

Zelena energija

Santiago Silvestre; Jordi Salazar

Annotation

Ta predmet opisuje tehnologije, aplikacije in osnovne koncepte, povezane z najpomembnejšimi obnovljivimi viri energije.

Besedila so prevedena iz angleščine, zato se v njih lahko pojavijo pravopisne in slovnične napake ter neuveljavljeni strokovni izrazi.

Objectives

Po tem predmetu zelene energije bo študent pridobil znanje o glavnih značilnostih in uporabi najpomembnejših obnovljivih virov energije, kot so vodna, vetrna in geotermalna energija, biomasa in fotovoltaična sončna energija.

Keywords

Hidroelektrična energija, vetrna energija, fotovoltaika, vodikove tehnologije, biomasa, geotermalna energija.

Date of Creation

06.12.2021

Duration

10 ur

Language

Slovenščina

License

[Creative Commons BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Literature

- [1] E. D. Coyle, B. Basu, J. Blackledge and W. Grimson. Harnessing Nature: Wind, Hydro, Wave, Tidal and Geothermal Energy. Purdue University Press, 2014.
<https://www.jstor.org/stable/j.ctt6wq56p.9>
- [2] Kumar, A., T. Schei, A. Ahenkorah, R. Caceres Rodriguez, J.-M. Devernay, M. Freitas, D. Hall, Å. Killingtveit, Z. Liu, 2011: Hydropower. In IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlömer, C. von Stechow (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- [3] Hydro Power Basics. Energypedia: Hydro Portal. <https://energypedia.info/wiki/Portal:Hydro>
- [4] A. M. Bagher, M. Vahid, M. Mohsen and D. Parvin. Hydroelectric Energy Advantages and Disadvantages, American journal of energy Science, pp. 17-20, 2015
- [5] BizVibe. Hydropower Generation Industry: Top 20 Hydropower Producing Countries in the World 2020. <https://blog.bizvibe.com/blog/uncategorized/top-hydropower-producing-countries>
- [6] European Commission. An EU Strategy to harness the potential of offshore renewable energy for a climate neutral future, Brussels 2020. [COM\(2020\)741 - EU Strategy to harness the potential of offshore renewable energy for a climate neutral future](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/com(2020)741)
- [7] O. Planas, What Is a Wind Turbine? Types and Characteristics, 2019. <https://solar-energy.technology/renewable-energy/wind-power/wind-turbines#horizontal-axis-wind-generator>
- [8] D. Clayton, Types of Wind Turbines: HAWT, VAWT and More Explained, 2021. <https://energyfollower.com/types-of-wind-turbines/>
- [9] J. Unwin and M. Farmer, The top 10 countries with the largest wind energy capacity in 2021. Power Technology, 2021. <https://www.power-technology.com/features/wind-energy-by-country/>
- [10] A. Einstein. On a Heuristic Point of View about the Creation and Conversion of Light. Annalen der Physik 17 (1905): 132-148.
- [11] P. Bouguer. Essai d'optique, sur la gradation de la lumiere. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1921. Collection "Les Maîtres de la Pensée scientifique.
- [12] Luis Castañer and Santiago Silvestre. Modelling photovoltaic systems using pspice. Wiltshire, Wiley, 2002.
- [13] Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems: Photovoltaics Report. Freiburg, 2021. [Photovoltaics Report \(fraunhofer.de\)](https://www.fraunhofer.de/en/press-releases/2021/01/photovoltaics-report)
- [14] International Energy Agency Report: IEA-PVPS T1-39:2021. Strategic PV Analysis and Outreach, 2021. [Snapshot of Global PV Markets - 2020 \(iea-pvps.org\)](https://www.iea-pvps.org/publications/2021/01/snapshot-of-global-pv-markets-2020)
- [15] Green, Martin, et al. Solar cell efficiency tables (version 57). Progress in photovoltaics: research and applications 29.1 (2021): 3-15.

- [16] Juan Ramón Morante, Teresa Andreu, Gotzon García, Jordi Guilera, Albert Tarancón, Marc Torrell. Hydrogen The energy vector of a decarbonised economy. Barcelona, IREC & Fundació Naturgy. 2020.
- [17] European Commission. A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe. Brussels, 2020. [Communication COM/2020/301: A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe | Knowledge for policy \(europa.eu\)](#)
- [18] European Commission, On the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC, 2009. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32009L0028>
- [19] R. Singh, A. Prakash, B. Balagurumurthy, T. Bhaskar, Chapter 10. Hydrothermal Liquefaction of Biomass, Recent Advances in Thermo-Chemical Conversion of Biomass, pp. 269-291, 2015. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63289-0.00010-7>
- [20] Green Square, Advantages and disadvantages of Biomass energy, October, 2020. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63289-0.00010-7>
- [21] EPA website, A student's guide to Global Climate Change, Geothermal Energy, 2017. <https://archive.epa.gov/climatechange/kids/solutions/technologies/geothermal.html>
- [22] TWI Ltd., What is geothermal energy? How does it work?, <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/geothermal-energy>
- [23] ThinkGeoEnergy, "Top 10 Geothermal Countries 2020 – installed power generation capacity", <https://www.thinkgeoenergy.com/thinkgeoenergys-top-10-geothermal-countries-2020-installed-power-generation-capacity-mwe/>

CHAPTER 1

Uvod

Glavni vir energije pred 19. stoletjem je bil les. Premog kot vir energije se je začel uporabljati s prvo industrijsko revolucijo, v drugi pa sta ga nadomestila nafta in plin. Danes so glavni viri energije, ki se uporabljajo po vsem svetu, glavna fosilna goriva, ki soobstajajo skupaj z jedrsko energijo.

Pri jedrski energiji so očitne težave, povezane s skladiščenjem in recikliranjem odpadkov, ki nastanejo pri njenem izkoriščanju. Poleg tega so nedavne nesreče v tovrstnih jedrskih elektrarnah jasno pokazale potencialno nevarnost, ki jo predstavlja.

Po drugi strani pa so fosilna goriva glavni razlog za globalno segrevanje in podnebne spremembe.

Povpraševanje po energiji po vsem svetu še vedno narašča in ta trend se bo nadaljeval tudi v prihodnosti. Vendar pa je treba spremeniti načine proizvodnje energije in se izogniti množični uporabi fosilnih goriv, da bi zmanjšali učinek tople grede in zaustavili podnebne spremembe.

DEFINITION

Zelena energija je vsaka vrsta energije, ki izvira iz obnovljivih virov energije. Pridobiva se iz naravnih virov, kot so sončna svetloba, veter ali voda.

Kot je razvidno iz preglednice 1, danes le 27,3 % proizvedene električne energije izhaja iz obnovljivih virov energije, preostalih 72,7 % pa se proizvede iz neobnovljivih virov energije.

Table 1. Ocenjeni delež obnovljivih virov v svetovni proizvodnji električne energije (konec leta 2019)

| Obnovljivi viri energije | % |
|--------------------------------------------------------|-----|
| Vetrna energija | 5.9 |
| Sončna fotovoltaika | 2.8 |
| Bio-power | 2.2 |
| Geotermalna energija, energija CSP in energija oceanov | 0.4 |

Pri tem morajo imeti obnovljivi ali zeleni viri energije pomembno vlogo pri proizvodnji energije v prihodnosti. Ključno pri zelenih virih energije je, da ne škodujejo okolju z dejavniki, kot je sproščanje toplogrednih plinov v ozračje. Ta predmet opisuje glavne vire in tehnologije, ki se uporabljajo pri proizvodnji zelene energije.

CHAPTER 2

Hidroelektrična energija

Hidroelektrična energija je glavni obnovljivi vir na svetu, saj je zaradi velike razpoložljivosti vode mogoče doseči velik donos. Trenutno pokriva približno 20 % svetovnega povpraševanja po električni energiji. Hidroelektrična energija ima pomembno vlogo v prihodnosti, saj ima pomembno vlogo pri zmanjševanju emisij toplogrednih plinov.

DEFINITION

Hidroelektrična energija se pridobiva z uporabo kinetične in potencialne energije vodnega toka, slapov ali plimovanja prek mlinov ali jezov.

Hidroelektrično energijo izkoriščajo že stoletja. Kmetje so že od starih Grkov naprej uporabljali vodna kolesa za mletje pšenice v moko. Vodno kolo, postavljeno v reko, zbira tekočo vodo v vedra, ki so nameščena okoli kolesa. Kinetična energija tekoče reke vrti kolo in se pretvori v mehansko energijo, ki poganja mlin. [1]

DEFINITION

Hidroelektrična energija je električna energija, ki se proizvaja v hidroelektrarni iz vode v gibanju s pomočjo tekoče vode ali slapa za pogon vodne turbine in generatorja. Postopek proizvodnje je zelo učinkovit, saj lahko doseže učinkovitost med 90 in 95 %.

Hidroelektrična energija je ena od najbolj donosnih energij. Začetna naložba v gradnjo hidroelektrarne je visoka. Vendar so stroški vzdrževanja te vrste infrastrukture nizki.

2.1 Vrste hidroelektrarn

Hidroelektrarne so navadno daleč od velikih potrošniških središč, njihovo postavitve pa pogojujejo značilnosti terena.

DEFINITION

Vse hidroelektrarne niso enake. Nekatere hidroelektrarne uporabljajo jezove, druge pa ne. Glede na način delovanja v osnovi obstajajo tri prevladujoče vrste: akumulacijske, pretočne in črpalne [2].

Shranjevanje

To je najbolj razširjena hidroelektrarna. To so velike elektrarne. Z izgradnjo enega ali več jezov nastanejo rezervoarji, ki se uporabljajo za zadrževanje velikih količin vode in na ta način uravnavajo pretok, ki teče skozi turbine, ki proizvajajo električno energijo. To omogoča, da je proizvodnja energije stabilna skozi vse leto in zadovolji trenutne potrebe po električni energiji.

Potek reke

Večina malih hidroelektrarn temelji na tipu pretočnih hidroelektrarn. Za vse je značilno, da nimajo možnosti shranjevanja vode, zaradi česar je ta vrsta elektrarn odvisna od sezonskih pretokov rek. Da bi to čim bolj zmanjšali, so elektrarne, ki tečejo po reki, običajno nameščene na rekah s stalnim in enakomernim pretokom ali z velikim rezervoarjem na čelu reke.

V elektrarnah na reki se tekoča rečna voda preusmeri v kanal, kjer se vrti turbina, ki proizvaja električno energijo. Nato se preusmerjena voda vrne v glavno reko. Proizvodnja električne energije je odvisna od hitrosti vode.

Črpalni skladiščni sistem

Njeno delovanje je zelo podobno delovanju velike akumulatorske baterije. Naprava ima dva rezervoarja na različnih višinah, ki sta med seboj povezana. V času nizke porabe električne energije se presežek energije uporabi za dvig vode iz rezervoarja na najnižji ravni v zgornji rezervoar s pomočjo hidravlične črpalke. V času največje porabe energije črpalni sistem deluje kot običajna akumulacijska hidroelektrarna.

Fig. 2. Hidroelektrarna Mequinenza (Španija).

2.2 Prednosti in slabosti vodne energije

V nadaljevanju je navedenih nekaj prednosti uporabe vodne energije [4]:

- **Prilagodljivost.** Pretok vode, ki teče skozi turbine, je mogoče prilagoditi trenutnim potrebam po električni energiji.
- **Čista energija.** Postopek pridobivanja električne energije je čist, saj pri njem ne nastajajo odpadki, kot pri energiji, pridobljeni iz fosilnih goriv ali jedrske energije.
- **Varnost.** Tveganje uhajanja vode je zaradi varnostnih ukrepov, ki se danes izvajajo v hidroelektrarnah, precej majhno.
- **Neizčrpen vir.** Vir energije, voda, je brezplačen in neizčrpen, saj se obnavlja z deževjem in taljenjem.
- **Stabilen vir energije.** Hidroelektrična energija je zelo stabilna za razliko od na primer sončne energije, ki je neposredno odvisna od razmer na nebu. Z drugimi besedami, hidroenergija za proizvodnjo električne energije ni odvisna od vsakodnevnega dežja, saj obstajajo zelo pomembne zaloge vode.

Ta vrsta energije ima tudi več negativnih lastnosti, kot so:

- **Učinki na okolje.** Gradnja jezov ima pomembne okoljske posledice, saj vpliva na strugo reke in poplavlja območje, kar vpliva na rastlinstvo in živalstvo. Po drugi strani pa se ob odpiranju in zapiranju jezov pojavijo učinki na ribe in rečni ekosistem.
- **visoki stroški hidroelektrarne.** Dolgoročno je energija iz hidroelektrarn zelo poceni, vzdrževanje pa je preprosto, vendar je gradnja hidroelektrarne povezana z visokimi stroški.
- **Odvisno od okoljskih pogojev.** Res je, da hidroenergija ni odvisna od vsakodnevnega dežja. Vendar pa pomanjkanje dežja vpliva na proizvodnjo energije. Tako se v obdobjih s številnimi sušami zmanjša količina shranjene vode in količina električne energije, ki jo je mogoče proizvesti.
- **Zapora ni mogoče zgraditi kjer koli.** Za postavitev hidroelektrarne so bistvene značilnosti terena in višina, ki jo lahko ima jez.

2.3 Hidroelektrična energija v svetu

Vodilni proizvajalec hidroelektrične energije na svetu je Kitajska s skupno instalirano zmogljivostjo 356,4 GW, ki ima v lasti tudi največjo hidroelektrarno na svetu, jez Tri soteske z zmogljivostjo 22,5 GW [5].

Kitajski sledi Brazilija z zmogljivostjo 109,1 GW, takoj za njo pa ZDA z instalirano zmogljivostjo 102,8 GW. Ena glavnih elektrarn v ZDA je Grand Coulee z zmogljivostjo 6,81 GW, ki se nahaja na reki Kolumbiji v zvezni državi Washington.

Na seznamu desetih držav, ki bodo leta 2020 proizvajale največ hidroelektrarn na svetu, sledijo Kanada z 81,4 GW, Indija (50,1 GW), Japonska in Rusija, obe z 49,9 GW, Norveška (32,7 GW), Turčija z 28,5 GW in Francija, ki s skupno inštalirano zmogljivostjo 25,6 GW zaključuje seznam.

[Interaktivní prvek](#)

[Interaktivní prvek](#)

[Interaktivní prvek](#)

CHAPTER 3

Vetrna energija

Vetrna energija je eden najstarejših virov energije, ki jih je izkoriščal človek, danes pa je najbolj uveljavljen in učinkovit obnovljivi vir energije na svetu.

DEFINITION

Vetrna energija je za vodno energijo drugi največji obnovljivi vir energije na svetu.

Sončno sevanje se ne sprejema enako na celotni površini Zemlje. Nekatera območja so bolj vroča kot druga, na teh območjih pa se zrak dviguje in ustvarja območja nizkega tlaka. Po drugi strani pa se na najhladnejših območjih zrak spušča in ustvarja območja visokega tlaka. Razlika med pritiski povzroči gibanje zraka in nastanek vetra.

DEFINITION

Energija vetra je obnovljiva energija, ki se pridobiva iz sile vetra, ki prehaja skozi vetrno turbino, ki spreminja kinetično energijo zračnega toka v električno energijo.

Vetrna energija je obnovljiva, učinkovita, zrela in varna energija, ki je ključna za energetski prehod in dekarbonizacijo gospodarstva.

DEFINITION

Na splošno so vetrne turbine združene v tako imenovano vetrno elektrarno.

Število vetrnih turbin, ki sestavljajo vetrno elektrarno, je zelo spremenljivo in je odvisno predvsem od razpoložljive površine in značilnosti vetra na lokaciji. Pred postavitvijo vetrne elektrarne se veter na izbrani lokaciji prouči za obdobje, ki je običajno daljše od enega leta. Pomembni parametri so smeri vetra in njegova hitrost.

DEFINITION

Vetrne elektrarne lahko stojijo na kopnem ali na morju (v tujini), pri čemer so najpogostejše vetrne elektrarne na kopnem, čeprav so se v zadnjih letih v Evropi močno razširile vetrne elektrarne na morju.

Prva vetrna elektrarna na morju na svetu je bila leta 1991 postavljena v Vindebyju ob južni obali Danske. Trideset let pozneje je vetrna energija na morju zrela, obsežna tehnologija, ki zagotavlja energijo milijonom ljudi po vsem svetu. Nove naprave imajo visoke faktorje zmogljivosti, stroški pa so se v zadnjih desetih letih nenehno zniževali [6].

3.1 Vrste vetrnih turbin

Glede na smer osi vrtenja obstajata dve vrsti vetrnih turbin: vetrne turbine z vodoravno osjo (HAWT) in vetrne turbine z navpično osjo (VAWT) [7-8]. Vetrne turbine HAWT so najpogostejša vrsta vetrnih turbin, ki jih lahko najdemo v velikih vetrnih elektrarnah, kjer se ta vrsta vetrnih turbin lahko uporablja za moč nad 1 MW.

HAWT je sestavljen iz jeklenega stolpa, visokega od 60 do 100 metrov. Na vrhu stolpa je gondola, v kateri so nameščeni najpomembnejši elementi vetrne turbine. Na sprednji strani gondole sta dve ali tri dolge (20-60 metrov) in tanke lopatice nameščene tako, da so obrnjene neposredno proti vetru. Večina lopatic za velike vetrne turbine je izdelana iz steklenih vlaken ali epoksidnih kompozitov. Življenjska doba lopatic je približno 15-20 let. Ta vrsta vetrne turbine lahko proizvaja zelo spremenljivo moč, do 10-12 MW, odvisno od vetra v kraju in vremena.

VAWT je v bistvu vetrna turbina, pri kateri je rotorska gred nameščena navpično in lahko proizvaja električno energijo ne glede na to, od kod piha veter. VAWT imajo krajše in širše ukrivljene lopatice, ki spominjajo na metlice, ki se uporabljajo v električnih mešalnikih. Prednost te vrste navpične vetrne turbine je, da lahko proizvaja električno energijo tudi v krajih z malo vetra in na mestnih območjih, kjer gradbeni predpisi na splošno prepovedujejo namestitev vodoravnih vetrnih turbin. VAWT ne potrebujejo mehanizma za usmerjanje in električni generator je lahko nameščen na tleh. Prednost teh vertikalnih vetrnih turbin je, da so manjše in lažje od horizontalnih vetrnih turbin, vendar je proizvodnja energije manjša, ker je njihov izkoristek v primerjavi z HAWT veliko manjši.

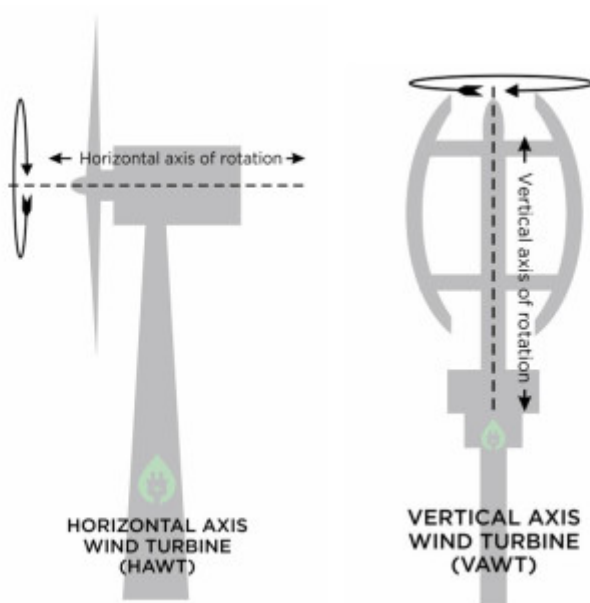


Fig. 3. Vetrne turbine HAWT in VAWT [8].

DEFINITION

Količina električne energije, ki jo proizvede vetrna turbina, je sorazmerna s kubusom hitrosti vetra.

Zato so vetrne turbine običajno postavljene na območjih z visoko hitrostjo vetra, običajno na vrhovih hribov ali na ravnih odprtih območjih. Vetrne turbine potrebujejo minimalno hitrost vetra, da lahko začnejo proizvajati električno energijo, običajno 12-14 km/h. Ta hitrost je znana tudi kot začetna hitrost. Močni vetrovi med 50 in 60 km/h zagotavljajo največjo izhodno moč. Pri hitrosti vetra nad 90 km/h se turbina ustavi, da se izogne poškodbam. To je hitrost izklopa.

3.2 Prednosti in slabosti vetrne energije

Vetrna energija prinaša številne prednosti in pomaga zmanjšati vpliv podnebnih sprememb. V nadaljevanju je navedenih nekaj glavnih prednosti:

- **Obnovljiva in čista energija.** Gre za obnovljiv naravni vir, ki ne povzroča emisij v ozračje ali onesnaževal.
- **Razpoložljivost.** Vetrna energija je na voljo skoraj povsod na svetu, zato spodbuja blaginjo in ustvarjanje lokalnih delovnih mest.
- **Uporablja se na skoraj vsaki lokaciji.** Vetrne turbine se lahko namestijo na lokacijah, ki niso primerne za druge namene, na primer na puščavskih območjih, in lahko sobivajo z drugimi vrstami rabe zemljišč, kot sta poljedelstvo ali živinoreja.
- **Hitra namestitvev.** Vetrne turbine je mogoče namestiti na različnih višinah, da se doseže stabilna proizvodnja.
- **Poceni energija.** Velja za poceni energijo, katere cena ostaja precej stabilna, zato lahko po donosnosti konkurira tradicionalnim virom energije in je hkrati vir prihrankov.

Ena največjih pomanjkljivosti te vrste energije je načrtovanje pridobivanja energije zaradi naključnosti vetra. V nadaljevanju so navedene glavne pomanjkljivosti:

- **Pomanjkanje vetra.** Ta razlog preprečuje uporabo vetrne energije kot edinega vira električne energije. Vendar bi to lahko rešili z uporabo naprav za shranjevanje električne energije.
- **Omejitev hitrosti vetra.** Če je hitrost vetra večja od največje, ki jo lahko prenese vetrna turbina, se poškoduje gred in zmanjša proizvodnja električne energije, zato morajo nadzorni sistemi odklopiti vetrno turbino ali spremeniti lopatice.
- **Zgraditi je treba visokonapetostne vode.** Za distribucijo električne energije iz vetrnih elektrarn je treba zgraditi visokonapetostne vode, ki lahko prenašajo največjo količino proizvedene električne energije.
- **Vpliv na okolje.** Postavitev vetrnih elektrarn povzroča poškodbe in smrt ptic in netopirjev ter vizualno vpliva na naravno krajino. Novi modeli vetrnih turbin spreminjajo ta trend.
- **Vetrne elektrarne zavzemajo velika območja.** Vetrne turbine morajo biti ločene, čeprav se lahko isto območje hkrati uporablja za druge namene.
- **Nestabilen vir energije.** Naključnost vetra je resna ovira za načrtovanje stabilne proizvodnje energije, čeprav se je z najnovejšimi meteorološkimi dosežki na področju napovedovanja vetra stanje močno izboljšalo.

3.3 Vetrna energija v svetu

Mednarodna agencija za obnovljive vire energije (IRENA) ocenjuje, da bo svetovna proizvodnja vetrne energije do konca leta 2020 presegla 732 GW [9]. Kitajska je imela leta 2021 največjo inštalirano zmogljivost vetrne energije, in sicer 342 GW, kar je več kot četrtnina svetovne zmogljivosti vetrne energije.

Kitajski sledijo Združene države Amerike z zmogljivostjo 139 GW. Samo zvezna država Teksas s 24,9 GW proizvede četrtno vetrne energije v Združenih državah, kar je več kot 25 drugih ameriških zveznih držav skupaj.

Z majhnim zaostankom jim sledi Nemčija, ki je s 64 GW zmogljivosti prva evropska država po inštalirani zmogljivosti vetrnih elektrarn. Sledita ji Indija z 42 GW in Španija z 29 GW.

Seznam desetih držav z največjo proizvodnjo vetrne energije zaključuje Italija z 12,7 GW inštalirane zmogljivosti vetrne energije.

[Video 1](#)

CHAPTER 4

Fotovoltaična sončna energija

Sončna energija, ki letno vpliva na celotno zemeljsko površje, predstavlja približno pettisočkratnik potreb po energiji svetovnega prebivalstva, zato je glavni vir obnovljive energije, ki nam je na dosegu roke. Poleg tega ima sončna energija v primerjavi z drugimi obnovljivimi viri energije vrsto prednosti: Ne onesnažuje okolja, saj v ozračje ne oddaja nobenih odpadkov, prav tako ne povzroča hrupa, saj je njena proizvodnja neslišna, in je na voljo po vsem planetu. Čeprav vse točke na Zemlji ne prejmejo enake količine energije s sonca. Za izkoriščanje sončne energije se uporabljata dve vrsti tehnologij: fotonapetostna sončna tehnologija in sončna toplotna tehnologija.

Izraz fotovoltaika (PV) izhaja iz grške besede Photo (svetloba) in imena italijanskega fizika Alessandra Volte, izumitelja kemične baterije.

DEFINITION

Fotonapetostna sončna tehnologija omogoča neposredno pretvorbo sončne svetlobe ali sončnega sevanja v električno energijo. Odgovorna je za izkoriščanje energije fotonov v električno energijo, pri čemer proizvaja elektrone, s fotonapetostnimi solarnimi moduli, v ta namen pa uporablja naprave, imenovane sončne celice.

Edmund Bequerel je leta 1839 odkril fotonapetostni učinek. Albert Einstein je predlagal matematični opis fotoelektričnega učinka, v katerem je emisija elektronov nastala z absorpcijo kvantov svetlobe, ki so jih pozneje poimenovali fotoni [10]. Za to razlago fotoelektričnega učinka je Einstein leta 1921 prejel Nobelovo nagrado za fiziko.

Sončna toplotna tehnologija izkorišča sončno energijo za ogrevanje vode, ki se lahko uporablja v gospodinjstvu: Za ogrevanje, pripravo tople sanitarne vode ali proizvodnjo mehanske energije, ki jo lahko pretvorimo v električno energijo. Sončna toplotna energija se uporablja tudi za pogon absorpcijskih hladilnih naprav, ki namesto električne energije za proizvodnjo hladu uporabljajo toploto.

Osnovni elementi sončne toplotne energije so sončni kolektorji, ki zajemajo sončno sevanje in ga pretvarjajo v toplotno energijo: toploto, ki se uporablja za neposredno ogrevanje vode ali posebne tekočine, ki bi v poznejši fazi ogrevala vodo prek izmenjevalnika.

SUMMARY

V tem poglavju se bomo osredotočili na podrobno analizo fotovoltaične sončne energije.

[Video 2](#)

4.1 Sončno sevanje

DEFINITION

Sončno sevanje je energija, ki jo oddaja Sonce in se z elektromagnetnim valovanjem širi v vse smeri po prostoru.

Sončno sevanje je enako sevanju črnega telesa s temperaturo 6000 K. Del energije, ki nas doseže s Sonca, približno 30 %, se odbije nazaj v vesolje. Molekule plina in suspendirani delci, ki so prisotni v različnih plasteh ozračja, absorbirajo drugi del, preostanek pa doseže zemeljsko površje.

Na ekvatorialnih območjih sončno sevanje vpliva neposredno, na polih pa je sevanja, ki prihaja, veliko manj. Ker ozračje filtrira sončno svetlobo, je energija, ki jo prejmemo od sonca, večja, če smo na večji nadmorski višini in je zato plast ozračja tanjša.

DEFINITION

Izraz sončno sevanje se nanaša na vrednosti sončnega obsevanja, tj. količino energije, ki jo v določenem času prejme enota površine.

Vrednosti sončnega sevanja izražajo energijo, ki izvira iz neposrednega sončnega sevanja in razpršenega sevanja, ki je razpršeno skozi ozračje in prihaja z ostalega dela neba.

Sončeva sevalna moč na zunanji meji Zemljine atmosfere, na razdalji približno 150 milijonov kilometrov, znaša približno 1360 W/m^2 . Ta vrednost se imenuje Sončeva konstanta: G_{sc} . Slika 4 prikazuje spektralno gostoto sevanja, ki ga od Sonca prejmemo na zemeljski površini v odvisnosti od njegove valovne dolžine, zunaj atmosfere in na zemeljski površini ter absorpcijo v atmosferi, povezano z različnimi elementi, ki so v njej prisotni. Kot je razvidno iz slike, je večina energije osredotočena v vidnem spektru, med 0,4 in 0,8 μm valovne dolžine.

DEFINITION

Energija fotonov je odvisna od valovne dolžine, kot kaže naslednja enačba:

$$E = h \frac{c}{\lambda}$$

kjer je h Planckova konstanta, c svetlobna hitrost in λ valovna dolžina fotona.

Da se foton absorbira in ustvari par nosilcev, elektron/dirka, v materialu, mora biti energija fotona večja od energije vrzeli, E_g , v materialu. Poleg tega ima vsak polprevodniški material, ki se najpogosteje uporablja pri izdelavi sončnih celic, določen absorpcijski koeficient, α . Ko svetloba prehaja skozi material, se duši, njena absorpcija pa je sorazmerna z njeno jakostjo pri posamezni valovni dolžini. Število fotonov, ki prodrejo skozi polprevodniški material, eksponentno upada kot funkcija α in razdalje, ki jo prepotujejo, po Lambertovem zakonu [11].

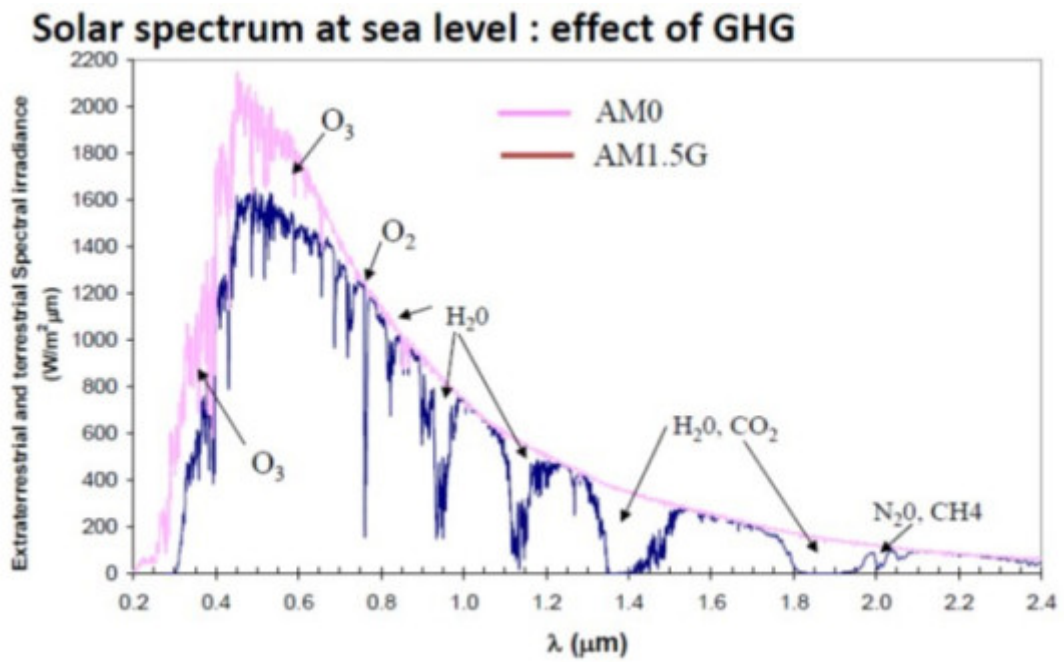


Fig. 4. Vpadno sončno sevanje na zemeljsko površje.

DEFINITION

Referenčni sončni spekter zunaj Zemljine atmosfere je znan kot AM0 (AM: masa zraka, količina atmosfere, skozi katero prehaja sončno sevanje). Na zemeljski površini je referenčni spekter AM1,5.

4.2 Fotovoltaični generator

DEFINITION

Elektronska naprava za pretvorbo sončne energije, vpadnih fotonov, v električno energijo, tok prostih elektronov, ki povzročajo električni tok, zaradi fotoelektričnega učinka, je sončna celica.

Pomembna lastnost sončne celice je njen izkoristek.

DEFINITION

Učinkovitost sončne celice, η je opredeljen kot razmerje med električno močjo, ki jo je sposobna zagotoviti na izhodu, in močjo svetlobe, ki pade na njeno površino:

$$\eta = \frac{V_m I_m}{G A}$$

kjer sta V_m oziroma I_m največja napetost in tok na izhodu sončne celice v standardnih pogojih (STC): $G = 1000 \text{ W/m}^2$ in temperaturi $25 \text{ }^\circ\text{C}$, A pa je površina sončne celice.

W. G. Adams in R. E. Day sta leta 1877 izdelala prvo sončno celico na osnovi selena (Se), vendar so v Bellovih laboratorijih šele leta 1954 izdelali prvo sončno celico na osnovi silicija (Si), ki je imela 6-odstotni izkoristek. To nam daje predstavo o tem, kako nova je sončna fotovoltaična tehnologija. Kljub temu je danes zelo zrela tehnologija.

Večina sončnih celic temelji na polprevodniških materialih, v katerih je ustvarjen prehod p-n, tj. območje z okvaro elektronov (p) v stiku z drugim območjem s presežkom elektronov (n), ki ustvarja električno polje, ki elektronom omogoča gibanje v določeni smeri in s tem električni tok na izhodu naprave.

Sončne celice so povezane zaporedno, da dobijo višjo izhodno napetost in tako tvorijo fotonapetostne module [12]. Nekateri PV moduli imajo več vej celic, ki so zaporedno povezane vzporedno, kar omogoča pridobitev večjega izhodnega toka iz PV modula. Na trgu lahko najdemo PV module z zelo različnimi izhodnimi močmi, odvisno od števila sončnih celic, ki jih vključujejo, in načina njihove medsebojne povezave. Učinkovitost PV modulov je odvisna od učinkovitosti njihovih sončnih celic ter s tem od materiala in tehnologij, uporabljenih pri njihovi izdelavi.

PV is Modular

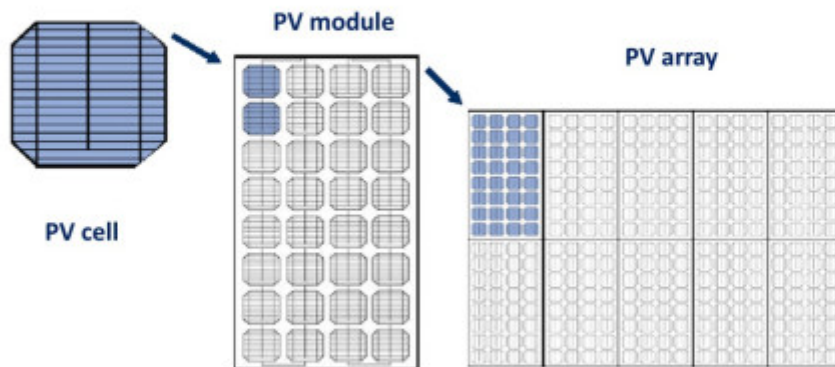


Fig. 5. Od sončnih celic do fotonapetostnih nizov.

Fotovoltaika je modularna in razširljiva tehnologija. Tako je tudi PV generator sestavljen iz medsebojno povezanih vzporednih vej PV modulov, povezanih zaporedno, kot je prikazano na sliki 5.

[Video 3](#)

4.3 Tehnologije izdelave fotovoltaičnih modulov

95 % sončnih celic, proizvedenih leta 2020, je bilo razvitih na silicijevih (Si) rezinah, pri čemer je večina, 84 %, uporabljala monokristalni silicij (c-Si), preostanek pa multikristalni silicij (mc-Si) [13]. Rekordni izkoristek celic c-Si znaša 26,7 %, medtem ko je pri mc-Si največji doseženi izkoristek sončne celice 24,4 %.

Nekatere tehnologije tankih plasti se uporabljajo pri proizvodnji sončnih celic, ki temeljijo na cenejših materialih, vendar imajo nižje izkoristke, kot npr: CIGS ali CdTe. V zadnjem času so se povečale raziskave in proizvodnja sončnih celic iz materialov, kot so perovskiti ali kesteriti, ki so prav tako cenejši od Si, in dosegajo 25,5-odstotni izkoristek v primeru sončnih celic na osnovi perovskitov.

Najvišje vrednosti izkoristka sončnih celic, do 47 % [14], so dosežene v tandemih sončnih celic, ki bolje izkoriščajo sončni spekter in temeljijo na spojinah skupin III-V. Ti tandemi so sestavljeni iz več zaporedno postavljenih sončnih celic in so dragi za izdelavo, zato je njihova uporaba omejena na vesoljske aplikacije.

Trenutno ima večina komercialnih fotovoltaičnih modulov, ki temeljijo na c-Si ali mc-Si, izkoristek okoli 20 %. Najvišje vrednosti izkoristkov, dosežene pri PV solarnih modulih različnih tehnologij, so povzete v naslednji preglednici.

Table 3. Najvišji izkoristki fotovoltaičnih modulov 2020. [14]

| Tehnologija | Učinkovitost (%) | Proizvajalec |
|------------------------------|------------------|------------------------|
| c-Si | 24.4 | Kaneka |
| mc-Si | 24.4 | Hanwha Q celice |
| GaAs (tanek film) | 25.1 | Naprave Alta |
| CdTe (tanek film) | 19 | Prva sončna elektrarna |
| Perovskit | 17.9 | Panasonic |
| Večprekinitveni stik (III-V) | 31.2 | Sharp |

Stroški fotonapetostnih modulov so se v zadnjih 40 letih znižali za 26 %.

Danes je fotonapetostna sončna energija zrela tehnologija in omogoča proizvodnjo električne energije po konkurenčnih cenah, med 14 in 20 USD/MWh [13], v primerjavi z ostalimi tradicionalnimi energenti, ki temeljijo na fosilnih gorivih. Na primer, leta 2021 bo cena električne energije v Španiji znašala 200 EUR/MWh, tako kot v preostalih državah Evropske skupnosti pa se pričakuje, da se bo cena električne energije, proizvedene iz neobnovljivih virov, v prihodnosti še naprej povečevala.

DEFINITION

Danes je po vsem svetu nameščenih 760 GW fotonapetostne energije, kar omogoča, da se letno v ozračje ne izpusti 875 milijonov ton CO₂. Vendar še vedno predstavlja majhen odstotek svetovne proizvodnje električne energije.

Nedvomno bo rast fotonapetostne sončne energije po vsem svetu še naprej eksponentna, tako kot v zadnjih desetletjih, in velja za eno najpomembnejših rešitev za globalno segrevanje in ključno vlogo pri energetskega prehodu.

4.4 Fotonapetostni sistemi

Fotonapetostne sisteme lahko razdelimo na dve vrsti: Fotovoltaični sistemi se delijo na samostojne fotonapetostne sisteme in fotonapetostne sisteme, priključene na omrežje.

DEFINITION

Samostojni fotonapetostni sistemi se uporabljajo, kadar jih ni mogoče priključiti na električno distribucijsko omrežje.

Samostojni fotonapetostni sistemi so bili prvi sistemi, ki so se uporabljali na tem področju, njihova uporaba pa je raznolika: črpanje vode, telekomunikacijske postaje, radijski in televizijski repetitorji, vesoljske aplikacije na satelitih ali vesoljskih vozilih, aplikacije v gospodinjstvih itd.

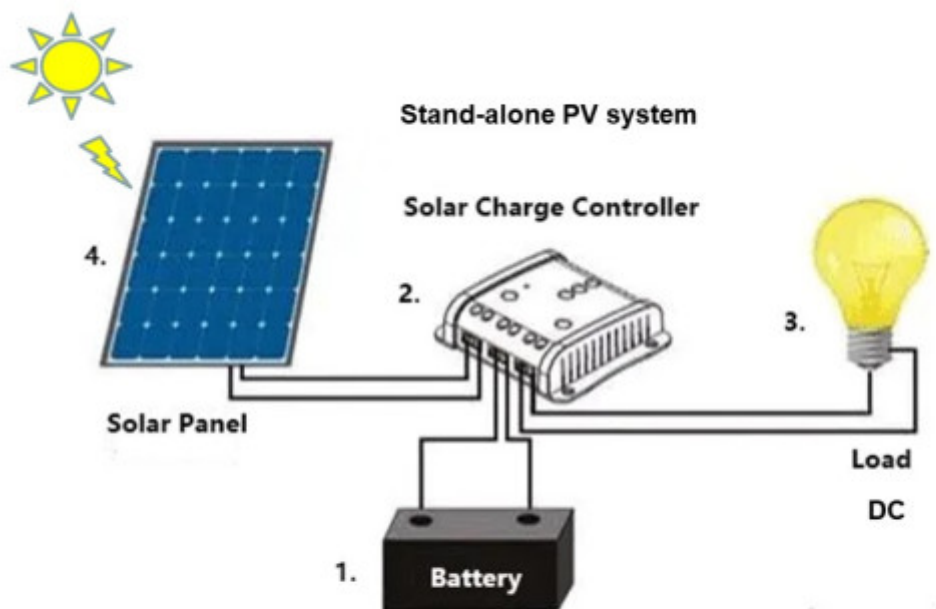


Fig. 6. Samostojni fotonapetostni sistem.

Table 4. Elementi, vključeni v samostojni fotonapetostni sistem

| Element | Opis |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [1] Fotovoltaični moduli | Odvisno od uporabe se velikost generatorja lahko razlikuje od sistemov z zelo majhno močjo z enim modulom do generatorjev z več kW največje moči. |

| | |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [2] Regulator polnjenja | Ta element je odgovoren za zaščito akumulatorjev in ohranjanje njihovega ustreznega stanja napoljenosti, odvisno od potreb sistema po energiji in razpoložljive moči na izhodu fotonapetostnega generatorja. Vključujejo lahko sledilnike največje moči: MPPT, da se proizvedena energija čim bolj izkoristi. To omogoča, da fotonapetostni generator deluje na točki največje izhodne moči, medtem ko preostali del sistema ves čas deluje pri napetosti baterije in toku, ki ga potrebujejo bremena. |
| [3] Baterije | Gre za akumulatorje energije, ki omogočajo napajanje porabnikov z električnim tokom, ko fotovoltaični generator ne proizvaja, na primer ponoči. Ko generator proizvaja električno energijo, polni akumulatorje. |
| [4] Obremenitve sistema | Električne obremenitve, ki jih mora PV sistem napajati z enosmernim tokom. Če so prisotne obremenitve, ki jih je treba napajati z izmeničnim tokom, je mogoče vgraditi pretvornik enosmernega in izmeničnega toka, imenovan inverter. |

DEFINITION

Druga vrsta fotovoltaičnih sistemov so sistemi, ki so povezani z električnim distribucijskim omrežjem, ali fotovoltaični sistemi, priključeni na omrežje.

Danes je več kot 90 % obstoječih fotovoltaičnih naprav priključenih na omrežje. V tej skupini sistemov najdemo naprave, ki so zasnovane kot veliki generatorji električne energije, do več sto MW moči, ki se uporabljajo za dovod energije v distribucijsko omrežje. Poleg tega so sistemi srednje moči, do 500 kWp, zasnovani za industrijska ali komercialna skladišča, ki dobavljajo energijo v omrežje, uporabljajo pa se tudi za napajanje notranje porabe teh objektov. Vsak dan se več fotovoltaičnih sistemov, priključenih na omrežje, namesti v domove za lastno porabo, kjer se proizvedena energija porabi za domačo porabo, če pa je presežek, se lahko prelije v omrežje, če to dovoljujejo predpisi države. V teh primerih obstajata dve vrsti strategij za nadomestitev te energije, ki se vliva v omrežje.

DEFINITION

Neto merjenje, pri katerem elektroenergetska podjetja, na katera je sistem priključen, odštejejo porabljeno energijo od stroškov porabe, in drugi primer, pri katerem elektroenergetska podjetja plačujejo energijo, ki jo fotovoltaični sistem odda v omrežje, neposredno lastniku tega sistema, tj. tarife za dovajanje energije.

V fotovoltaične sisteme, priključene na omrežje, zlasti v aplikacije, namenjene lastni porabi, so vključene tudi baterije za shranjevanje energije, ki jo proizvede fotovoltaični generator, s čimer se zmanjša neposredna poraba iz omrežja, kadar generator ne more zadovoljiti potreb po energiji bremen.

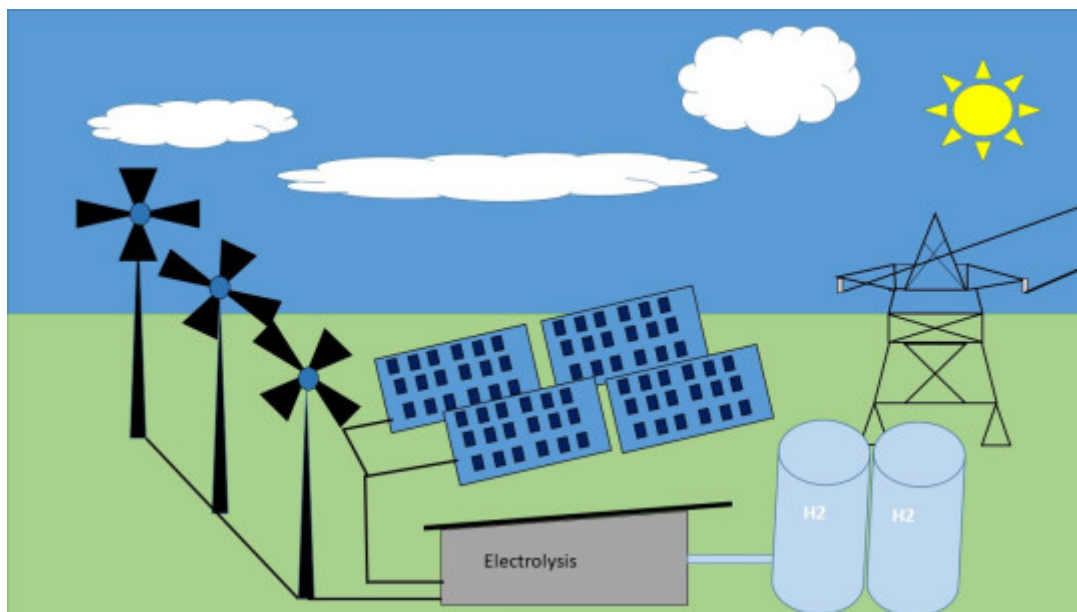


Fig. 7. Blokovna shema fotovoltaičnega sistema, priključenega na omrežje.

Njegovi glavni elementi so naslednji:

Table 5. Glavni elementi fotovoltaičnih sistemov, priključenih na omrežje

| Element | Opis |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fotovoltaični generator | Od nekaj kW do več sto MW, odvisno od uporabe. |
| Inverter | Skrbi za pretvorbo enosmernega izhodnega toka fotovoltaičnega generatorja v izmenični tok. Glede na velikost sistema se lahko število inverterjev in njihova nazivna moč pri posamezni uporabi razlikujeta. Ti inverterji vključujejo sisteme MMPT, ki zagotavljajo, da fotonapetostni generator vedno deluje v točki največje moči. |
| Zaščita | varovalke, obvodne diode, blokirne diode, ročna in samodejna stikala ali odklopniki, ozemljitveni priključki, sistemi za zaščito napajanja itd. (odvisno od predpisov posamezne države). |
| Metri | Merijo energijo, oddano v omrežje. Pri aplikacijah za samooskrbo se lahko uporabljajo dvosmerni števcji, ki merijo tako dovod v omrežje kot porabo. |
| Obremenitve | izmenične obremenitve v sistemu. |

[Interaktivni prvek](#)

[Interaktivni prvek](#)

[Interaktivni prvek](#)

CHAPTER 5

Vodikove tehnologije

DEFINITION

Vodik, H_2 , je brezbarvni dvoatomni plin brez vonja, ki tudi ni strupen. Ima visoko energijsko vrednost na enoto mase (energijska gostota), veliko večjo kot tradicionalna goriva. Je obnovljivo gorivo in njegove zaloge so neizčrpne.

Ta element se na Zemlji vedno združuje z drugimi elementi, na primer s kisikom, ki tvori vodo (H_2O), z ogljikom, ki tvori ogljikovodike, ali z drugimi elementi, ki tvorijo neskončno veliko različnih spojin. Za njegovo proizvodnjo so potrebni kemični ali elektrokemični procesi, ki zahtevajo količino energije, ki bo vedno večja od energije, ki bo pridobljena pozneje pri njegovi končni uporabi.

Trenutno se že uporablja v številnih industrijskih aplikacijah: V kemičnem, petrokemičnem, metalurškem ali elektronskem sektorju, vendar je njegov veliki potencial v energetske sektorju. H_2 se lahko uporablja kot gorivo, pri čemer se z izgorevanjem pridobiva toplota na enak način kot pri zemeljskem plinu, njegova prednost pa je, da pri izgorevanju H_2 namesto toplogrednih plinov, ki nastanejo pri fosilnih gorivih, pušča le vodno paro. Po drugi strani pa omogoča tudi proizvodnjo električne energije z elektrokemičnimi postopki.

Uporaba H_2 bo omogočila razvoj številnih povezanih tehnologij. Dober primer so gorivne celice, ki jih poganja H_2 in imajo visoke izkoristke ter številne možnosti uporabe, tako mobilne kot stacionarne.

Rezultati, doseženi v zadnjih letih v programih raziskav, razvoja in predstavitev, so očitno povečali mednarodno zanimanje za te tehnologije, ki imajo velik potencial in bodo po pričakovanjih imele pomembno vlogo v svetovnem energetske sektorju ter bi lahko veliko pripomogle k ublažitvi posledic podnebnih sprememb.

Tehnologije H_2 vključujejo vse postopke, ki izhajajo iz proizvodnje, skladiščenja, prevoza in izgorevanja.

5.1 Proizvodnja H₂

H₂ se običajno razvrščajo glede na vire energije, ki se uporabljajo pri njihovi proizvodnji, in njihovo trajnost. Po tej klasifikaciji lahko govorimo o treh različnih vrstah: Sivi H₂, modri H₂ in zeleni H₂.

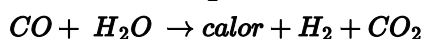
Siva H₂ je tista, ki jo proizvajajo viri energije fosilnega izvora: zemeljski plin (metan CH₄), nafta ali premog. Ti procesi povzročajo povezane emisije onesnaževal, vendar je trenutno 99 % svetovne proizvodnje H₂ te vrste, pri kateri nastajajo zelo velike emisije CO₂.

Najpogostejši metodi proizvodnje sivega H₂ sta parni reforming zemeljskega plina in uplinjanje premoga.

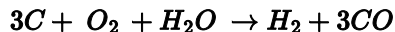
Metoda parnega reforminga zemeljskega plina je najcenejša in se najpogosteje uporablja. Ta postopek temelji na izpostavljanju reaktantov temperaturam med 700 in 850 °C pri tlaku pod 25 barov, kot kaže naslednja reakcija:



Nastali CO lahko reagira s paro, da se pretvori v CO₂ za dodatno proizvodnjo vodika na naslednji način:



Drugi najpogosteje uporabljeni postopek pri proizvodnji H₂ je uplinjanje premoga. Najpreprostejša stehiometrija reakcije je naslednja:

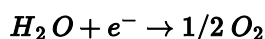


Da bi se izognili emisijam CO₂ in zmanjšali učinke podnebnih sprememb, je treba s sivega H₂ preiti na modri H₂, predvsem pa spodbujati proizvodnjo zelenega H₂, obnovljivega in brez neposrednih emisij CO₂.

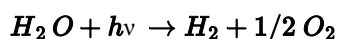
Modri H₂ se prav tako pridobiva iz fosilnih virov energije, vendar se v tem primeru uporabljajo manj onesnažujoči proizvodni postopki. Ti postopki običajno vključujejo mehanizme za zajemanje in shranjevanje CO₂. Če postopek ne vključuje povezanih emisij onesnaževal, se dobljeni H₂ imenuje turkizni, ki ga je mogoče pridobiti s pirolizo po spodaj prikazani reakciji:



Drug dobro znan postopek, ki se je v zadnjem desetletju zelo razvil, je elektroliza H₂O po tej metodi. Voda se z uporabo električne energije razdeli na H₂ in O₂:



Elektrolizo H₂O lahko izvedemo tudi tako, da uporabimo sončno energijo, fotone, neposredno za razbijanje molekule vode. Ta proces se imenuje fotoliza:



DEFINITION

H_2 , pridobljen iz obnovljivih virov energije: Vetni, sončni, morski itd. viri energije z nizkimi ali ničnimi povezanimi emisijami onesnaževal CO_2 se imenuje zeleni ali obnovljivi H_2 .

Glavna značilnost tega H_2 je, da omogoča pretvorbo električne energije v skladiščni in prenosni izdelek z več možnostmi uporabe. Vendar je koncept širši, saj obstajajo tudi drugi obnovljivi in neizčrpni viri, ki jih je mogoče uporabiti v procesih, pri katerih med drugim iz gozdne biomase ali organskih spojin nastaja zeleni H_2 .

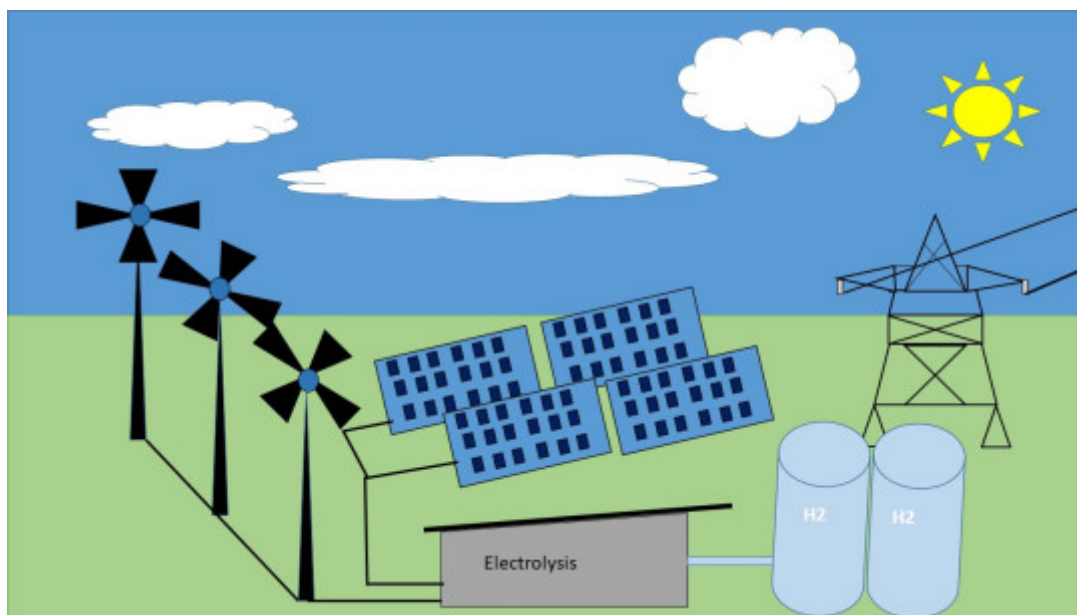


Fig. 8. Proizvodnja zelenega H_2

Najbolj uporabljene metode za proizvodnjo H_2 so prikazane v naslednji preglednici.

Table 6. H_2 Proizvodni procesi [15]

| Procesi kemije | Pretvorba | Elektrolitski procesi | Termolitični procesi | Biološki procesi | Fotonski procesi |
|---------------------------------------|-----------|------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Parni reforming iz zemeljskega plina | | Elektroliza (H_2 O) | Neposredna termoliza iz H_2 O | Fermentacija (bakterije) | Fotoelektroliza |
| Uplinjanje (plin ali premog) | | | Toplotni cikli | Anaerobna predelava (biomasa) | Fotobializa |
| Piroliza (biomasa ali zemeljski plin) | | | | | Fotokataliza |

5.2 Prevoz in skladiščenje H₂

Med glavnimi tehnologijami za shranjevanje energije sta H₂ in sintetični metan, ki se prav tako proizvaja iz H₂, eni izmed najbolj obetavnih možnosti za dolgotrajno shranjevanje velikih količin električne energije iz obnovljivih virov.

Eden od izzivov, ki jih predstavlja shranjevanje H₂, je velika prostornina, ki jo zavzema zaradi nizke gostote in kljub visoki energijski zmogljivosti. Za povečanje prostorninske gostote se uporabljajo različne metode, kot sta stiskanje ali utekočinjanje.

Najbolj običajen način shranjevanja plina H₂ je shranjevanje pod tlakom v običajnih jeklenih jeklenkah ali lahkih rezervoarjih iz ogljikovih vlaken. To je najbolj razvita tehnologija skladiščenja.

Vodik se lahko shranjuje tudi v tekoči obliki pri kriogenih temperaturah: -To močno poveča njegovo energijsko gostoto na enoto prostornine tudi pri nizkih tlakih. Glavna pomanjkljivost je, da je za postopek utekočinjanja potrebna velika količina energije, zaradi nizkih temperatur pa je uporaba vodika v prevoznih sredstvih zelo otežena.

H₂ se lahko shranjuje v trdnem stanju z uporabo materialov na osnovi ogljika (nanocevke in grafitna nanovlakna) ali polnilnih hidridov. V tem primeru se skladiščenje izvaja na površinah trdnih snovi z adsorpcijo ali v njih z absorpcijo.

Po morju za prevoz na dolge razdalje ali izolirana območja; po kopnem s tovornjaki cisternami ali vlaki in plinovodi, podobnimi plinovodom. Ta zadnja možnost zahteva znatne naložbe v infrastrukturo, vendar posledično omogoča nižje stroške prevoza kot druge možnosti zaradi velike količine, ki jo omogoča. Stroški plinovoda za H₂ so zaradi manjše gostote energije na enoto prostornine veliko višji od stroškov, potrebnih za plinovod za zemeljski plin. Zato so za dobavo enake količine energije potrebne cevi z večjim premerom ali višjim tlakom.

5.3 Uporaba

Danes se večina H_2 uporablja za proizvodnjo amoniaka in drugih kemikalij, večinoma gnojil. Uporablja se tudi v naftni industriji v rafinerijah v različnih postopkih.

Druga pomembna uporaba v metalurgiji je njegova uporaba za pridobivanje jekla iz železa. Po drugi strani pa je njegova uporaba pomembna pri proizvodnji osnovnih kemičnih proizvodov, kot sta metanol ali amoniak, ter pri razvoju sintetičnih ogljikovodikov.

Ena od aplikacij z največjim potencialom za H_2 je nedvomno promet. Uporablja se v vozilih: V avtomobilih, tovornjakih, avtobusih, motornih kolesih in celo kolesih z uporabo gorivnih celic nastaja H_2O kot edini odpadek, kar prispeva k izboljšanju kakovosti zraka in zmanjšanju globalnega segrevanja.

DEFINITION

Gorivne celice so naprave, ki omogočajo pridobivanje električne energije iz kemične energije H_2 in O_2 brez izgorevanja. Namesto tega poteka elektrokemična oksidacijska reakcija H_2

Ta postopek ima veliko večji izkoristek od običajnega izgorevanja.

Obstaja več vrst gorivnih celic. Običajno jih razvrščamo glede na njihovo delovno temperaturo, čeprav jih lahko razvrstimo tudi glede na vrsto iona, ki ga prenaša elektrolit med katodo in anodo gorivne celice.

Za distribucijo vodika za uporabo v mobilnosti in prometu bo treba vzpostaviti novo omrežje bencinskih servisov: Hidroelektrarne ali hidroelektrarne, ki so bencinske postaje, ki hranijo in dobavljajo H_2 za prevoz in so običajno nameščene ob avtocestah.

Uporaba v pomorskem prometu je zaenkrat omejena na majhna plovila, vendar se pričakuje, da se bo v prihodnosti uporabljala tudi na velikih plovilih.

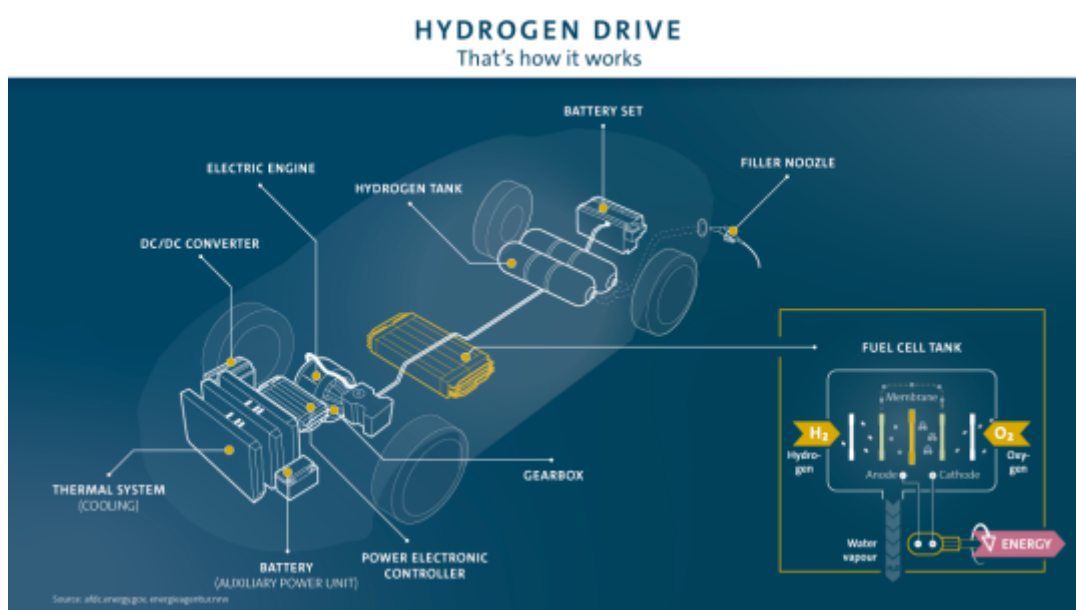


Fig. 9. Avtomobil na H_2 pogon.

Drugi načini uporabe so zgorevanje v kotlih za ogrevanje gospodinjstev ali uporaba za proizvodnjo toplote v industriji.

[Interaktivní prvek](#)

[Interaktivní prvek](#)

[Interaktivní prvek](#)

[Interaktivní prvek](#)

[Interaktivní prvek](#)

[Interaktivní prvek](#)

CHAPTER 6

Biomasa

Uporaba energije iz biomase je dejansko ena najstarejših znanih, saj so jo za ogrevanje in kuhanje hrane uporabljali že prvi jamski ljudje. Vendar se je s prihodom industrijske revolucije in potrebe po pridobivanju večje količine energije na vedno manjšem prostoru spodbudila uporaba fosilnih goriv in upočasnila uporaba energije iz biomase. Danes pa je uporaba energije iz biomase vse bolj priljubljena, saj je čisti, trajnostni in obnovljivi vir energije.

DEFINITION

Biomasa se nanaša na vse organske snovi, ki obstajajo v biosferi, ne glede na to, ali so rastlinskega ali živalskega izvora, ter na snovi, pridobljene z njihovo naravno ali umetno pretvorbo.

V skladu z Direktivo 2009/28/ES o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov "biomasa" pomeni biološko razgradljivo frakcijo proizvodov, odpadkov in ostankov biološkega izvora iz kmetijstva (vključno z rastlinskimi in živalskimi snovmi), gozdarstva in sorodnih industrij, vključno z ribištvom in akvakulturo, ter biološko razgradljivo frakcijo industrijskih in komunalnih odpadkov [17].

DEFINITION

Z drugimi besedami, biomasa je zelo širok pojem, ki vključuje vse od odpadkov iz gozdarstva, kmetijstva in živinoreje do organskega dela gospodinjstev in industrijskih odpadkov, vključno s stranskimi proizvodi kmetijsko-živilske in lesnopredelovalne industrije.

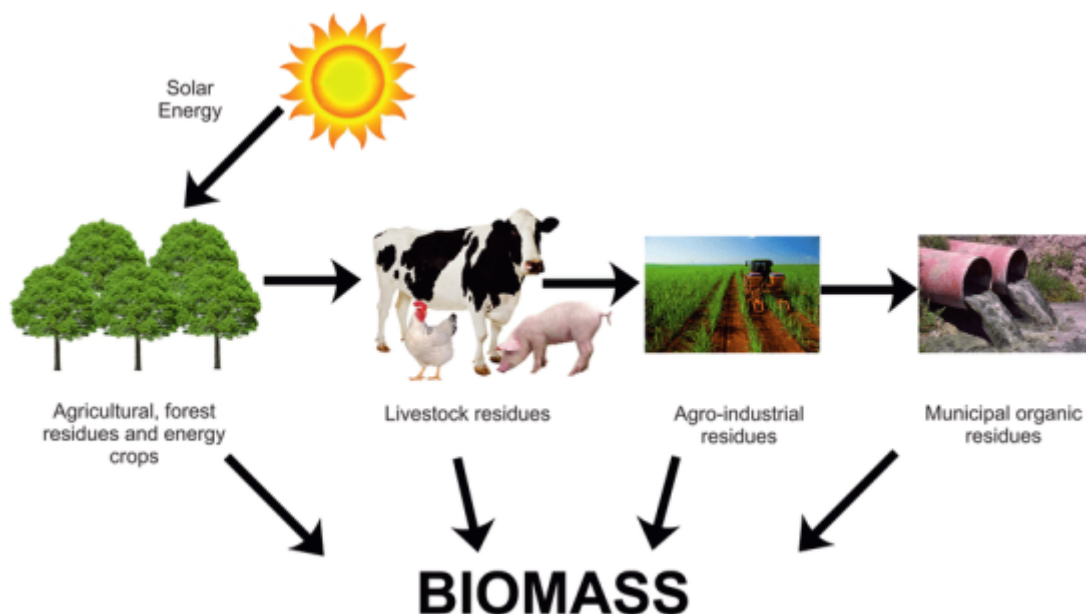


Fig. 10. Ustvarjanje biomase

Biomasa je vir obnovljive energije. Energija iz biomase prihaja v zadnjem primeru iz sonca. Rastline s procesom fotosinteze absorbirajo sončno energijo ter ogljikov dioksid in vodo pretvorijo v hranila. Tudi živali, ki se prehranjujejo z rastlinami, pretvorijo ta hranila v biomaso. Biomaso lahko v uporabno energijo pretvorimo z neposredno in posredno pretvorbo. Biomaso lahko sežgemo za pridobivanje toplote ali pretvorimo v električno energijo (neposredno) ali jo predelamo v biogorivo (posredno).

6.1 Vrste biomase

Glede na izvor lahko biomaso razvrstimo v tri glavne skupine:

- **Naravna biomasa.** Nastane spontano v naravi, brez človekovega posredovanja. Na primer naravno obrezovanje gozdov.
- **Preostala biomasa.** Odpadki, ki nastanejo pri kmetijskih ali gozdarskih dejavnostih (npr. žagovina), v agroživilski industriji ali pri biološko razgradljivih odpadkih iz komunalnih, industrijskih in živinorejskih odpadnih voda (npr. gvano).
- **Proizvedena biomasa.** To so energetske pridelke. Poseben pridelek se goji na kmetijah z ednim namenom, da bi se uporabljal kot vir energije.

6.2 Tehnologije pretvorbe

Konverzijske tehnologije uporabljajo biomaso na učinkovit in trajnosten način za proizvodnjo toplote, električne energije, biogoriv, kemikalij in biomaterialov.

DEFINITION

Za pretvorbo biomase v energijo obstajata dve glavni tehnologiji pretvorbe: termokemična in biokemična.

Termokemična pretvorba vključuje neposredno sežiganje biomase pri zelo visokih temperaturah (med 600 in 1 300 °C) in ob prisotnosti velike količine zraka, pri čemer je izkoristek do 95 %. Različni postopki termokemične pretvorbe vključujejo zgorevanje, uplinjanje in pirolizo, pri čemer je zgorevanje najbolj razširjen postopek.

Biokemična pretvorba vključuje uporabo bakterij, mikroorganizmov in encimov za razgradnjo biomase v plinasta ali tekoča goriva, kot sta bioplina ali bioetanol. Najbolj priljubljena biokemijska postopka sta anaerobna prebava in fermentacija. Anaerobna prebava poteka brez prisotnosti kisika. Pri tem se organske snovi razgradijo zaradi delovanja mikroorganizmov, ki jih pretvorijo v plin z visoko vsebnostjo energije (bioplina) in druge proizvode, ki se lahko uporabijo za proizvodnjo sekundarnih proizvodov.

Table 7. Splošna primerjava biokemijskih in termokemijskih procesov [18]

| Termokemični | Biokemijska |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Učinkovita uporaba za skoraj vse surovine iz biomase | Vključuje uporabo mikrobov, encimov in/ali kemikalij. |
| Brez predhodne obdelave | Predobdelava je bistvenega pomena |
| Relativno večja produktivnost zaradi popolnoma kemične narave reakcije | Produktivnost je omejena zaradi biološke pretvorbe |
| Z delnim ločevanjem izdelkov je mogoče izdelati več izdelkov visoke vrednosti | Običajno so omejeni na enega ali nekaj izdelkov in bi za več izdelkov potrebovali dodatne mikrobove in encime. |
| Neodvisno od podnebnih razmer | Najbolj občutljiv na temperaturo okolja, anaerobni digestor |
| Popolna uporaba odpadkov/biomasa | Proizvodnja sekundarnih odpadkov, kot je blato iz biomase |
| Manjši reakcijski čas | Visok odzivni čas |

6.3 Prednosti in slabosti biomase

Nekatere prednosti uporabe biomase, kot vira energije so [19]:

ADVANTA

- Je obnovljiv vir energije.
- Pomaga zmanjšati količino odpadkov, poleg tega pa jih je mogoče tudi koristno uporabiti.
- Najdemo ga v velikih količinah.
- To ne pomeni večjega vpliva od učinka tople grede, saj pri uporabi kot gorivo povzroča manj emisij plinov, ki so škodljivi za okolje.
- Je precej poceni.
- To lahko gospodarsko koristi podeželskim sektorjem.

Obstajajo tudi nekatere slabosti, med drugim:

DISADVANTA

- Njegovo področje uporabe je še vedno omejeno.
- Njegova učinkovitost je nižja od učinkovitosti drugih vrst virov energije, kot so fosilna goriva.
- Naprave na biomaso potrebujejo veliko zemljišča za proizvodnjo in veliko prostora za kasnejše skladiščenje.
- Lahko povzroči krčenje gozdov.
- Njeni distribucijski kanali niso dovolj razviti.
- Zaradi tega se lahko podražijo nekatera živila, ki jih uživajo ljudje in živali, saj se za proizvodnjo tega vira energije uporabljajo določeni pridelki.
- Energija iz biomase ni tako učinkovita kot fosilna goriva.

6.4 Uporaba biomase v svetu

Uporaba biomase v svetu se razlikuje glede na posamezne države. V manj razvitih državah je še vedno glavni vir energije. Na nekaterih območjih Azije, Afrike in Latinske Amerike dve tretjini proizvedene energije izvira iz biomase. Po drugi strani so države, kot sta Finska ali Združeno kraljestvo, v ospredju pri uporabi biomase kot vira energije in uporabljajo bolj zapletene postopke predelave. Finska na primer z biomaso pokriva 50 % svojih potreb po toploti in 20 % porabe primarne energije.

[Interaktivní prvek](#)

[Interaktivní prvek](#)

CHAPTER 7

Geotermalna energija

Prva geotermalna elektrarna je bila zgrajena leta 1904 v kraju Larderello v Italiji. Čeprav geotermalno energijo izkoriščajo že več kot 100 let, je manj znana kot drugi alternativni viri energije, kot sta fotovoltaična sončna in vetrna energija.

DEFINITION

Geotermalna energija je toplotna energija, ki nastaja in se shranjuje pod zemeljsko skorjo. Gre za obnovljiv vir energije, pri katerem ni potrebno zgorevanje materialov, zato ne povzroča emisij ogljikovega dioksida.

Geotermalno energijo pridobivamo z izkoriščanjem toplote, ki jo hranijo kamnine, tla in podtalnica, ne glede na njihovo temperaturo in globino. Za izkoriščanje te vrste energije je treba vrtati na zemeljski površini 1,6 kilometra ali globlje, da se doseže rezervoar pare ali vroče vode. Na splošno velja, da globlje, ko vrtate, bolj vroče je.

Uporaba geotermalne energije je odvisna od temperature geotermalnega vira. Tako se lahko geotermalni viri z visoko temperaturo, nad 100 °C, uporabljajo za proizvodnjo električne energije. Toplota se uporablja za segrevanje vode, da nastane para, ki poganja turbino, povezano z generatorjem za proizvodnjo električne energije. Kadar je temperatura rezervoarja nižja od 100 °C, se toplota uporablja neposredno za ogrevanje in hlajenje v domovih in podjetjih z uporabo toplotnih črpalk. Nizkotemperaturni rezervoarji, pod 25-30 °C, se uporabljajo za klimatizacijo in pridobivanje tople vode.

7.1 Kako deluje

Geotermalna energija se proizvaja v geotermalni elektrarni. Izvrtajo se vrtine, da se doseže rezervoar pare ali vroče vode. Geotermalne elektrarne se nahajajo v bližini tektonsko aktivnih območij, kjer je potencial geotermalne energije velik. Naslednja slika prikazuje delovanje geotermalne elektrarne [20]:

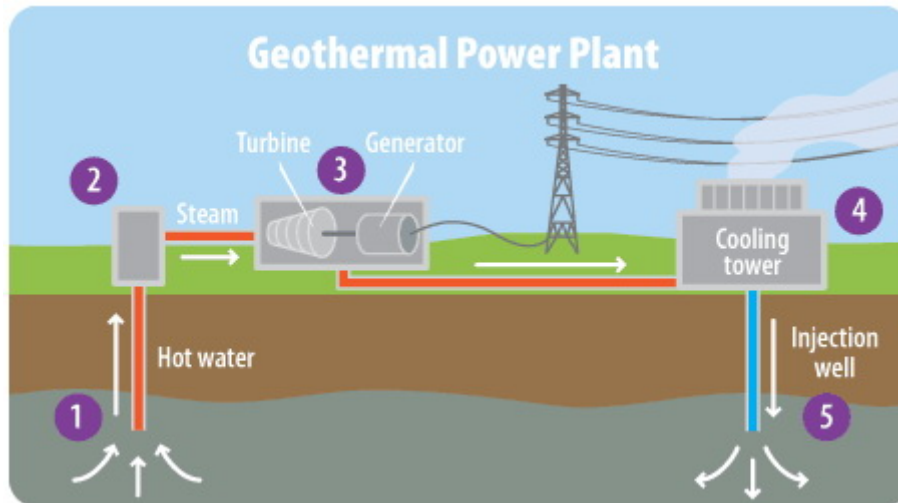


Fig. 11. Shema geotermalne elektrarne [20].

1. Vroča voda se pod visokim pritiskom črpa iz globokega podzemlja skozi vrtino.
2. Ko voda doseže površino, se tlak zniža, zato se voda spremeni v paro.
3. Para vrti turbino, ki je povezana z generatorjem, ki proizvaja električno energijo.
4. Para se ohladi v hladilnem stolpu in kondenzira nazaj v vodo.
5. Ohlajeno vodo črpajo nazaj v Zemljo, kjer se postopek ponovno začne.

7.2 Prednosti in slabosti geotermalne energije

Geotermalna energija ima nekatere prednosti pred fosilnimi gorivi, pa tudi pred drugimi obnovljivimi viri energije, kot sta sončna in vetrna energija. Nekatere od teh prednosti vključujejo [21]:

ADVANTA

- V primerjavi s fosilnimi gorivi je geotermalna energija čistejša, pogosto nima emisij in je cenejša.
- Je stalno na voljo. Za razliko od drugih obnovljivih virov energije ni pomembno, ali je dan ali noč ali kakšne so trenutne vremenske razmere.
- Proizvaja se lahko doma in na manjši površini kot vetrna in sončna energija.
- Zelo dobro deluje pri ogrevanju in hlajenju

Kljub številnim prednostim, ki jih ima geotermalna energija, obstajajo tudi nekatere slabosti, ki jih je treba upoštevati:

DISADVANTA

- Proizvodnja je omejena na lokacije v bližini meja tektonskih plošč.
- Visoki začetni stroški. Čeprav je po izgradnji elektrarne cenejši od fosilnih goriv, sta vrtanje in raziskovanje teh območij draga.
- nevarnost, da bi se pri tem nenamerno sprostili škodljivi toplogredni plini.
- Lahko sproži nestabilnost površja, ki lahko povzroči potrese.
- Električno energijo je mogoče proizvajati le v industrijskem obsegu. V gospodinjstvih se geotermalna energija lahko uporablja le za ogrevanje in hlajenje.

7.3 Geotermalna energija v svetu

ZDA so vodilni proizvajalec geotermalne energije na svetu, saj letno proizvedejo 16,7 milijarde kWh, njihova inštalirana zmogljivost pa po podatkih iz leta 2020 znaša 3 639 MW. Geotermalni kompleks Geysers s sedežem v San Franciscu v Kaliforniji je sestavljen iz 18 geotermalnih elektrarn in je največja geotermalna naprava na svetu.

ZDA sledi Indonezija z instalirano zmogljivostjo 2.133 MW, Filipini s 1.918 MW, Turčija s 1.688 MW in Nova Zelandija s 1.005 MW. Te države tvorijo tako imenovani klub držav z 1 GW [22].

[Interaktivni prvek](#)

[Interaktivni prvek](#)

[Interaktivni prvek](#)

[Interaktivni prvek](#)

CHAPTER 8

Test

Vprašanje

- Odgovor A
- Odgovor B
- Odgovor C
- Odgovor D

Vprašanje

- Odgovor A
- Odgovor B
- Odgovor C
- Odgovor D

Proizvodnja fotovoltaične sončne energije v svetovni proizvodnji električne energije predstavlja

- 10 % celotne proizvodnje električne energije
- 7 % celotne proizvodnje električne energije
- 5,5 % celotne proizvodnje električne energije
- 2,8 % celotne proizvodnje električne energije

Najstarejši vir energije, ki so ga uporabljali ljudje, je

- Fotonapetostna sončna energija
- Energija Swind

- Geotermalna energija
- Hidroelektrična energija

Vetrne turbine z vodoravno osjo, ki se uporabljajo pri proizvodnji vetrne energije, se imenujejo

- HAWTs
- VAWT
- HTWAs
- A1WT

Država z največjo inštalirano zmogljivostjo vetrne energije je

- Španija
- ZDA
- Kitajska
- Indija

Naravna biomasa

- spontano se pojavlja v naravi
- Ni mogoče nadzorovati
- Uporablja odpadne proizvode iz industrije
- Uporablja odpadne proizvode iz kmetijskih dejavnosti.

Termokemična pretvorba

- odvisno od podnebnih razmer.
- potrebuje visok odzivni čas.
- Neodvisen je od podnebnih razmer.
- Potrebna je osnovna predhodna obdelava

Biomasa kot vir energije

- Ne prispeva k zmanjšanju količine odpadkov.
- lahko gospodarsko koristi podeželskim sektorjem.
- lahko zmanjša krčenje gozdov
- Ima zelo visoke začetne stroške.

Energija, ki je še vedno glavni vir energije v manj razvitih državah, je

- Biomasa
- Sončna energija
- Geotermalna energija
- Hidroelektrična energija

Ena od slabosti geotermalne energije je, da

- Ni ga mogoče proizvesti na domačem trgu.
- Začetni stroški so zelo visoki.
- Odvisno od vremenskih razmer.
- Ne more se uporabljati za ogrevanje.

Energija fotonov je odvisna od

- Temperatura
- frekvenca
- Napetost
- električni tok

Kdo je odkril fotonapetostni učinek ?

- Albert Einstein
- Johann Heinrich Lambert
- Edmund Bequerel
- Max Plank

Kateri so standardni pogoji (STC) za obsevanje in temperaturo?

- Temperatura 20 °C in obsevanost 800 W/m²
- Temperatura 30 °C in obsevanost 800 W/m²
- Temperatura 0 °C in obsevanost 900 W/m²
- Temperatura 25°C in obsevanost 1000W/m²

Kaj pomeni siva H2?

- H₂, proizveden iz virov energije fosilnega izvora
- H₂, proizveden za uporabo v avtomobilih
- H₂, proizveden iz jedrske energije
- H₂, ki se uporablja pri ogrevanju

Kaj pomeni zelena H2?

- H₂, proizveden iz virov energije fosilnega izvora
- H₂, proizveden iz obnovljivih virov energije.
- H₂ za kemične aplikacije
- H₂, ki se uporablja v prevoznih aplikacijah

Kako gorivne celice proizvajajo električno energijo?

- Iz zgorevanja O₂
- Od vzbujanja H₂

iz kemijske energije H₂

iz kemične energije O₂