne u naizmjeničnu struju),
- Spremnik (akumulator),
- Distributivna mreža.



Solarna energija

Fotonaponske ćelije su poluprovodnički elementi koji direktno pretvaraju energiju sunčevog zračenja u električnu energiju. Efikasnost im je od 10% za jeftinije izvedbe s amorfnim silicijem, do 25% za skuplje izvedbe. Fotonaponski moduli mogu se koristiti kao samostalni izvori energije ili kao dodatni izvor energije. Kao samostalni izvor energije koristi se npr. na satelitima, saobraćajnim znakovima, kalkulatorima i udaljenim objektima koji zahtijevaju dugotrajni izvor energije. Postoji više tipova PV ćelija među kojima su:

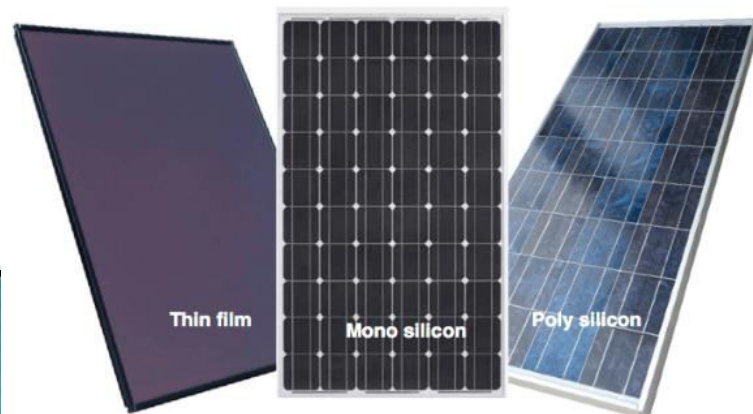
- silicijeve Si (monokristalne, polikristalne i amorfne),
- galij arsenidne GaAs,
- bakar-indium-diselenidne CuInSe_2 ,
- kadmij-telurijeve CdTe

Solarna energija

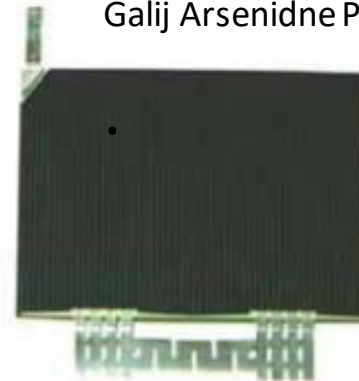
Karakteristike solarnih ćelija:

- iskoristivi napon zavisi od karakteristika poluprovodnika,
- napon praznog hoda je malo ovisan o sunčevom zračenju dok jačina struje raste sa porastom osvjetljenja,
- izlazna snaga ćelije je također temperaturno zavisna, veća temperatura ćelije uzrokuje manju efikasnost.

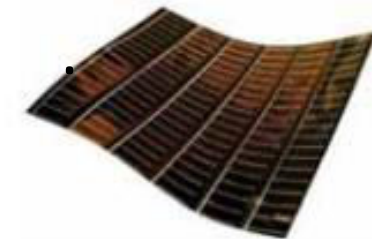
Silicijeve
PV ćelije



Galij Arsenidne PV ćelije



Kadmij Telurijeve PV ćelije



Solarna energija

Osim direktnom konverzijom pomoću solarnih ćelija, električna energija može se iz sunčeve dobiti u solarnim elektranama. Solarna energija pretvara se u toplotnu, njome se grije radni fluid koji zatim pokreće turbine i električne generatore.

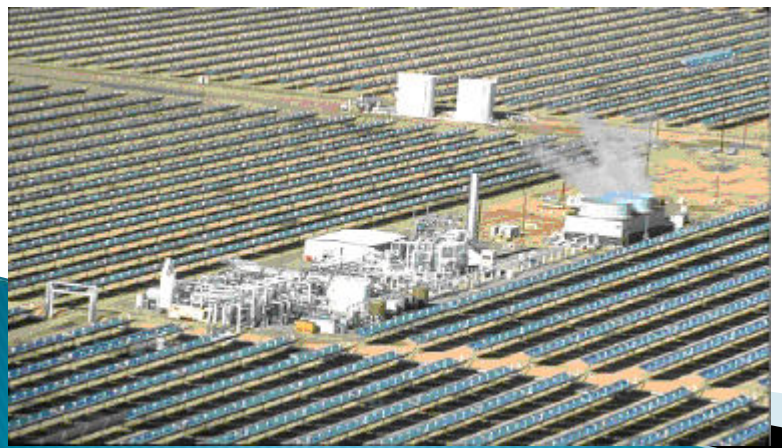
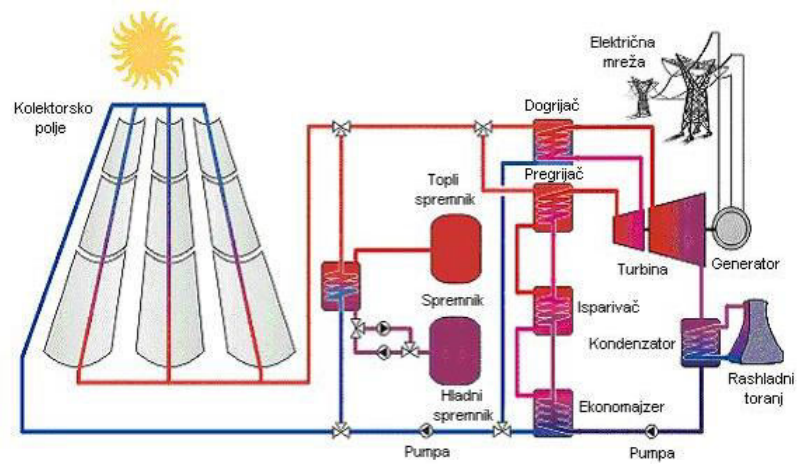
Glavni dijelovi solarne elektrane su: kolektori (koncentrirajući, obično cilindrično parabolični ili heliostati), prijemnik toplotne energije (apsorber), spremnik toplote i turbine s generatorom za proizvodnju električne energije.

Postoji više sistema solarnih elektrana i to:

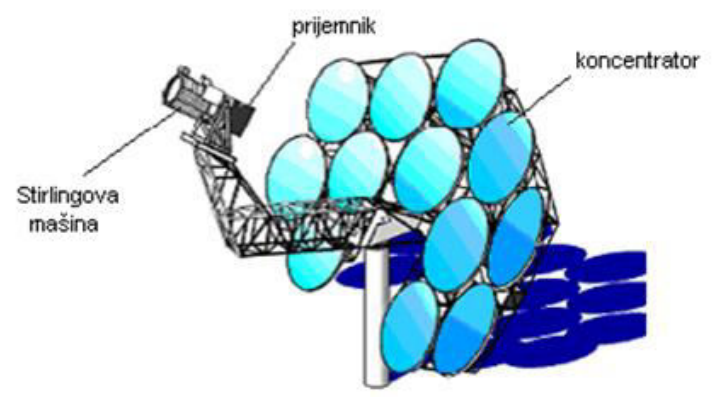
- sistem paraboličnih korita,
- solarni sistemi sa tornjem,
- sistem tačkastih koncentratora,
- solarni dimnjak.

Solarna energija

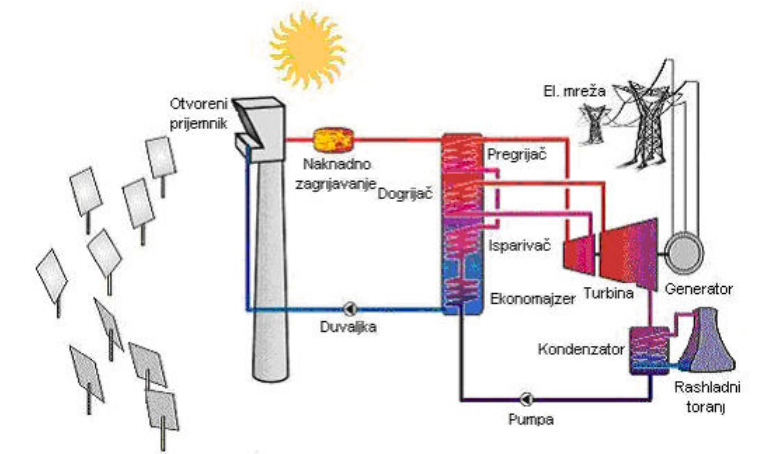
Sistem parabolinih korita



Sistem tačkastih koncentratora



Sistem sa tornjem



Bioenergija

Biomasa je određena kao biorazgradivi dio proizvoda, odnosno ono što se može ponovno preraditi na način da nije suviše štetno za prirodu i okolinu. To bi zapravo bio materijal koji je nastao od živih organizama, ostataka i poljoprivrednih otpadaka, šumarstva i drvne industrije. Isto tako, u biomasu se ubrajaju i dijelovi komunalnog i industrijskog otpada koji se koriste u energetske svrhe.

Može se podijeliti na dva osnovna načina: prema porijeklu – šumska ili drvna biomasa, nedrvna biomasa i biomasa životinjskog porijekla te prema konačnom pojavnom obliku u koju spadaju kruta biomasa, bioplinovi i ukapljena biogoriva (biodizel i alkohol).

Gledajući na biomasu kao gorivo, klasificira se pod obnovljive izvore energije koji imaju široku primjenu i pridonose zaštiti okoline.

Bioenergija

Biomasa je dostupna u nekoliko oblika kao što su: šumski ostaci (drvena kora, grane, grančice, lišće i šume), poljoprivredni ostaci (ljuske zrna riže, slama, slamke žitarica), ostaci od sadnje (kokosov orah, kava i čaj), životinjski otpad (goveđi i kokošji izmet), industrijski otpad (strugotine drveta, piljevina, otpaci nastali u preradi šećerne trske) i kruti komunalni otpad.

Biomasa se može iskoristiti neposrednim sagorijevanjem ili konverzijom. Neposrednim sagorijevanjem ugljik, vodik i gorive tvari koji se nalaze u biomasi uz oksidaciju oslobađaju energiju, što znači da iz hemijske energije oksidacijom dobijamo toplotnu energiju. Bitno je da energetska vrijednost biomase koja se oslobađa sagorijevanjem bude veća od energije potrebne za sušenje i ostalu pripremu biomase. Realna energetska vrijednost biomase je 15 MJ/kg uz udio vlage od 10 %. Specifičnost biomase je veliki sadržaj eteričnih ulja (60-70 %),

Bioenergija

Specifičnost biomase je veliki sadržaj eteričnih ulja (60-70 %), te nizak sadržaj pepela (1-7 %). Za njeno sagorijevanje potrebni su specijalni kotlovi, a pepeo koji nastaje može se iskoristiti kao gnojivo zbog sadržaja kalija.

Puno je mogućih izvora iz kojih se energija biomase može dobiti, no oni se svrstavaju u pet glavnih skupina: iz drvene mase, smeća, raznih otpada i otpadnih plinova te alkoholnih goriva. Zasigurno najrašireniji i najčešće korišteni oblik je dobivanje iz drvnih masa koje su nastale kao sporedni proizvod, ili drvnog otpada koji se više ne može koristiti.

U prilog činjenici govori i podatak kako je u svijetu nešto manje od 4 milijarde hektara pokriveno šumama (30 % suhozemnih površina Zemlje), te je stoga šumska biomasa jedan od najvećih obnovljivih izvora energije.

Bioenergija

Postoje četiri različita oblika u kojima se šumska biomasa manifestira a to su: cjepanice, sječka, briketi i peleti. Samo su cjepanice proizvod koji ne zahtjeva daljnu obradu, dok ostala tri oblika nastaju od drvnog ostatka i zahtijevaju obradu. Cjepanice dobijemo tako da režemo i cijepamo drvenu sirovinu, i u slučaju vlage stavimo na sušenje. Najčešće se koriste u pećima, kaminima, kotlovima za centralno grijanje obiteljskih kuća i manjih zgrada.



Cjepanice



Sječka



Briketi



Peleti

Bioenergija

Dužina **cjepanica** iznosi do 1 m, a ložišta su najčešće prilagođena za dužine 25,33 i 50 cm. Za primjenu cjepanica u ložištima važno je da budu od zdravog i suhog drva.

Udio vlage u cjepanicama smije iznositi najviše do 20 %, što se ostvaruje sušenjem na vanjskom vazduhu u trajanju od dvije godine. Ako su svi ti uslovi zadovoljeni, ostvaruje se sagorijevanje s udjelom pepela manjim od 0,5 %.

Najveće prednosti izvora toplote koji koriste cjepanice su srazmjerno niski troškovi goriva i srazmjerno velik stepen djelovanja, oko 90 %.

Energija koja se dobije sagorijevanjem 3 kg cjepanica ekvivalentna je onoj iz jedne litre loživog ulja

Bioenergija

Sječka su komadići drvene biomase raznih dimenzija i oblika koji nastaju sječenjem i usitnjavanjem drvene sirovine.

Najčešće se koristi u ložištima s toplotnim učinkom većim od 50 kW, što znači i u kotlovima za centralno grijanje obiteljskih kuća, stambenih, javnih i poslovnih zgrada, hotela, domova i ugostiteljskih objekata, ali i u industrijskim energanama i termoenergetskim postrojenjima.

Za primjenu sječke u ložištima važno je da ima što manji udio vlage i da komadići imaju što ravnomjernije dimenzije.

Treba napomenuti da kupovna sječka uglavnom ima udio vlage oko 40 %, te je potrebno njezino sušenje u trajanju više tjedana kako bi se taj postotak prepолоvio.

Bioenergija

Briketi i peleti se mogu dobiti na način da se presuju usitnjeni komadi od piljevine, bruševine, blanjevine i kore u geometrijski pravilne oblike. Briketiranje se obavlja pomoću strojeva hidrauličnog ili mehaničkog pogona, pri čemu se materijal tlači u cilindar kružnog profila. Briketi moraju biti proizvedeni samo iz čistog drveta i kore, a ne smiju biti prisutna ljepila, umjetni materijali, lakovi i druga zaštitna sredstva.

Važno je za naglasiti da imaju mnogo veći energetske potencijal i mnogo bolje sagorijevaju nego cjepanice, poput kojih se, najčešće koriste u ložištima s ručnim punjenjem, pećima, kaminima i kotlovima.

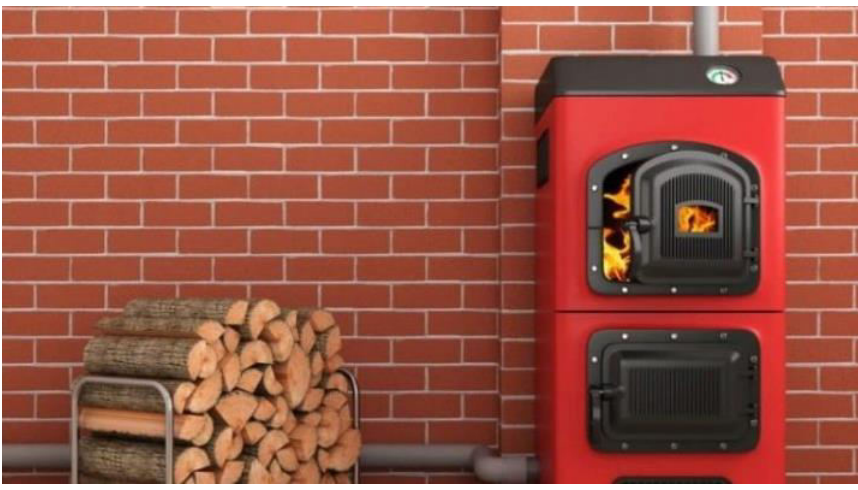
Udio pepela pri njihovom sagorijevanju uglavnom ne prelazi 0,5 %. Ogrjevna vrijednost briketa u prosjeku iznosi 18,5 MJ/kg. Energija koja se dobije sagorijevanjem 2 kg briketa ekvivalentna je onoj iz jedne litre loživog ulja.

Bioenergija

Peleti su također valjkastog oblika, ali su manjih dimenzija i prečnika od briketa. Oni manjih dimenzija se obično koriste za sisteme grijanja domaćinstava i manjih objekata, dok se na one s nešto višim dimenzijama griju veći objekti i energetska postrojenja. Za njihovu proizvodnju presuje se piljevina i strugotina od hrasta, graba, bukve, jasena ili drugih vrsta drveta koji imaju veliku ogrjevnu vrijednost. Pri tome se od oko 7 m³ sirovine dobije otprilike 1 m³ peleta.

Udio vlage u peletima iznosi najviše 8 %, zbog čega sirovinu prije proizvodnje treba osušiti. Pri proizvodnji peleta se drvnoj sirovini dodaju prirodna vezivna sredstva kao što je kukuruzni škrob koji olakšava proces presovanja i vezivanje drvnih čestica, ali i poboljšava energetske karakteristike gotovog proizvoda. Ogrjevna vrijednost peleta iznosi 4,9–5,4 kWh/kg, dok je energija koja se dobije sagorijevanjem 2 kg peleta ekvivalentna onoj iz jedne litre loživog ulja.

Bioenergija



Kotao na
cjepanice



Kotao na sječkut



Kotao na pelet



Kotao na briket

Bioenergija

U kategoriju **otpada** spadaju i biorazgradive frakcije proizvoda, šuma i bioloških ostataka poljoprivredne proizvodnje, šumarstva i povezane industrije, uključujući ribarstvo i akvakulturu, kao i biorazgradive frakcije industrijskog i komunalnog otpada te bioplina.

Energija se iz smeća, tj. komunalnog otpada najčešće dobiva u spalionicama, gdje se organski materijal pretvara u toplotnu energiju.

Spaljivanje smeća rezultira proizvodnjom toplote koja putem vodene pare okreće turbine koje su spojene na generator te na taj način u postrojenju dobivamo željenu energiju.

Moguća je i pretvorba u električnu energiju, od dobivanja zapaljivog gorivog proizvoda kao što su npr. metan, metanol ili etanol.

Bioenergija

Velike količine **pepela** nastale spaljivanjem otpada mogu predstavljati i određene nedostatke.

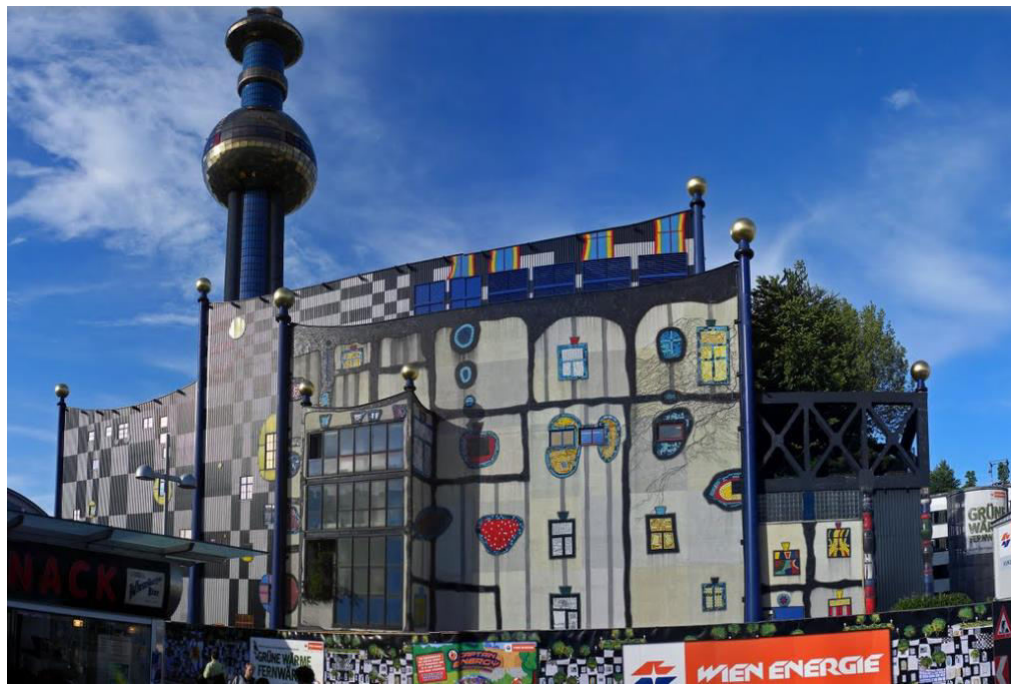
Pepeo sadrži toksine i teške metale te se onaj dio koji se ne iskorištava u daljnoj preradi odlaže na sigurna odlagališta.

Posebno nepovoljan uticaj na zdravlje čovjeka imaju dioksini i furani, nastali spaljivanjem čvrstog otpada koji sadrži hlor i aromatične spojeve.

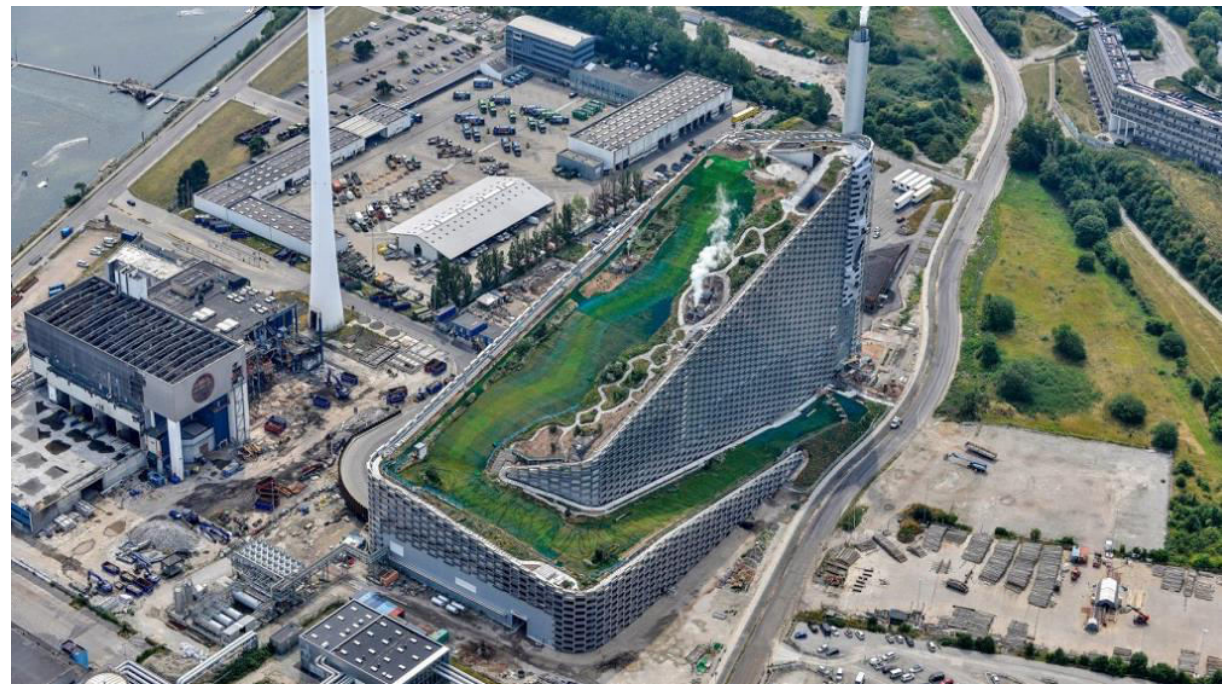
Spaljivanjem otpada se u atmosferu otpuštaju zagađujuće materije kao što su: CO₂, čestice prašine i teški metali.

Ovaj se nedostatak eventualno može ublažiti ugradnjom filtera za prečišćavanje dimnih gasova.

Bioenergija



Spalionica otpada u Beču, Austrija



Spalionica otpada CopenHill, Danska

Bioenergija

Približno trećinu kućnog otpada čini biološko organski otpad, kao što su trava, lišće, cvijeće, ostaci povrća i voća i slično, a svrstavaju se u kategoriju biootpada.

Mogući način prerade izdvojenih ostataka je kompostiranje. To je prirodan proces razgradnje biomase uz pomoć živih organizama. Smatra se najstarijim i najprirodnijim načinom recikliranja otpada. Produkti kompostiranja su ugljen dioksid, voda, toplota i kompost.

Neke od prednosti kompostiranja su: poboljšavanje kvalitete tla, zadržavanje vode i popunjavanje udubina u tlu, sprječavanje erozije tla te hranjenje biljaka na efikasan način i smanjenje potrebe za umjetnim gnojivima.

Procesom kompostiranja nastaje zrnati, tamnosmeđi kompost koji služi kao organsko gnojivo.

Bioenergija

Približno trećinu kućnog otpada čini biološko organski otpad, kao što su trava, lišće, cvijeće, ostaci povrća i voća i slično, a svrstavaju se u kategoriju biootpada.

Mogući način prerade izdvojenih ostataka je kompostiranje. To je prirodan proces razgradnje biomase uz pomoć živih organizama. Smatra se najstarijim i najprirodnijim načinom recikliranja otpada. Produkti kompostiranja su ugljen dioksid, voda, toplota i kompost.

Neke od prednosti kompostiranja su: poboljšavanje kvalitete tla, zadržavanje vode i popunjavanje udubina u tlu, sprječavanje erozije tla te hranjenje biljaka na efikasan način i smanjenje potrebe za umjetnim gnojivima.

Procesom kompostiranja nastaje zrnati, tamnosmeđi kompost koji služi kao organsko gnojivo.

Bioenergija

Prednost biomase u odnosu na sve ostale obnovljive izvore energije osim geotermalnih izvora je ta što se može koristiti u svom prirodnom obliku (npr. ogrjevno drvo). Kod ostalih oblika to nije moguće. Moguće je i izvorno skladištenje, što je najvažnija prednost.

Najveći nedostatak je u tome što se biomasa mora transportovati, na primjer drvena masa od mjesta sječe do mjesta korištenja. Pridodajući tu i troškove za naknadno pošumljavanje i uzgoj šume, vrijeme za sušenje i pripremu drveta cijeli proces može postati ekonomski nepovoljan.

Zapreminska gustoća energije kod nekih oblika biomase nije izražena. Uzima se za primjer usporedba ogrjevnog drveta i slame. Ogrjevno drvo ima relativno dobru zapreminsku gustoću, dok je ona kod slame niža. Periodičnost nastanka biomase može biti otežavajuća okolnost.

Bioenergija

Biomasa u poljoprivredi obuhvata ostatke godišnjih usjeva (ostatke koji ostaju na polju poslije žetve), a sačinjeni su od različitih dijelova biljaka (stabljike, grane, listovi, pljeva i koštice). To su vrlo korisni izvori energije koji su za sada u BiH prilično zanemareni.

Ovi ostaci se mogu koristiti za proizvodnju energije, a mogu se podijeliti na ostatke iz sljedećih kategorija:

- ostaci iz ratarstva
 - ✓ ostaci nakon žetve ili povrtarstva
- ostaci iz stočarstva
 - ✓ stajski otpad (đubriva)

Bioenergija

- ostaci iz višegodišnjih zasada
 - ✓ granjevina i ostali drvni ostaci nakon redovnog održavanja višegodišnjih zasada kao što su maslinici, voćnjaci, vinogradi.

Procijenjeno je da se oko 1/3 ostataka od usjeva može koristiti za proizvodnju energije (toplotne i električne). Druge 2/3 ostataka od usjeva se koriste na stočnim farmama kao prostirka za stoku ili se ostavljaju na zemljištu kao đubrivo.

Analiza stočnog otpada i otpada od usjeva pokazuje veliki neiskorišteni potencijal za proizvodnju energije; međutim, većina farmi je mala i nemaju na raspolaganju dovoljne količine biomase da bi se isplatila investicija u postrojenje na biomasu.

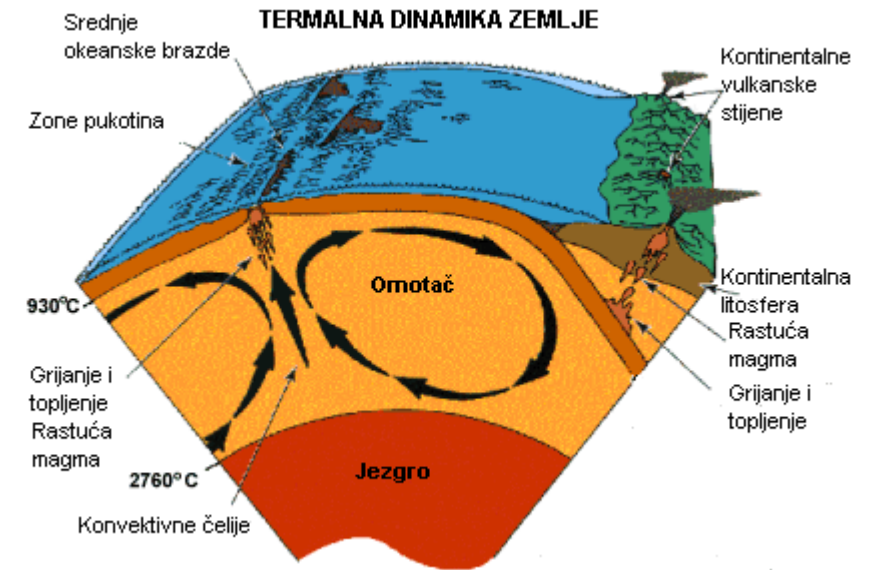
Geotermalna energija

Geotermalna energija, onakva kakvu je mi poznajemo, samo malim dijelom je rezultat prodora toplote iz zemljinog jezgra i sunčevog zračenja. Ona je, prije svega, rezultat radioaktivnog raspada elemenata Urana i Torijuma, kojom prilikom nastaje toplota koja se akumulira u stijenama zemljine kore.

Zagrijane stijene predaju svoju toplotu podzemnim vodama, te tako nastaje nosioc toplote poznat pod nazivom geotermalna voda. Mjesto na kojem se vrši eksploatacija ove vode, ili mjesto na kojem ona dospjeva na površinu, naziva se geotermalni izvor.

Računa se da zbog ovih procesa temperatura zemljine kore raste u prosjeku 3 °C na svakih 100 m ka unutrašnjosti. To znači da bi na dubini od 3 km imali temperaturu od oko 100°C. To bi bilo sasvim dovoljno za grijanje prostora.

Geotermalna energija

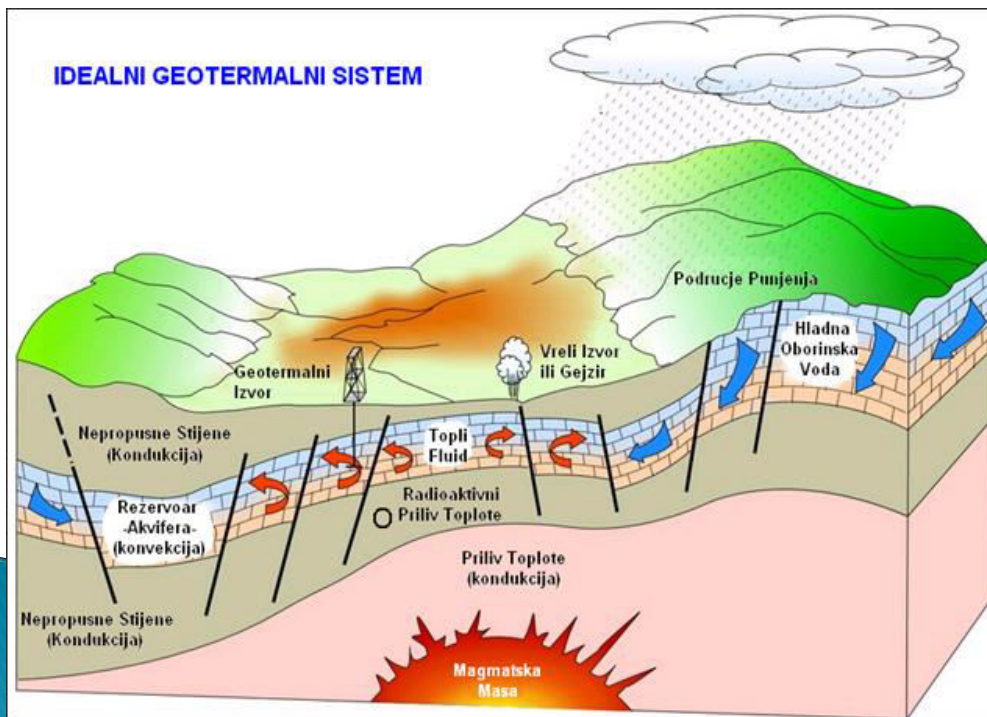


Na slici lijevo dat je prikaz strukture u presjeku kroz zemljinu kuglu sa položajima svih njenih relevantnih slojeva, počevši od kore (litosfere), i završavajući sa unutrašnjim jezgrom, uz istovremeni prikaz temperaturnih nivoa navedenih slojeva Zemlje, gdje se vidi da je najveća temperatura u njenom unutrašnjem jezgri i iznosi 4200 °C.

Na slici desno prikazan je isječak iz zemljine kugle, gdje su sa više detalja prikazani pojedini fenomeni razmjene toplote u unutrašnjem omotaču i litosferi, uključivo situaciju kontakata subkontinentalnih ploča negdje u okeanu, sa izlivanjem lave na okeanskom dnu.

Geotermalna energija

Resursi geotermalne energije rezultat su kompleksnih geoloških procesa koji su doveli do nakupina toplote na dohvatljivim dubinama ispod površine zemlje. Zemlja ne oskudjeva geotermalnom aktivnošću, tj. energijom, ali nisu svi izvori ove energije jednostavni za iskorištavanje.



Danas u svijetu postoji više načina kategorizacije izvora geotermalne energije i to:

- prema načinu nastanka geotermalne energije,
- prema načinu pristupa geotermalnim resursima,
- prema temperaturnom nivou geotermalne energije

Geotermalna energija

Kategorizacija prema načinu nastanka geotermalne energije se svodi na postojanje četiri izvora geotermalne energije a to su:

- hidrotermalna,
- ležišta tople vode pod visokim pritiskom,
- vruće suhe stijene,
- magma

S obzirom na pristup geotermalnom resursu, od kojeg u mnogome zavisi način i troškovi eksploatacije, kategorizacija je napravljena prema sljedećem:

- pristup geotermalnom resursu su prirodni otvori
- pristup geotermalnom resursu su bušotine.

Geotermalna energija

Danas je u svijetu prisutna težnja za totalnim iskorištenjem geotermalne energije. Da bi se ovo postiglo, potreban je multinamjenski pristup pri realizaciji iskorištenja geotermalne energije. Ovakav pristup iziskuje veoma fleksibilan sistem, koji omogućava da svaki potrošač dobije energije koliko mu je potrebno u određenom trenutku.

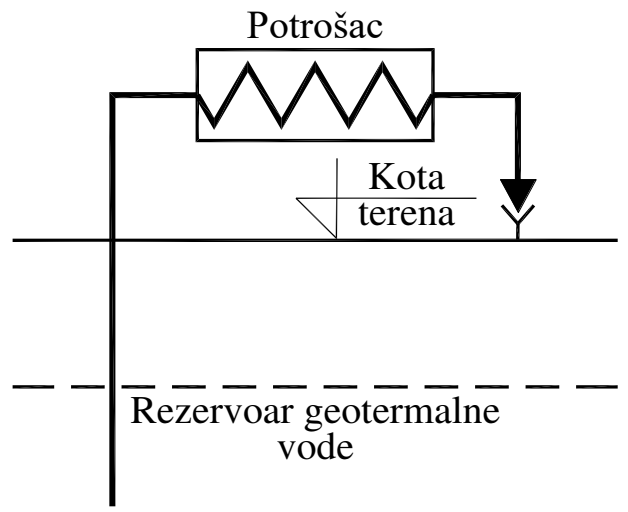
Područje primjene		Temperatura
Dobijanje električne energije	°C	180
Apsorpciono hlađenje	°C	180
Proizvodnja teške vode	°C	170
Sušenje drveta	°C	160
Industrija gline	°C	150
Sušenje poljoprivrednih proizvoda	°C	140
Industrija šećera	°C	130
Proizvodnja i destilacija voćnih sokova	°C	120

Područje primjene		Temperatura
Sušenje organskih materija, alge, lan,...	°C	110
Sušenje ribe	°C	90
Grijanje prostora I sanitarne vode	°C	80
Peradarstvo	°C	60
Uzgoj gljiva	°C	50
Niskotemperaturno grijanje	°C	40
Balneologija	°C	30
Ribogojstvo	°C	20

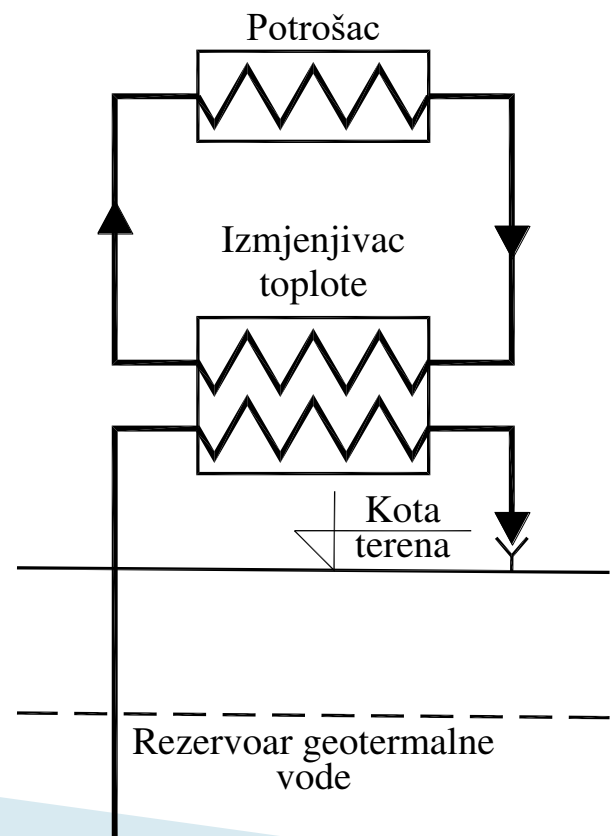
Geotermalna energija

Transformacija geotermalne energije u toplotnu

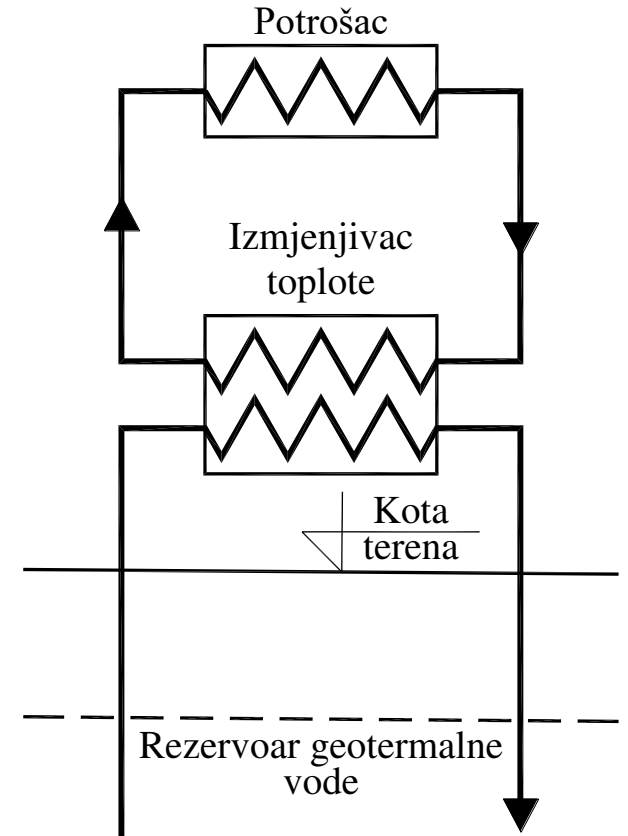
Direktno korištenje



Indirektno korištenje



Indirektno korištenje sa re-injektiranjem



Geotermalna energija

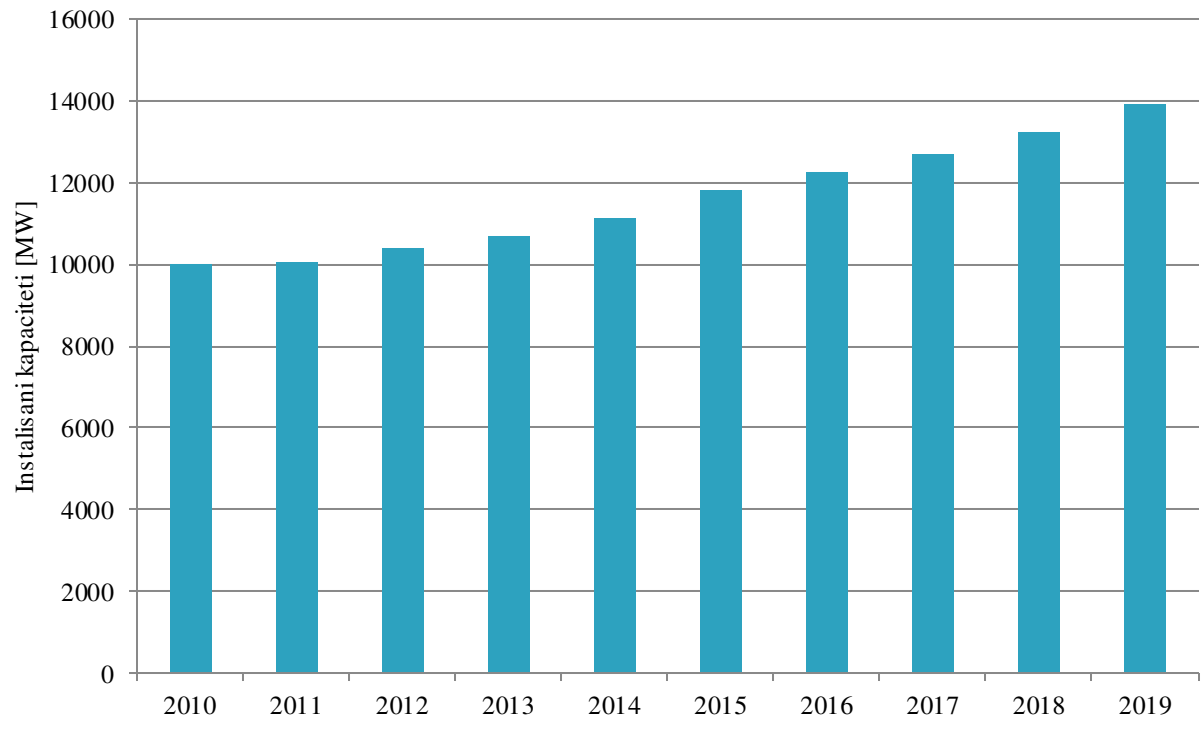
Prema IRENA (International Renewable Energy Agency) ukupno instalirani geotermalni kapaciteti za proizvodnju električne energije u 2019. godini iznose 13.931 MWe.

U 2017. godini instalirani kapaciteti za ovu namjenu bili su snage 12.700 MWe sa ukupnom godišnjom produkcijom od 85.978 GWh.

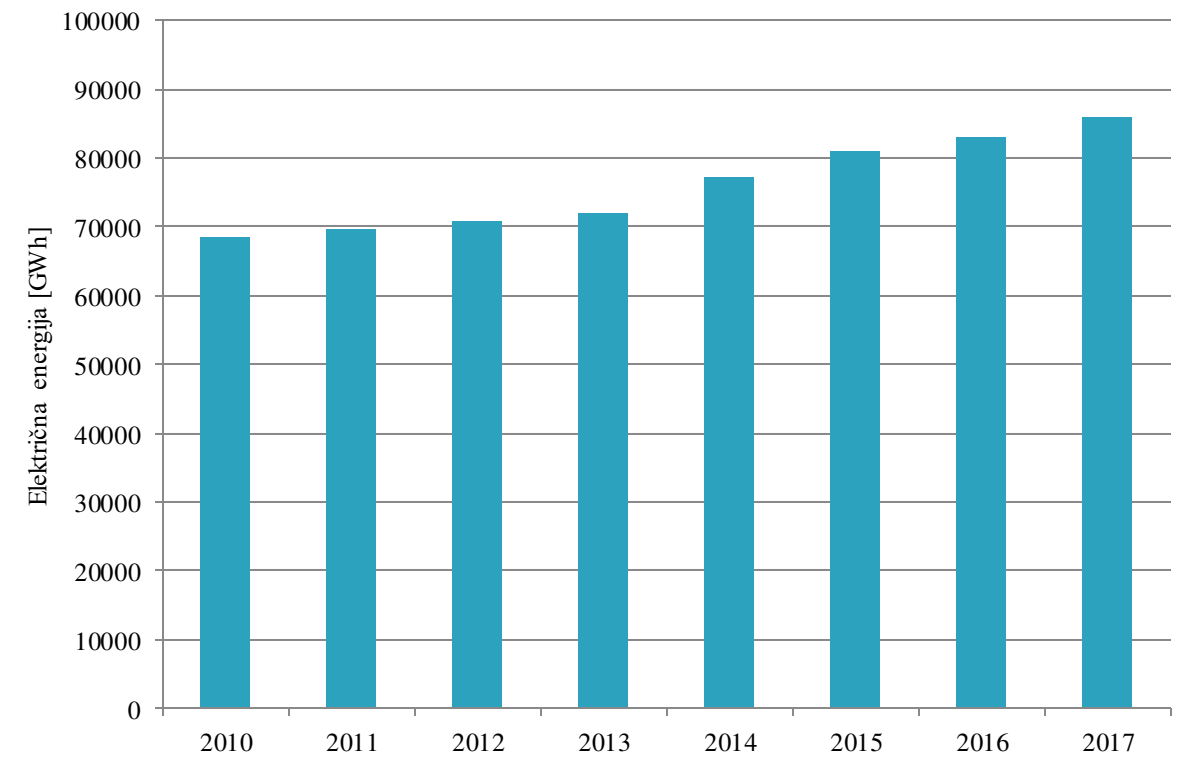
Ako se posmatra period od 2010. godine ukupni porast instaliranih geotermalnih postrojenja za proizvodnju električne energije iznosi 3939 MWe što predstavlja porast od 39.4%, odnosno prosječno godišnje od 3.94%.

Proizvodnja električne energije se povećala u 2017. godine za 25.6% u odnosu na posmatrani period od 2010. godine, što u prosjeku iznosi 3.2% godišnje.

Geotermalna energija

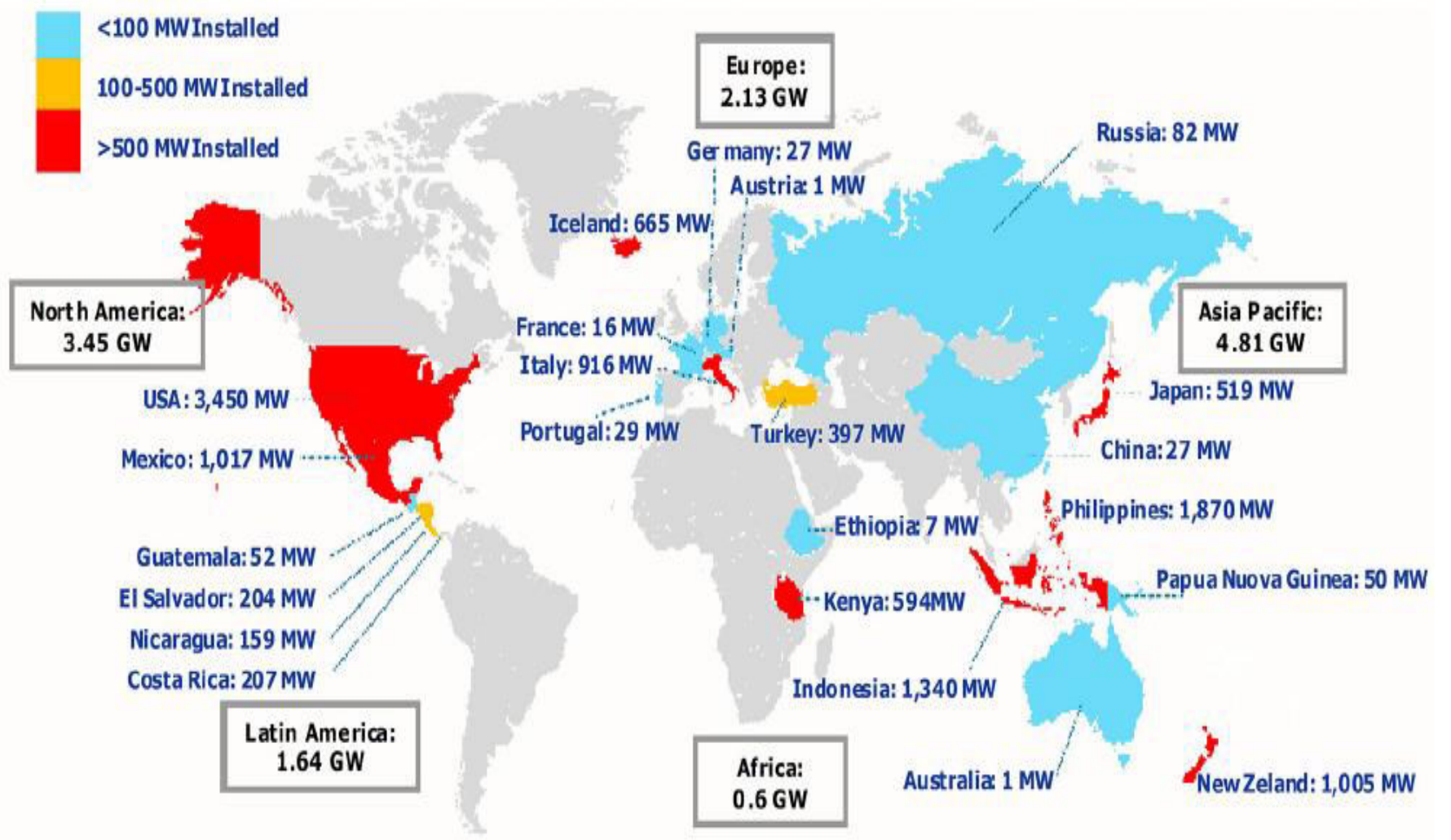


Instalisana snaga geotermalnih postrojenja



Generisana električna energija iz geotermalnih postrojenja

2015 Geothermal Installed Capacity (MW)



Geotermalna energija

Upoređujući prednosti geotermalne energije s drugim obnovljivim izvorima energije, glavna prednost geotermalne energije je njena stalna dostupnost za obezbjeđenje energije za potrebe instalisanog opterećenja, dok su solarna energija i energija vjetra dostupni samo oko jedne trećine vremena.

Troškovi geotermalne energije variraju između 5 i 10 centi po kilovatsatu, što može biti konkurentno drugim izvorima energije, poput uglja.

Glavni nedostatak razvoja i primjene geotermalne energije su visoki početni (investicioni) troškovi ulaganja u izgradnju objekata i infrastrukture i visok rizik dokazivanja resursa.

Ekološki uticaji geotermalnog razvoja i proizvodnje električne energije uključuju promjene u korištenju zemljišta koje su povezane s istraživanjem i izgradnjom postrojenja, povećanje buke, ispuštanje vode i gasova, stvaranje loših mirisa i taloženje tla

Energija vjetra

Vjetar predstavlja jedan oblik Sunčeve energije, a podrazumijeva kretanje vazduha uz Zemljinu površinu, od područja visokog pritiska prema područjima niskog pritiska.

Sunce nejednako zagrijava površinu Zemlje, što zavisi o upadnom uglu Sunčevih zraka (mijenja se tokom dana i s nadmorskom visinom) i o pokrivenosti površine vegetacijom ili vodenom masom. Okeani i mora se sporije zagrijavaju i hlade nego kopnena masa.

Toplota koju apsorbira površina Zemlje prenosi se na vazduh iznad površine, a kako je topliji vazduh rjeđi od hladnog, on se podiže iznad hladnog zraka te stvara razliku pritisaka između pojedinih slojeva. Usljed te razlike pritisaka nastaje vjetar.

Pored toga, rotacija Zemlje povlači sa sobom atmosferu, što također potiče vrtloženje vazduha. Međusobno djelovanje tih nekoliko faktora uzrokuje stvaranje različitih vjetrova na cijeloj površini Zemlje

Energija vjetra

Snaga vjetra je pretvaranje energije vjetra u korisni oblik energije kao što su npr. mehanička ili električna energija. U tu svrhu koriste se vjetrenjače koje proizvode mehaničku energiju, jedra za pokretanje brodova, vjetroturbine koje kinetičku energiju pretvaraju u električnu energiju i razni drugi uređaji. Energija vjetra koristi se hiljadama godina u pomorstvu, dok je prvi poznati točak koji je koristio energiju vjetra konstruirao još grčki izumitelj Heron od Aleksandrije već u 1. vijeku nove ere.

Prve prave vjetrenjače potiču iz Irana iz 7. vijeka, a potom su se raširile Azijom. U 10. vijeku vjetrenjače su omogućile crpljenje morske vode u solanama na Siciliji, a u 12. vijeku su uveliko korištene u sjeverozapadnoj Europi za mljevenje žitarica i dobivanje brašna.

Sjeverna Amerika je također poznata po vjetrenjačama koje su se koristile kao pumpe za vodu te su omogućile navodnjavanje tla u sušnim područjima, a bile su važne i za razvoj željeznice u vrijeme lokomotiva na parni pogon koje su zalihe vode obnavljale na svakoj stanici.

Energija vjetra

Današnje vjetroturbine se, poput propelera zrakoplova, okreću pod utjecajem vjetra i pokreću električni generator koji stvara električnu struju.



Vjetroturbina



Vjetrenjače

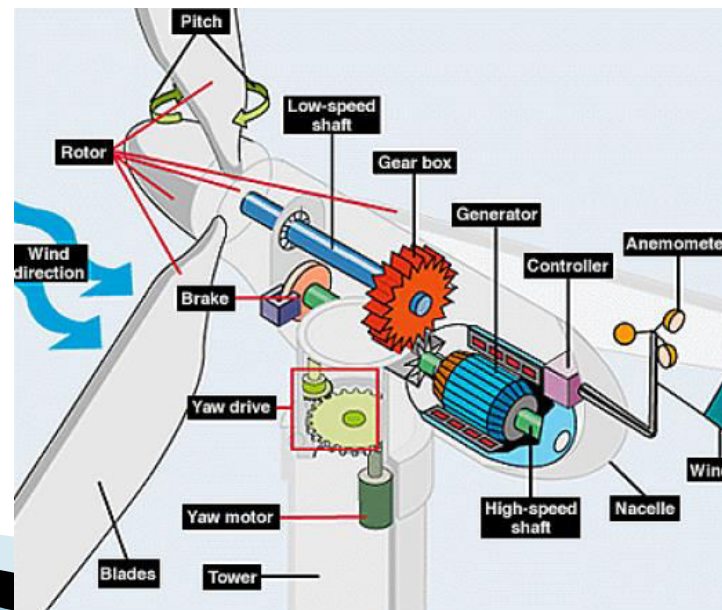
Energija vjetra

Osnovni dijelovi vjetroagregata su:

- **Rotor** – sastoji se od glave, vratila i lopatica. Zavisno od regulacije snage, rotor može biti izveden na dva načina. Pomoću aerodinamičkog efekta se može vršiti regulacija snage vjetroturbine. U tehnici, rotor je dio uređaja koji svojim okretanjem obavlja neko korisno djelovanje. Lopatice se dijele na lopatice sa okretnim vrhovima ili na lopatice sa krilcima.
- **Generator** - za vjetroagregate imaju posebnu konstrukciju jer rade sa varijabilnim snagama. Svi jači vjetroagregati koriste generatore izmjeničnog napona. Generatori se hlade zrakom. U vjetroagregate se ugrađuju sinkroni ili asinkroni generatori. Sinkroni generatori se koriste kada je mreža slaba ili prenosna, asinkroni služe za jaku distribucijsku mrežu.

Energija vjetra

- **Kućište** - ima dvije funkcije. Štiti generator od uticaja okoline, a isto tako štiti okoliš od buke koju sistem proizvodi.
- **Stub** – koji je najčešće cjevastog izgleda, ali može biti i rešetkasti. U unutrašnjosti stuba najčešće se nalaze stepenice, a kod većih stubova ugrađuje se lift. Transformator koji povezuje vjetroagregat sa srednjenaponskom mrežom, kontrolna i mjerna jedinica nalaze se u podnožju.



Shematski prikaz vjetroagregata

Energija vjetra

Prvu jednostavnu vjetroturbinu za proizvodnju električne energije je 1887. izradio James Blyth, univerzitetski profesor iz Škotske, kako bi osvijetlio svoju kuću te ju je patentirao 1891. godine.

Istih godina svoja istraživanja s vjetroturbinama provodili su i američki istraživač Charles F. Brush i danski izumitelj Poul la Cour koji je 1904 osnovao i „Društvo vjetroelektričara“.

Razvoj vjetroturbina nastavio se 20-ih i 30-ih godina prošlog vijeka, a prva moderna vjetroturbina je instalirana 1931. godine na Jalti.

Vjetroturbine s tri kraka, slične današnjima, nastale su u Danskoj 1956. godine (konstruirao ih je la Courov učenik), a tehnologija je dalje razvijana u Sjedinjenim američkim državama 70-tih godina prošlog vijeka.

Energija vjetra

U današnje vrijeme grade se tzv. vjetroparkovi (engl. „wind farm“) u kojima se na istom mjestu nalazi veći broj vjetroturbina, ponekad čak i nekoliko stotina, a zemljište na kojima se nalaze se može koristiti kao poljoprivredno zemljište. Vjetroparkovi se grade i u priobalnim područjima (offshore), ali su tada znatno skuplji od onih na kontinentu.

Vjetroturbine su u vjetroparkovima iste građe, najčešće se koriste horizontalne vjetroturbine s tri kraka smještene visoko na nosaču, međusobno su povezane u složenu mrežu i spojene na transformator preko kojeg proizvedenu energiju šalju u elektroenergetski sistem.

Neki od najvećih vjetroparkova nalaze se u SAD-u, npr. Roscoe Wind Farm i Horse Hollow Wind Energy Center, a najveće offshore vjetroparkove izgradile su Velika Britanija (Thanet Wind Farm) i Danska (Horns Rev II).

Energija vjetra



Horse Hollow



Roscoe Wind Farm



Horns Rev II



Thanet Wind Farm

Energija vjetra

Energija vjetra je, kao zamjena za energiju iz fosilnih goriva (nafta, plin, ugljen ...), izdašna, obnovljiva, široko dostupna, čista, ne stvara stakleničke plinove i iziskuje jako malo kopnene površine.

Svi uticaji na okolinu koji proizlaze iz vjetroelektrana su znatno manji od uticaja bilo kojeg drugog izvora.

U 2010. godini udio energije proizvedene vjetroelektranama u ukupnoj svjetskoj energiji iznosio je samo 2.5 %, ali je u znatnom porastu i raste oko 25 % svake godine.

Osnovi nedostatak vjetroelektrana je da su u funkciji samo uz njima povoljne vremenske uslove, uglavnom vezane za brzinu vjetra. Za usklađivanje broja obrtaja vjetroturbine s brojem obrtaja ugrađenog generatora potreban je multiplikator što dodatno opterećava investiciju. Troškovi održavanja znaju činiti značajnu stavku u cijeni dobivene energije iz vjetra.

Male hidroelektrane

Energija vode se, kroz istoriju, prvenstveno koristila se za navodnjavanje i pokretanje različitih mehaničkih naprava kao što su vodenice, mlinovi, dizalice ili liftovi. U današnje vrijeme energija vode se najčešće koristi u hidroelektranama gdje se postupno i preko nekoliko uređaja, kao što su turbine i generatori, pretvara u električnu energiju.

Snagu vode koristili su već u 6. vijeku PNE za navodnjavanje u Mezopotamiji i starom Egiptu, a prvi vodeni satovi konstruirani su u 2. vijeku PNE. U Indiji i starom Rimu koristile su se vodenice i mlinove za žitarice, dok su iz Kine i dalekog istoka poznate vodom pokretane crpke koje su vodu prebacivale u kanale za navodnjavanje



Male hidroelektrane

Danas se za tehnologiju vezanu za hidroenergiju, koja se smatra obnovljivim izvorom energije, može reći da je tehnički najpoznatija i najrazvijenija na svjetskoj razini, sa iznimno visokim stepenom efikasnosti pretvorbe energije. 22% svjetske proizvodnje električne energije dolazi iz malih i velikih hidroelektrana

Male hidroelektrane su postrojenja u kojima se potencijalna energija vode najprije pretvara u kinetičku energiju njezinog strujanja (u statoru turbine), a potom u mehaničku energiju (u rotoru turbine) okretanjem vratila turbine te, konačno, u električnu energiju u generatoru.

Male hidroelektrane sve se češće koriste kao alternativni izvor energije, posebno u udaljenim područjima gdje ostali izvori energije nisu dostupni. Mogu se instalirati na malim rijekama ili potocima uz mali ili zanemariv uticaj na okolinu, poput migracije riba. Većina malih hidroelektrana ne koristi branu ni veće preusmjeravanje toka rijeke, nego je zasnovana na protočnom dijelovanju vode.

Male hidroelektrane

Pojam male hidroelektrane se može promatrati sa različitih tačomaka gledišta i razlikuje se od zemlje do zemlje, zavisno o njen standardu, hidrološkim, meteorološkim, topografskim i morfološkim karakteristikama lokacije, te o stepenu tehnološkog razvoja i ekonomskom standardu zemlje.

Razlika između hidroelektrana i malih hidroelektrana je u instaliranoj snazi. Granična snaga koja dijeli hidroelektrane na male hidroelektrane razlikuje se od zemlje do zemlje. U Bosni i Hercegovini je granična vrijednost za male hidroelektrane snaga od 5MW.

U poređenju sa velikim hidroelektranama neke od prednosti malih hidroelektrana su sljedeće:

- nema troška distribucije električne energije,
- nema negativnog uticaja na ekosistem kao kod velikih hidroelektrana,
- jeftinije održavanje.

Male hidroelektrane

Prema načinu izgradnje male hidroelektrane (MHE) dijele se na:

- niskotlačne MHE sa strojarnicom na dnu brane,
- niskotlačne MHE sa sifonskim dovodom,
- MHE integrirane unutar kanala za navodnjavanje,
- MHE ugrađena u vodoopskrbi sistem.

Sistem MHE se sastoji od svih objekata i dijelova koji služe za skupljanje, dovodenje i odvođenje vode, za pretvaranje mehaničke u električnu energiju, za transformaciju i razvod el. energije. Razlikuju se sljedeći karakteristični dijelovi hidroelektrane: brana ili pregrada, zahvat, dovod, vodna komora, tlačni cjevovod, strojarnica (turbina, generator, ...) i odvod vode. Prema tipu hidroelektrane mogu neki od dijelova potpuno izostati, a u drugim slučajevima može isti dio preuzeti više funkcija.

Male hidroelektrane

Brane ili pregrade imaju višestruku namjenu tj. služe za skretanje vode s njenog prirodnog toka prema zahvatu hidroelektrane, povišenje nivoa vode radi postizanja boljeg pada i ostvarivanje akumulacije.

Zahvat vodu zaustavljenom pregradom prima i upućuje prema hidroelektrani. Postoje dva tipa zahvata, zahvat na površini i zahvat ispod površine.

Dovod spaja zahvat s vodnom komorom. Može biti izgrađen kao kanal ili tunel. Tunel može biti izgrađen kao tlačni ili gravitacijski. Hidroelektrane s tlačnim tunelom su puno fleksibilnije u pogonu, jer mogu brzo slijediti promjene opterećenja.

Tlačni dovod služi za vođenje vode iz vodne komore do turbine. Najčešće se izrađuju od čelika, a za manje padove i od betona. Gravitacijski dovod ima slobodno vodno lice. Profil je uglavnom trapeznog oblika. Izvodi se u kanalima i rovovima čija se konstrukcija izvodi tako da se postignu najmanji hidraulički gubici

Male hidroelektrane

Vodna komora se nalazi na kraju dovoda. Dimenzioniranje vodne komore ima velik uticaj na pravilno funkcioniranje hidroelektrane.

U **strojarnici** se nalaze generatori sa turbinama. Hidrogeneratori se rade pretežno u vertikalnoj izvedbi zbog ekonomičnije izvedbe hidrauličkog dijela elektrane.

Hidrogeneratori s horizontalnom osovinom susreću se u postrojenjima manje snage ili kad dvije Pelton ili Francis turbine pogone jedan generator.

Na ulazu u tlačni cjevovod se nalazi **zaporni uređaj** koji ima sigurnosnu ulogu. On automatski sprječava daljni dotok vode u cjevovod ako pukne cijev.

Postavljanje zapornih uređaja na dnu tlačnog cjevovoda ovisi o broju turbina koje su spojene na jedan cjevovod

Male hidroelektrane

Prednosti MHE:

- ekološki su vrlo prihvatljive, proizvodnjom električne energije nema emisije ugljen dioksida u okolinu,
- smanjuje se potrošnja fosilnih goriva,
- pomažu u zaštiti od poplava, ne zahtjevaju korištenje velikih površina,
- sigurnija i pouzdanija opskrba električnom energijom, stepen efikasnosti do 90%, mali pogonski troškovi.

Jedan GWh električne energije proizvedene u MHE znači:

- izbjegavanje emisije od 480 tona ugljen-dioksida (CO₂) u atmosferu,
- jednogodišnju opskrbu električnom energijom za 250 domaćinstava u razvijenim zemljama, a za 450 domaćinstava u zemljama u razvoju,
- uštedu 335 tona uglja