

FAKULTETA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE

MINA DISIĆ

VELENJE, 2025

FAKULTETA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE

MINA DISIĆ

Varstvo okolja in ekotehnologije

Mentor: izr. prof. dr. Željko Vukelič

VELENJE, 2025

Na podlagi Diplomskega reda izdajam naslednji

SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

Študentka Fakultete za varstvo okolja **Mina Disić** lahko izdela diplomsko delo z naslovom v slovenskem jeziku:

Obnovljivi viri energije

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:

Renewable energy

Mentor: **izr. prof. dr. Željko Vukelič**

Diplomsko delo mora biti izdelano v skladu z Diplomskim redom FVO.

Pouk o pravnem sredstvu: zoper ta sklep je dovoljena pritožba na Senat FVO v roku 8 delovnih dni od prejema sklepa.



Prof. dr. Boštjan Pokorný
dekan



Fakulteta za varstvo okolja
Trg mladosti 7 | 3320 Velenje
t: 03 898 64 10 | e: info@fvo.si
www.fvo.si



Izjava o avtorstvu

Podpisana **Mina Disić**, z vpisno številko **34200022**, študentka dodiplomskega študijskega programa Varstvo okolja in ekotehnologije, sem avtorica diplomskega dela z naslovom:

Obnovljivi viri energije,

ki sem ga izdelala pod mentorstvom **izr. prof. dr. Željka Vukeliča**.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo moje avtorsko delo, torej rezultat mojega lastnega raziskovalnega dela;
- da oddano delo ni bilo predloženo za pridobitev drugih strokovnih nazivov v Sloveniji ali tujini;
- da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana v skladu z navodili FVO;
- da so vsa dela in mnenja drugih avtorjev navedena v seznamu virov, ki je sestavni element predloženega dela in je zapisan v skladu z navodili FVO;
- se zavedam, da je plagiatorstvo kaznivo dejanje;
- se zavedam posledic, ki jih dokazano plagiatorstvo lahko predstavlja za predloženo delo in moj status na FVO;
- je diplomsko delo jezikovno korektno in da je delo lektorirala Polonca Glojek, prof. slovenščine;
- da dovoljujem objavo diplomskega dela v elektronski obliki na spletni strani FVO;
- da sta tiskana in elektronska verzija oddanega dela identični.

V Velenju, dne _____

Podpis avtorice _____

ZAHVALA

Želim izraziti iskreno hvaležnost vsem, ki so mi nudili podporo in pomoč pri pripravi te diplomske naloge. Predvsem se zahvaljujem svojemu mentorju prof. dr. Željku Vukeliču, za potrpežljivost, strokovne nasvete in spodbudo skozi celoten process.

Hvala tudi moji družini in prijateljem za nesebično podporo, razumevanje in spodbudo, brez katerih bi bila priprava te naloge bistveno težja.

Nazadnje se zahvaljujem vsem profesorjem na Fakulteti za varstvo okolja, ki so s svojim znanjem in izkušnjami prispevali k mojemu akademskemu razvoju.

IZVLEČEK

V diplomskem delu smo želeli pokazati, da so naravni viri energije pomemben sestavni del bodočega energetskega sistema, saj zmanjšujejo emisije toplogrednih plinov in odvisnost od fosilnih goriv ter s tem ne onesnažujejo okolja. Predstavljamo pomen obnovljivih virov energije v energetskega prehodu Slovenije, s poudarkom na doseganju ciljev Nacionalnega energetskega in podnebne načrta, ki vodi do podnebne nevtralnosti do leta 2050.

Sončna energija, geotermalna energija, hidroenergija, biomasa in energija oceanov predstavljajo vire, ki so naravni in jih ni mogoče izčrpati, kot je to v primeru fosilnih goriv. Večina proizvedene energije prihaja iz neobnovljivih virov, kot so jedrska in fosilna goriva, vendar zaradi njihove porabe, tj. zaradi izčrpavanja zalog, predvsem pa vpliva na okolje, se moramo v čim večji meri preusmeriti na obnovljive vire energije. Čeprav prehod na obnovljive vire ni enostaven, ker zahteva veliko vlaganja v tehnologijo, mora biti družba na ta prehod pripravljena.

Ključne besede: energija, obnovljivi viri energije, energija sonca, energija vode, geotermalna energija, energija oceanov, biomasa

ABSTRACT

In my diploma thesis, I wanted to show that renewable energy sources represent an important component of the future energy system, as they reduce greenhouse gas emissions and dependence on fossil fuels, and thus do not pollute the environment. And mention the role of renewable energy sources in Slovenia's energy transition, with an emphasis on achieving the goals of the National Energy and Climate Plan, which leads to climate neutrality by the summer of 2050.

Solar energy, geothermal energy, hydropower, biomass and ocean energy use resources that are natural and cannot be exhausted, as is the case with fossil fuels. Most of the energy produced comes from non-renewable sources, such as nuclear and fossil fuels, but due to their consumption, i.e. due to the depletion of reserves, and above all, their impact on the environment, we must switch to renewable energy sources as much as possible. And if the transition to renewable sources is not easy, because it requires a lot of investment in technology, society must be prepared for this transition.

Keywords: energy, renewable energy sources, solar energy, water energy, geothermal energy, ocean energy, biomass

KAZALO VSEBINE

1.	UVOD	1
1.2	Težave z energijo	2
1.3	Cilj diplomskega dela.....	4
1.4	Hipoteza	5
2	OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE	5
3	ENERGIJA SONCA.....	7
3.1	Pasivna tehnika	7
3.2	Sončni kolektorji	8
3.3	Fotonapetostne celice	9
3.4	Fokusiranje sončne energije.....	10
4.	Geotermalna energija.....	11
5.	Energija vode	14
6.	Energija oceanov	18
6.1	Energija valov.....	18
6.2	Energija plimovanja	19
7.	Energija vetra.....	20
8.	Biomasa	23
8.1	Biogorivo	25
9.	Zastopanost obnovljivih virov energije v Sloveniji	26
9.1	Sončna elektrarna v Sloveniji	27
9.2	Geotermalna energija v Sloveniji	27
9.3	Hidroenergija v Sloveniji	28
9.4	Vetrtice v Sloveniji	30
9.5	Biomasa v Sloveniji	31
10.	Nacionalni energetske in podnebni načrt Slovenije.....	32
11.	Zaključek.....	34
12.	Summary.....	35
13.	Viri.....	37

Kazalo slik

Slika 1: Sončni kolektorji (Eso inženiring, 2014 https://eso-inzeniring.si/prodajni_program/ogrevanje_na_drva/soncni_kolektorji/)

Slika 2: Zgradba in delovanje fotonapetostnih celic (Topsol d.o.o. https://topsol.si/soncne_elektrarne/zgradba_in_delovanje_soncne_elektrarne/)

Slika 3a: "Power Tower"(<https://climatekids.nasa.gov/concentrating-solar/>)

Slika 3b: Dish (<https://www.e-education.psu.edu/eme812/node/648>)

Slika 4: Zgradba Zemlje (<https://si.izzi.digital/DOS/390904/391048.html>)

Slika 5: Pridobivanje električne energije (<https://www.energygroove.net/technologies/geothermal-energy/>)

Slika 6: Shema hidroelektrarne (<https://eucbeniki.sio.si/nar6/1215/index4.html>)

Slika 7: Shema enosmerne izvedbe (<https://www2.arnes.si/~rmurko2/PLIMOVANJE.htm>)

Slika 8: Vetrnica (<https://www.instalater.si/prispevek/458/vetrna-moc>)

Slika 9: Tovarna za proizvodnje lesnega plina (<https://sr.wikipedia.org/wiki/Biomasa>)

Slika 10: Bioplinsko postrojenje (<https://www.enerkon.hr/postrojenje-na-biopljin-pisarovina-1200-kwel/>)

Slika 11: Sončna elektrarna (<https://www.energetika-portal.si/nc/novica/n/otvoritev-najvecje-soncne-elektrarne-v-sloveniji/>)

Slika 12: Izgradnja geotermalne elektrarne v Lendavi(<https://www.24ur.com/novice/slovenija/v-lendavi-bo-zrasla-prva-geotermicna-elektrarna.html>)

Slika 13: Hidroelektrarna Krško (<https://www.he-ss.si/he-krsko-splosno.html>)

Slika 14: Hidroelektrarna Boštanj (<https://www.he-ss.si/he-krsko-splosno.html>)

Slika 15: Hidroelektrarna Zlatoličje (<https://www.lokalec.si/hidroelektrarna-zlatolicje-obelezila-50-oblentico/>)

Kazalo tabel

Tabela 1: Prednosti in slabosti hidroelektrarn

Tabela 2: Prednosti in slabosti biomase

1. UVOD

Energija je sposobnost za opravljanje dela, to je lastnost, ki jo je treba prenesti na predmet, da bi lahko opravljal delo oz. se segreval. Energije ni mogoče niti ustvariti niti uničiti, temveč ji le spremeniti obliko [1]. Potencialna, kinetična, toplotna, električna, kemična in jedrska energija so osnovne oblike energije, s katerimi lahko razložimo vse znane naravne procese.

Kar običajno imenujemo proizvodnja neke oblike energije, je pravzaprav [2]:

- pridobivanje primarne, naravne oblike energije (npr. proizvodnja premoga: vemo, da je to pravzaprav pridobivanje premoga, ki je bil proizveden že davno) oz.
- preoblikovanje, pretvorba ene oblike energije v drugo, za kar je izraz proizvodnja energije primernejši.

Vire energije lahko razdelimo na neobnovljive in obnovljive. Med neobnovljive vire spadajo fosilna in jedrska goriva.

Naravne obnovljive oblike energije se sčasoma ne morejo iztrošiti, ker se nenehno obnavljajo, čeprav je možno v celoti izkoristiti potencial nekaterih njihovih naravnih oblik. Potencial naravnih obnovljivih oblik energije se skozi čas spreminja, kar pomeni, da je moč teh virov energije odvisna od časa in ni konstantna [3]. Te spremembe so lahko zelo hitre (energija vetra), hitre (energija plimovanja), počasne (energija vode) in zelo počasne (toplota morja).

Energija iz obnovljivih virov je energija iz nefosilnih virov: vetra, sončnega sevanja, aerotermalne, geotermalne, hidrotermalne in oceanske energije, hidroenergije, biomase, deponijskega plina (plin iz odlagališč odpadkov), kanalizacijskega plina in bioplina.

Takšni viri vključujejo:

1. aerotermalno energijo, tj. toplota, ki jo vsebuje zunanji zrak;
2. geotermalno energijo, tj. toplota, ki se nahaja pod površino trdnih tal;
3. hidrotermalno energijo, tj. je toplota površinske vode;
4. energijo oceanov, ki je energija v obliki površinskega morskega valovanja, morskih tokov, morskih sprememb (plime in oseke), toplotno energijo na osnovi temperaturnih gradientov in energijo na osnovi osmoze vode različnih slanosti;
5. biomaso, ki je sestavljena iz biološko razgradljivih frakcij proizvodov, gozdov in bioloških ostankov kmetijske proizvodnje (vključno z rastlinskimi in živalskimi snovmi), gozdarstva in sorodnih industrij, vključno z ribištvom in ribogojstvom, ter biološko razgradljivih frakcij industrijskih in komunalnih odpadkov;
6. tekoče biološko gorivo, ki je tekoče gorivo za energetske namene, razen za promet, tudi za elektriko ter ogrevanje in hlajenje, proizvedeno iz biomase;
7. biogorivo, ki je tekoče ali plinasto gorivo za promet, proizvedeno iz biomase (bioalkohol/bioetanol, biodizel, bioplin);
8. bioplin, tj. plinasto gorivo, ki nastane z anaerobno razgradnjo ali fermentacijo organskih snovi;

18 % celotne svetovne energije je pridobljene iz obnovljivih virov energije, večina pa je pridobljena s tradicionalno uporabo biomase za ogrevanje – od 13 od 18 %. Dodatne 3 % energije pridobimo iz velikih hidroelektrarn. Tradicionalni obnovljivi viri energije sestavljajo t.i. nove vire energije, ki proizvedejo le 2,4 % celotne svetovne energije, in sicer je 1,3 % porabimo za naprave za

ogrevanje vode, 0,8 % za proizvodnjo električne energije in 0,3 % za biogoriva. Ta delež bi morali v prihodnje še bistveno povečati, saj je neobnovljivih virov energije vedno manj, njihov škodljiv vpliv pa je v zadnjih letih vse bolj izrazit. Sonce oskrbuje Zemljo s 15-tisočkrat več energije, kot jo je človeštvo sposobno porabiti na trenutni stopnji, a kljub temu nekateri prebivalci sveta nimajo na voljo energije za ogrevanje [4].

Naravne oblike, ki se ne obnavljajo, so neobnovljivi viri energije, torej tisti viri, katerih uporaba nepovratno zmanjša razpoložljive zaloge na Zemlji.

Neobnovljivi viri energije so : jedrska energija, premog, nafta in zemeljski plin. Samo ime fosilna goriva govori o njihovem nastanku, saj so se pred mnogimi milijoni let ostanki rastlin in živali začeli usedati na dno oceana ali na tla. Sčasoma je te ostanke prekrila plast blata, mulja in peska. V teh razmerah so se razvile visoke temperature in visoki pritiski, to pa so idealni pogoji za pretvorbo ostankov rastlin in živali v fosilna goriva.

Človek je s svojo sebičnostjo, malomarnostjo in željo po čim večjem dobičku zavestno ogrožal sebe in okolje, kljub temu pa je zavest o varovanju zdravja in okolja ter trajnostnem razvoju vedno izrazitejša. V tem smislu se vedno bolj uporabljajo obnovljivi viri energije, kar prispeva k zmanjševanju onesnaževanja in stabilizaciji podnebja ter povečuje zanesljivost oskrbe z energijo ob varčevanju s fosilnimi gorivi, ki izginjajo. Poleg tega se na tem področju razvijajo nove tehnologije, povečujejo se investicije in odpirajo nova delovna mesta.

Slovenska energetska politika je usmerjena v zmanjšanje odvisnosti od fosilnih goriv in povečanje deleža obnovljivih virov energije v skupni porabi. V skladu z Nacionalnim energetskim in podnebnim načrtom (NEPN) si država postavlja jasne cilje na področju energetskega prehoda, vključno z doseganjem podnebne nevtralnosti do leta 2050. Obnovljivi viri energije, kot so sončna, vetrna, hidroenergija in biomasa, so ključni del tega procesa, saj omogočajo zmanjšanje emisij toplogrednih plinov [5].

Slovenija je decembra 2024 sprejela posodobljen NEPN s ciljem zmanjšanja emisij za vsaj 55 % do leta 2033 v primerjavi z letom 2005. Načrt predvideva povečanje energetske samozadostnosti in znaten prehod na obnovljive vire energije.

1.2 Težave z energijo

Energija je glavno gonilo tehnološkega razvoja. Zaradi industrializacije in rasti prebivalstva se potreba po energiji iz leta v leto povečuje. V začetku tega stoletja imajo obnovljivi viri energije vse pomembnejšo vlogo v svetovni proizvodnji energije, škodljiv vpliv velike rabe fosilnih goriv na okolje pa je vse bolj očiten [6].

V zadnjih sto letih je uporaba energije iz fosilnih goriv vplivala na ozračje in spremenila podnebne razmere. K temu je treba prišteti tudi posledice, ki jih povzročajo nenehno onesnaževanje zraka, vode in zemlje z odpadnimi materiali, zavrženimi v procesu vse večje urbanizacije in industrializacije.

Neobnovljivih virov energije ni mogoče vedno znova uporabljati in jih je vedno manj, poraba pa narašča. Pospešeno izčrpavanje neobnovljivih virov energije in zaostrovanje energetskih problemov v svetu sta povzročila, da se vedno več pozornosti namenja obnovljivim virom energije,

zato se je treba preusmeriti k uporabi alternativnih virov energije, kot so sončna energija, vodna energija, biomasa itd.

Termoelektrarne kot gorivo uporabljajo nafto, premog ali zemeljski plin. Pri nepopolnem zgorevanju goriva v motorjih z notranjim izgorevanjem se sproščajo strupeni ogljikov monoksid, dušikovi oksidi (ki so glavna sestavina mestnega smoga) in različni ogljikovodiki. Pri izgorevanju nastaja tudi ogljikov dioksid, ki je toplogredni plin. Že samo pridobivanje, transport in skladiščenje nafte onesnažuje okolje. Enako je s premogom. Poleg problemov, povezanih z onesnaževanjem okolja, obstaja tudi problem ustvarjanja ekonomske odvisnosti; veliko držav na svetu namreč ne more proizvesti dovolj nafte, da bi zadovoljile povpraševanje, ampak jo uvažajo iz držav, bogatih s to surovino [7].

Spodbujanje rabe obnovljivih virov energije je strateški cilj Evropske unije (EU), saj je v skladu s strategijo trajnostnega razvoja in omogoča doseganje ciljev Kjotskega protokola glede zmanjševanja izpustov toplogrednih plinov in varovanja okolja. 27. septembra 2001 je bil sprejet dokument evropske energetske zakonodaje – Direktiva 2001/77/ES Evropskega parlamenta in Sveta o spodbujanju rabe električne energije iz obnovljivih virov energije na notranjem trgu z električno energijo [8].

Namen te direktive je:

- zmanjšanje odvisnosti od uvoženih energentov in s tem povečanje zanesljivosti oskrbe, varstvo okolja,
- možnost doseganja regionalnega razvoja in s tem povečanja zaposlenosti z ustvarjanjem novih delovnih mest.

V Bruslju je bil dosežen dogovor o krepitvi cilja zmanjšanja izpustov toplogrednih plinov za 55 % do leta 2030, čemur sledi doseganje uravnotežene podnebne nevtralnosti do leta 2050. Največji izziv je v prometnem sektorju. Cilj Slovenije je do leta 2050 doseči neto ničelne emisije toplogrednih plinov, tako da bi emisije toplogrednih plinov zmanjšali od 80 do 90 % glede na leto 2005.

Obeti za izrabo obnovljivih virov energije na ravni države so zelo različni. To je posledica zalog energetskih virov, projekcije povpraševanja po energiji, trenutnega deleža obnovljivih virov energije in drugih dejavnikov. Izboljšanje energetske intenzivnosti bo posledica uvedbe ukrepov za energetske učinkovitost (vključno z elektrifikacijo) in prihrankov energije zaradi učinkovitejših tehnologij obnovljivih virov energije [9].

Težava pri obnovljivih virih energije je, da vključujejo visoke začetne stroške. Stroški same energije, bodisi vetrne, sončne ali vodne, so na splošno nizki, velika večina dolgoročnih stroškov iz teh virov pa nastane v začetni fazi. Kadar pa mora država zmanjšati uporabo neobnovljivih virov energije, mora zagotoviti velike naložbe v infrastrukturo za proizvodnjo in prenos energije. Ti stroški lahko znašajo več milijard evrov [10].

Tehnologije obnovljivih virov energije nudijo pomembne prednosti v primerjavi s tistimi iz konvencionalnih virov energije. Obnovljivih virov energije je v izobilju; na pretežnem delu svetu energija sonca doseže zemeljsko površje s 1000-krat več energije, kot jo danes sprostijo vsa porabljena fosilna goriva. Podobno kot fosilna goriva tudi obnovljivi viri energije niso enakomerno porazdeljeni po svetu, vendar ima vsaka regija nekaj obnovljivih virov energije. Ker se različni obnovljivi viri energije dopolnjujejo, lahko skupaj znatno prispevajo k energetski varnosti in regionalnemu razvoju v vseh državah sveta [11].

Nekateri razlogi, zakaj je razvoj rabe obnovljivih virov energije pomemben, so^[12]:

- zmanjšanje stroškov energije in povečanje življenjskega standarda,
- zmanjšanje emisij ogljikovega dioksida CO₂ v ozračje in zmanjšanje onesnaženosti,
- zmanjšanje uporabe fosilnih goriv,
- povečanje obnovljivih virov povečuje energetska vzdržnost sistema in zmanjšuje odvisnost od uvoza energentov in električne energije,
- vpliv na energetska vzdržnost okolja in urbanih naselij.

Druga prednost pri uporabi obnovljivih virov energije se kaže v spodbujanju gospodarskega razvoja, in sicer razvoja energetike in vseh s tem povezanih dejavnosti, povezanih s to panogo. Obnovljivi viri imajo pomemben multiplikacijski učinek na tiste države, katerih industrija je sposobna proizvajati energetske stroje in opremo na podlagi tehnoloških inovacij, zlasti pri v njihovem načrtovanju in izdelavi ^[13].

Izraba fosilnih goriv doprinese približno 74 % vseh emisij CO₂ ^[14,15].

Večino svetovnih potreb po energiji pokrivajo neobnovljivi viri energije, predvsem premog, nafta, zemeljski plin in jedrska energija. Zaradi sproščanja znatnih količin ogljikovega dioksida (CO₂) in onesnaževanja okolja s fosilnimi gorivi so tudi izjemno škodljivi za okolje. Zaradi različnih razlogov so fosilna goriva še vedno glavni vir energije v večini držav. Gre za dolgo uveljavljene tradicionalne vire energije, kar je eden glavnih vzrokov, pa tudi pomanjkanje tehnološke podpore sektorja za obnovljive vire energije. Obnovljivi viri energije lahko dosežejo svoj polni potencial, za razliko od neobnovljivih virov energije, ki bodo sčasoma izčrpani.

V nasprotju s fosilnimi gorivi razpoložljivost večine obnovljivih virov energije niha. Popolnoma obnovljiva oskrba z energijo ne sme samo pretvoriti obnovljivih virov energije v uporabne vrste energije, kot sta električna energija ali toplota, ampak mora tudi zagotoviti njihovo razpoložljivost. To je mogoče doseči z velikimi sistemi za shranjevanje energije, globalnim transportom energije ali prilagajanjem povpraševanja razpoložljivi energiji. Obnovljivi viri energije z jedrsko energijo lahko dolgoročno pokrijejo naše potrebe po energiji; odprti vprašanji sta, kolikšen delež bodo različni obnovljivi viri energije potrebovali za optimalno mešanico in kdaj bodo zagotovili celotno povpraševanje po energiji. V smislu globalnega segrevanja je preoblikovanje naše oskrbe z energijo najpomembnejši izziv 21. stoletja ^[16].

1.3 Cilj diplomskega dela

V diplomskem delu bom navedla osnovna dejstva o energiji, nato pa opisala lastnosti vseh obnovljivih virov energije in najpogostejše načine njihove uporabe ter njihove prednosti in slabosti. Zato je cilj diplomske naloge podati osnovne podatke o tehnologijah obnovljivih in alternativnih virov energije. Predmet raziskave je poudariti pomen obnovljivih virov energije v vsakdanjem življenju, katerih energija je skoraj neizčrpna in jo je mogoče izrabiti na različne načine. V prvi vrsti govorimo o pridobivanju električne energije iz tovrstnih virov. Obnovljivi viri energije, med katerimi so nekateri precej novi, nekateri pa že dolgo v uporabi, so fotovoltaični sistemi, toplotni kolektorji, vetrni potencial, vodni potencial, geotermalni potencial, biomasa, gorivne celice itd. Nekateri od teh virov omogočajo dobičkonosno proizvodnjo električne ali toplotne energije, nekateri pa so v fazi razvoja, zato je njihova komercialna uporaba še vprašljiva. Obravnavane bodo tehnologije in sistemski vidiki proizvodnje električne energije iz sončne, hidroelektrarne, geotermalnih virov ter vetrne energije in biomase.

1.4 Hipoteza

Hipoteza 1: Večja uporaba obnovljivih virov energije lahko bistveno zmanjša odvisnost od fosilnih goriv, ki bo v skladu s cilji nacionalnega energetskega in podnebnega načrta Slovenije.

2 OBNOVLJIVI VIRI ENERGIJE

Obnovljivi viri energije (OVE) so viri, ki jih najdemo v naravi in jih v celoti ali delno obnavljamo, predvsem energija vodotokov, vetra, neakumulirane sončne energije, biomase, geotermalne energije, biogoriv, bioplina in sintetičnega plina [17]. Za razliko od neobnovljivih virov energije, ki so nastali v več deset milijonov let trajajočem procesu in se izčrpajo zelo hitro, torej v nekaj desetih ali stotih letih, se obnovljivi viri energije stalno ali ciklično obnavljajo in porabljajo s presledkom.

Vsa energija na Zemlji izvira iz treh osnovnih virov: energija Sonca, energija Zemlje in energija gravitacije [18].

Energija Sonca je posledica jedrskih reakcij v njegovem središču. Večino sončne energije pridobivamo posredno s fotosintezo, izhlapevanjem vode ter pretokom vode in zraka. Fotosinteza je proces, s katerim rastline pretvarjajo sončno energijo v kemično energijo. Ta zagotavlja hrano za ljudi in živali ter energijo iz lesa, biomase in fosilnih goriv. Izhlapevanje vode povzroči kroženje vode v naravi, ki daje kinetično energijo vodotokom. Pretok vode in zraka je posledica neenakomernega segrevanja in različnih temperatur. Ta zagotavlja kinetično energijo vetra in morskih tokov ter valov. Manjši del sončne energije se porabi neposredno za proizvodnjo energije [18].

Tudi zemeljska energija (geotermalna energija) izvira iz jedrskih reakcij. Možne uporabe geotermalne energije so povezane s temperaturnim gradientom, ker se toplotna energija lahko uporablja le, če obstaja razlika v temperaturi [18].

Gravitacijska energija je posledica gravitacijske sile med Soncem, Luno in Zemljo, ki vpliva na nivo vode v morju. Posledica so morske spremembe – plimovanje, ki prenaša kinetično energijo [18].

Na splošno lahko pri pretvarjanju energije definiramo naslednje oblike energije [18]:

1. primarna (naravna) energija (v naravnem stanju)
2. sekundarna (transformacijska) energija (pripravljena za uporabnika s tehničnimi postopki)
3. končna energija (uporabniško transformirana energija)
4. uporabna energija (energija, ki jo porabi uporabnik)

Naravno (primarno) energijo delimo na neobnovljive in obnovljive oblike energije. Med neobnovljive oblike spadajo fosilna goriva (premog, nafta in zemeljski plin) in jedrska goriva. Obnovljive oblike so biomasa in bioplin, vodna energija (vodni tokovi, morski tokovi in valovi, plimovanje), sončno sevanje, veter, in kot že omenjeno, notranja toplota Zemlje (geotermalna energija) [18]. Prednosti neobnovljivih oblik (virov) energije so konstantnost (za razliko od, npr. vetra in sonca), boljša možnost shranjevanja, transporta in prilagajanja potrebam v naravni obliki, predelava in uporaba ter pogon in vzdrževanje (glede na inštalirano moč), predvsem pa večje tehnične možnosti in boljša ekonomska upravičenost uporabe. Zaradi teh razlogov se danes bolj uporabljajo neobnovljivi viri energije.

Pretvorbene (sekundarne) oblike energije nastanejo s transformacijami (pretvorbami) naravnih oblik energije. Možne preobrazbe so [19]:

- naravne oblike energije v primernejše (uplinjanje, destilacija),
- kemična do toplotna energija (gorenje),
- jedrska do toplotna energija (fisija in fuzija),
- toplotna do mehanska energija (parne in plinske turbine),
- potencialna energija vode v mehansko energijo (vodne turbine),
- mehansko v električno energijo (generatorji),
- električna v mehansko in potencialno energijo vode (elektromotorji in vodne črpalke),
- sončna energija direktno v elektriko (fotovoltaične celice),
- kinetične v mehansko energijo (vetrne turbine).

Koristne oblike energije so tiste, ki jih človeštvo potrebuje. To so predvsem štiri oblike energije [19]: toplotna, mehanska, svetlobna in kemična energija. Včasih je potrebnih več oblik energije hkrati.

Navedeni obnovljivi viri energije v NEPN 2024, imajo praktično vlogo pri energetskega prehodu Slovenije. NEPN iz leta 2024 poudarja, da je za doseg cilja podnebne nevtralnosti do leta 2050 treba sistematično širiti zmogljivosti OVE, zlasti v segmentih sončne in vetrne energije ter biomase in geotermalne energije.

3 ENERGIJA SONCA

Sonce je nam najbližja zvezda in posredno ali neposredno vir skoraj vse razpoložljive energije na Zemlji. Energija sonca izvira iz jedrskih reakcij v njegovem središču. Gre za fuzijo, pri kateri pri zlitju vodikovih atomov nastane helij, pri čemer se sprosti velika količina energije. Ima obliko velike žareče krogle, ki je sestavljena iz mešanice plinov, njegova kemična sestava pa vsebuje predvsem vodik in helij, ostali elementi pa so kisik, ogljik, železo, neon, dušik, silicij, magnezij in žveplo. Bistveno za razumevanje pomena Sonca za življenje na Zemlji je, da energija s Sonca prihaja na Zemljo v obliki sončnega sevanja [19].

V optimalnih pogojih lahko na površini Zemlje pridobimo približno 1 kW/m² osončenosti, dejanska vrednost pa je odvisna od lokacije, letnega časa, ure v dnevu, vremenskih razmer itd [7].

Osnovna načela neposredne rabe sončne energije so [18]:

- pasivne tehnike
- sončni kolektorji (pretvorba sončne energije v toplotno)
- fotonapetostne celice (neposredna pretvorba sončne energije v električno)
- fokusiranje sončne energije (za uporabo v velikih elektrarnah)

Merjenje sončnega sevanja vključuje kratkovalovno sevanje, ki prehaja skozi ozračje kot direktno, ali razpršeno sevanje ter dolgovalovno sevanje Zemlje in atmosfere. Za praktično uporabo energije sončnega sevanja so pomembne meritve celotnega difuznega in direktnega sevanja vodoravne površine. Najpogostejši način za merjenje trajanja sončne svetlobe je uporaba za oceno obsevanosti brez meritev sončnega sevanja. Po prehodu skozi ozračje se sončno sevanje sreča s tlemi ali vodno površino (morje, jezera, reke). Odvisno od lastnosti podlage se večji ali manjši del sevanja odbije. Možni so trije refleksijski procesi: zrcalni odboj na ravnih površinah (v naravi na mirnih vodah); difuzni odboj, ki je sestavljen iz večkratnih zrcalnih odbojev (če je površinska hrapavost večja); volumetrični odboj se pojavi, ko sevanje prodre skozi površino in se od nje odbije (različne plasti pod površjem). Celoten odboj je vsota teh treh odbojev [7].

3.1 Pasivna tehnika

Izraz pasivne tehnike pomeni, da ni potrebna električna energija, procesi pa temeljijo na spontanih naravnih procesih, kar pomeni, da je ta tehnologija 100 % ekološka in izpopolnjena od prvih naselij človeka do danes. Sistem ogrevanja pasivne hiše uporablja toploto elementov hiše, velikih oken, obrnjenih na jug, tal in sten, ki podnevi absorbirajo toploto in jo ponoči oddajajo.

Osnovne zahteve pasivne solarne arhitekture so velika južna površina stavbe za sprejem sončnega sevanja, konstrukcija z visoko toplotno kapaciteto, dobra izolacija na oknih in vratih ter izogibanje senčenju stavbe.

3.2 Sončni kolektorji

Sončni kolektorji absorbirajo sončno energijo in z njo segrevajo vodo ali zrak, ki nato prenaša toploto. Namesto da bi t. i. sanitarno vodo, ki se uporablja za prhanje in umivanje, ogrevali z električnimi grelci, lahko to počne sistem, ki temelji na zbiranju sončne energije in je popolnoma neodvisen od elektrike iz električnega omrežja.

Solarni sistemi varčujejo z energijo in s tem prispevajo k varovanju okolja. Za gradnjo kolektorjev so primerni materiali, ki imajo lastnosti črnega telesa (popolnoma absorbirajo sončno energijo). Montiramo jih lahko na streho (kot strešna kritina), fasado ali nosilno konstrukcijo. Stopnja koristnega učinka pri pretvarjanju sončne energije v toploto je od 60 do 70 %. Aktivni sistem ogrevanja prostorov je sestavljen iz kolektorjev, ki absorbirajo in zbirajo sončno toploto (slika 1), in vsebuje električne ventilatorje ali črpalke, ki prenašajo toploto.



Slika 1: Sončni kolektorji (Eso inženiring, 2014 https://eso-inzeniring.si/prodajni_program/ogrevanje_na_drva/soncni_kolektorji/)

Sončne toplotne kolektorje lahko glede na temperaturo, pri kateri učinkovito segrevajo vodo, delimo na nizkotemperaturne, srednjetemperaturne in visokotemperaturne kolektorje. Nizkotemperaturni kolektorji so brez pokrova in niso izolirani. Srednjetemperaturni kolektorji so izolirani in imajo steklen pokrov, ki prepušča sončno sevanje, medtem ko zadržuje infrardeče sevanje v nasprotni smeri. Visokotemperaturni kolektorji so tisti, ki koncentrirajo sončno sevanje ali v katerih je voda v vakuumiranih ceveh [19].

3.3 Fotonapetostne celice

Fotonapetostne celice se uporabljajo za direktno pretvorbo sončne energije v električno. Delujejo po principu fotoelektričnega učinka.

Za izdelavo fotovoltaičnih celic se uporabljajo polprevodniški materiali: silicij (monokristalni, polikristalni, amorfni), germanij, galijev arzenid, kadmijev telurid in drugi [18].

Zelo tanke plošče silicijevih kristalov s primesjo arzena, izpostavljene sončnemu sevanju, se obnašajo kot polprevodniška spojina. Svetlobni delci, fotoni, izbijajo elektrone iz atomov silicija, posledično se na eni strani polprevodniškega spoja ustvari presežek negativnega naboja, na drugi strani pa presežek pozitivnega naboja, zaradi česar teče tok. Z električnim povezovanjem celic nastajajo med proizvodnjo fotonapetostni moduli standardnih karakteristik, iz katerih je mogoče enostavno zgraditi majhne, zanesljive in popolnoma neodvisne energetske sisteme ter jih po potrebi nadgrajevati (slika 2) [7].

Fotovoltaične celice se lahko uporabljajo kot samostojni viri energije ali kot dodatni vir energije. Kot samostojni vir energije se uporablja, npr. v satelitih, prometnih znakih, kalkulatorjih in oddaljenih objektih, ki zahtevajo dolgotrajen vir energije. V vesolju je moč sončnega sevanja veliko večja, saj zemeljska atmosfera absorbira velik del sevanja, zato je pridobljena energija večja. Kot dodatni vir energije so lahko fotovoltaične celice, npr. za priklop na elektroenergetsko omrežje, a je za zdaj nerentabilen [4].



Slika 2: Zgradba in delovanje fotonapetostnih celic (Topsol d.o.o.
https://topsol.si/soncne_elektrarne/zgradba_in_delovanje_soncne_elektrarne/)

1. SOLARNI MODULI – zbirajo sončno energijo in jo pretvorijo v električni tok.
2. RAZSMERNIK – pretvarja DC-tok v AC-tok, ki ga lahko potem uporabljamo za pogon naprav v našem domu.
3. ELEKTRIČNA OMARICA – krmili vsa vezja v našem domu.
4. AC OBREMENITVE – ko solarni modul enkrat pretvori sončno energijo v električni tok, ki je bil pretvorjen iz enosmernega toka (DC) v izmenični tok (AC), se lahko uporablja za pogon naprav v našem domu.
5. ŠTEVEC
6. JAVNO OMREŽJE [20]

Glavne prednosti fotovoltaičnih sistemov so neposrednost pretvorbe, modularnost ter enostavna uporaba in vzdrževanje. Zaradi neposredne pretvorbe sončne energije v električno energijo niso potrebni veliki mehanski generatorski sistemi. Modularnost pomeni, da je mogoče hitro namestiti nove module, če je treba povečati moč [18]. Uporaba in vzdrževanje fotovoltaičnih sistemov je preprosto, saj ni gibljivih delov in koncentracija sevanja ni potrebna, saj sončne celice uporabljajo tako direktno kot razpršeno sončno sevanje.

3.4 Fokusiranje sončne energije

Fokusiranje sončne energije se uporablja za napajanje velikih generatorjev. Ostrenje se doseže z uporabo več leč ali, pogosteje, ogledal. Takšni sistemi imajo lahko osrednji stolp, obdan z ogledali, ki odbijajo sončno sevanje in ga usmerjajo proti stolpu. "Power Tower" uporablja računalniško voden niz ogledal za fokusiranje sončne svetlobe na osrednji stolp, ki nato napaja glavni generator (slika 3a) [7]. Kadar ni dovolj sončne energije, lahko sistemi, ki fokusirajo sončno sevanje, zlahka preklopijo na zemeljski plin ali drug vir energije. To je možno zato, ker se za segrevanje tekočine uporablja Sonce, kadar pa Sonca ni, se tekočina segreva na drug način.



Slika 3a: Power tower (sončni stolp)

(<https://climatekids.nasa.gov/concentrating-solar/>)



Slika 3b: Dish (parabolični krožnik)

(<https://www.e-education.psu.edu/eme812/node/648>)

"Dish" (slika 3b) sistemi sledijo gibanju Sonca in tako fokusirajo sončno sevanje. Celoten toplotni motor in generator se nahajata v središču plošče s premerom 10 m. Obstaja tudi "Trough" sistem za fokusiranje sončnega sevanja, ki je lahko zelo učinkovit.

Težava pri fokusiranju je velik prostor, ki ga potrebuje elektrarna, vendar se to reši tako, da elektrarno zgradimo, npr. v puščavi, kjer je sončno obsevanje najbolj izrazito.

Raziskave in razvoj sončnih celic so usmerjeni predvsem v učinkovitejšo pretvorbo energije. Sončni kolektorji, ki se trenutno uporabljajo, so ekonomsko dostopni in stroškovno učinkoviti, vendar delujejo z največjim izkoristkom 40 %. Najpogostejši paneli imajo indeks učinkovitosti le

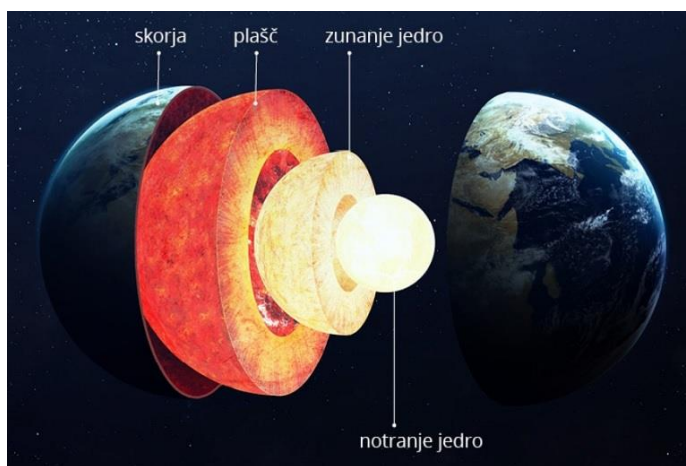
od 6 do 8 %. Cilj znanstvenikov in inženirjev je dvigniti raven učinkovitosti na 80 % [4]. Sončna energija, pridobljena s sedanjimi sončnimi kolektorji, prihaja izključno iz spektra vidne svetlobe, zaradi česar ostane velik del svetlobnega spektra neizkoriščen. Toda raziskave o dodajanju novih materialov (vanadija in titana) sončnim polprevodnikom bi lahko pomenile, da bodo solarni paneli v prihodnosti sposobni zajemati dele infrardečega spektra svetlobe in jih pretvarjati v elektriko. V vseh pogledih je prihodnost v sončni energiji.

4. Geotermalna energija

Toplota v Zemljini notranjosti je posledica nastanka planetov iz prahu in plinov pred več kot štirimi milijardami let, radioaktivni razpad elementov v kamninah pa to toploto nenehno regenerira, zaradi česar je geotermalna energija obnovljivi vir energije. Osnovni medij, ki prenaša toploto iz notranjosti na površje, je voda ali para, ta komponenta pa se obnavlja tako, da padavinska voda prodre globoko v razpoke in se nato segreje ter kroži nazaj na površje, kjer se pojavi v obliki gejzirjev in toplih vrelcev.

Zgradba Zemljine notranjosti je takšna, da temperatura glede na strukturo plasti naraste od 10 do 30 °C za vsak kilometer bližje jedru, kjer je temperatura v samem središču med 4000 in 6000 °C [7].

Skoraj konstantno temperaturo zemeljske skorje lahko v velikem obsegu uporabimo za posredno ogrevanje ali hlajenje stanovanjskih in poslovnih zgradb. Pozimi, ko so tla toplejša od stavb na površju, sistem toplotnih izmenjevalcev prenaša toploto tal po vodovodnih ceveh na stavbe, poleti, ko so tla hladnejša od površine, pa ravno nasprotno. Enak sistem služi tudi za ogrevanje in hlajenje.



Slika 4: Zgradba Zemlje (<https://si.izzi.digital/DOS/390904/391048.html>)

Ločimo štiri skupine geotermalnih virov energije [7]:

- hidrogeotermalna energija iz virov tople vode,
- hidrogeotermalna energija iz virov vodne pare,
- hidrogeotermalna energija tople vode v velikih globinah,
- petrotermalna energija (energija iz vročih in suhih kamnin).

Voda, ki se pojavlja v toplovodnih in parnih virih, je skozi prepustne plasti dosegla globlje plasti. Akumulira toploto vročih kamnin in tisto, ki prihaja iz večjih globin. Če voda pride na zemeljsko površje skozi vodnjake ali skozi zgornjo neprepustno plast kamnin, se pojavi v obliki vroče vrele vode ali v obliki pare (gejzirji). Ta para se uporablja za neposredno poganjanje turbinskih generatorjev. To je najenostavnejši in najstarejši princip, ki se še vedno uporablja, saj je daleč najcenejši princip pridobivanja električne energije iz geotermalnih virov.

V večjih globinah zemeljske skorje so velike gmote kamnin, ki vsebujejo znatne količine energije. Površinska voda ne more naravno prodreti v kamnine. Da bi izkoristili to energijo, je potrebno razbiti skale globoko pod površjem, da ustvarimo dovolj veliko površino za prenos toplote s kamnin na vodo. Napredni geotermalni sistemi se zmanjšajo na ustvarjanje umetnih geotermalnih rezervoarjev – vrtanje v te vroče kamnine pod zemljo, črpanje vode skoz nje in uporabo pare, ki se ustvari za poganjanje generatorjev na površju Zemlje. Vodo s površja bi skozi umetno ustvarjeno vrtino dovajali med razpokane skale, segreto vodo pa bi skozi drugo vrtino odvajali na površje [7].

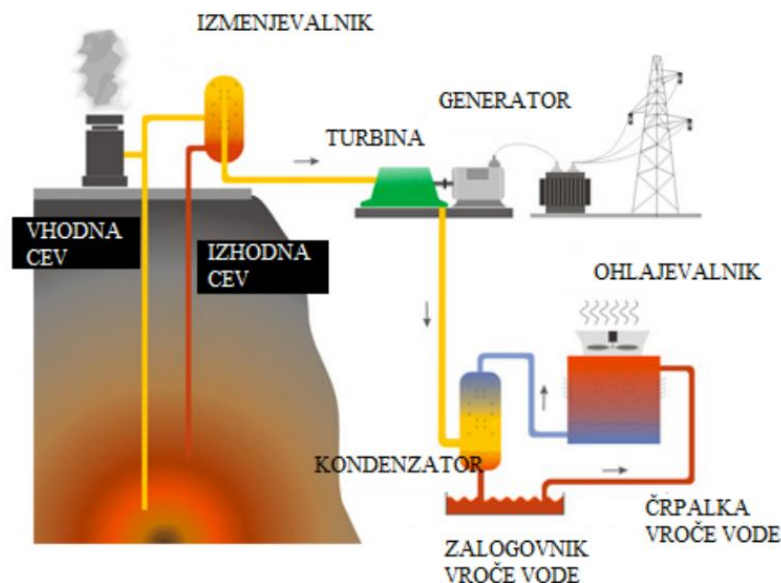
Vir vode v velikih globinah je iz prejšnjih geoloških obdobj, voda je prišla pod površje Zemlje in tam ostala ujeta pod neprepustnimi kamninami in je pod pritiskom, ki ustreza masi kamnin nad njim [7].

Geotermalno energijo lahko uporabljamo neposredno ali posredno.

Neposredna uporaba pomeni uporabo tople vode, ki izvira iz podzemlja. Uporablja se lahko na različne načine: v zdraviliščih, za ogrevanje hiš ali rastlinjakov, industrijske procese (npr. pasterizacija mleka).

Posredna uporaba geotermalne energije pomeni pridobivanje električne energije. Tu se princip delovanja ne razlikuje bistveno od običajnih termoelektrarn na premog ali kurilno olje – razlika je le v načinu proizvodnje pare. Glede na temperaturo vode (ali pare) pod zemljo je bilo razvitih več različnih tehnologij. Tu se za poganjanje generatorjev uporablja topla voda in para iz Zemlje, zato ne prihaja do izgorevanja fosilnih goriv in posledično tudi do izpustov škodljivih plinov v ozračje, sprošča se le vodna para.

Vroča voda in para iz globin Zemlje se lahko uporabljata za proizvodnjo električne energije. V tleh se izkopljejo luknje in cevi spustijo v vročo vodo. Skozi te cevi se na površje dviguje vroča voda ali para. Geotermalna elektrarna je kot vsaka druga termoelektrarna, le da para ne nastaja z zgorevanjem goriva, ampak se črpa iz zemlje. Nadaljnji proces s paro je enak kot v klasični termoelektrarni: para se dovaja v turbino, ki poganja rotor električnega generatorja. Po turbini gre para v kondenzator, kjer kondenzira, nastala voda pa se vrne v geotermalni vir (slika 5) [7].



Slika 5: Pridobivanje električne energije (<https://www.energygroove.net/technologies/geothermal-energy/>)

Danes se geotermalna energija v mnogih državah uporablja za:

- potrebe po zdravljenju in rekreaciji,
- potrebe po ogrevanju in topli vodi,
- proizvodnjo električne energije,
- kmetijske potrebe (ogrevanje rastlinjakov, ribnikov, tal),
- potrebe industrije.

Glavna prednost geotermalne energije je, da je čista in varna za okolje, način pridobivanja električne energije pa ne ustvarja okolju škodljivih emisij. Za razliko od hidroelektrarn geotermalni viri zavzamejo malo prostora. Prav tako so geotermalni viri zelo zanesljivi in niso odvisni od meteoroloških vplivov, najpomembneje pa je, da geotermalni viri zmanjšujejo vpliv učinka tople grede, to je izpust velikih količin ogljikovega dioksida v ozračje. Geotermalne elektrarne so zgrajene neposredno na območju, kjer se nahaja vir te oblike energije, in zagotavljajo hitro in učinkovito 24-urno oskrbo z električno in toplotno energijo.

Ena izmed slabosti geotermalne energije je njena nizka razširjenost zaradi majhnega števila lokacij, primernih za izkoriščanje geotermalne energije in gradnjo geotermalnih elektrarn. Geotermalne energije ni mogoče prenašati, zato jo je mogoče uporabiti le za oskrbo bližnjih krajev s toploto in elektriko. Eden od glavnih problemov je sproščanje materialov in škodljivih plinov globoko v zemlji, kot je vodikov sulfid, ki je zelo jedek in ga je zelo težko odstraniti [4].

5. Energija vode

Vodna energija (hidroenergija) je najpomembnejši obnovljivi vir energije in tudi edini, ki je ekonomsko konkurenčen fosilnim gorivom in jedrski energiji.

Sončna energija, ki doseže zemeljsko površje, povzroči izhlapevanje vode (morij, jezer in rek), zemlje in rastlin. V obliki vodne pare se voda dvigne do določenih višin, kjer nastanejo oblaki. Vodna para kondenzira in pade na Zemljo v obliki padavin.

Izraz energija vodnega toka ali preprosteje hidroenergija zajema vse možnosti pridobivanja energije iz gibanja vode v naravi iz [7]:

- celinske plovne poti (reke, potoki, kanali itd.)
- plimovanje
- morski valovi
- notranja energija morij in oceanov

V zadnjih 40 letih se je proizvodnja energije v hidroelektrarnah potrojila, vendar ima hidroelektrarna svoje omejitve. Ni je mogoče uporabljati povsod, ker zahteva obilico hitro tekoče vode, zaželeno pa je tudi, da jo je dovolj vse leto, ker elektrike ni mogoče poceni shranjevati [6].

Hidroelektrarne so naprave, v katerih se potencialna energija vode pretvarja v mehansko energijo iz vrtenja rotorja, nato pa v električno energijo v generatorju. Moč, ki jo razvije hidroelektrarna, je odvisna od neto padca vode ali razlike med zgornjim nivojem vode (zajem) in spodnjim nivojem vode (turbina), zmanjšani za hidravlične izgube med pretokom vode.

Glede na način rabe vode delimo hidroelektrarne na [4]:

- akumulacijske
- pretočne
- reverzibilne ali črpalne akumulacije

Akumulacijske hidroelektrarne so najpogostejši način pridobivanja električne energije iz vodne energije. Ta vrsta elektrarne ima naravno ali umetno jezero, v katerega se steka voda in se nato usmeri v turbine, odvisno od potreb omrežja. Njihovo kopičenje je lahko dnevno, tedensko, mesečno, sezonsko, letno ali pretočno. Težave nastanejo v poletnih mesecih, ko naravni dotok postane premajhen za delovanje elektrarne. V tem primeru je treba jez zapreti in vodostaj vzdrževati vsaj na biološkem minimumu. Velik problem je tudi dvigovanje gladine podtalnice [4].

Pretočne hidroelektrarne so tiste, ki nimajo gorvodnega akumulacijskega rezervoarja ali pa se lahko izpraznijo v manj kot dveh urah delovanja pri nazivni moči. To pomeni, da se kinetična energija vode skoraj neposredno uporablja za pogon turbin. Takšne hidroelektrarne so najenostavnejše za gradnjo, vendar so zelo odvisne od trenutnega pretoka vode. Prednost takšne zasnove je zelo majhen vpliv na okolje in brez dviga nivoja podtalnice [4].

Reverzibilne ali črpalne hidroelektrarne so hidroelektrarne, katerih poraba električne energije je odvisna od ure, dneva v tednu, letnega časa ipd. Te hidroelektrarne so podobne obvodnim, le da voda teče v obe smeri po obvodnem kanalu. Ko je poraba energije nizka, se voda črpa iz spodnjega jezera v zgornji rezervoar. To se običajno izvaja ponoči, saj je takrat poraba energije

najmanjša. Čez dan se preklopi na proizvodnjo električne energije in takrat se izprazni zgornji rezervoar [4].

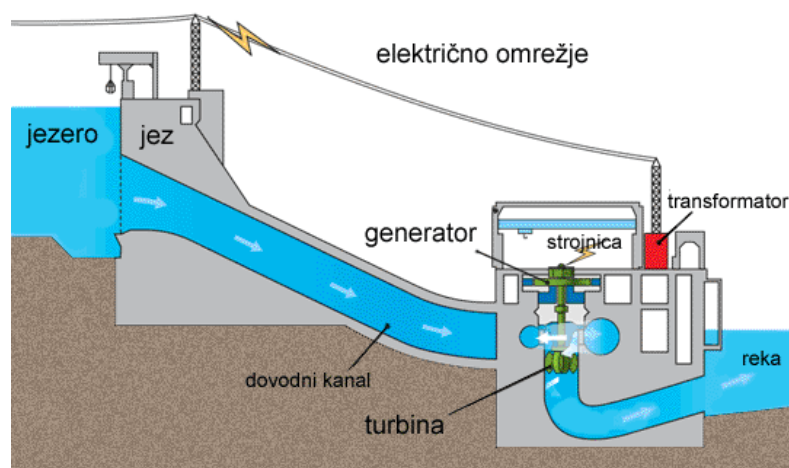
Gradnja hidroelektrarne je odvisna od topografskih in geoloških pogojev, obratovalnih zahtev, hidroenergetske izkoriščenosti vodotokov, kmetijskih in vodooskrbnih razmer, ribištva in naravnega okolja.

Glede na višino padca vodotoka oziroma višinsko razliko med zajemom in iztokom vode delimo hidroelektrarne na [21]:

- nizek tlak – padec do 25 m,
- srednji tlak – padec med 25 m in 200 m,
- visok tlak – padec večji od 200 m.

Glede na oddaljenost elektrarne od jezusa delimo hidroelektrarne na:

- jezovna hidroelektrarna – je vrsta akumulacijske hidroelektrarne, pri kateri se proizvodna elektrarna nahaja v samem jezusu;
- deverzijska hidroelektrarna – je vrsta akumulacijske hidroelektrarne, pri kateri je elektrarna za proizvodnjo energije oddaljena (dolvodno od jezusa), voda iz akumulacije pa se po posebnih ceveh dovaja od zajetja do elektrarne.



Slika 6: Shema hidroelektrarne (<https://eucbeniki.sio.si/nar6/1215/index4.html>)

Jez ali pregrada je osnovni del hidrotehničnega sistema hidroelektrarne, njegova naloga pa je odvajanje vode iz naravnega toka proti zajetju, povečanje globine vode za čim večji padec in doseganje akumulacije vode. Jezovi so lahko masivni (železobetonski) in nasuti (zemlja, kamenje).

Vtočni kanal usmerja vodo v dovodni oziroma proti turbini. Obstajajo zasnove za posege pod vodno gladino in nad njo. Naloga vtočnega je usmeriti potrebno količino vode proti vodovodu ali neposredno proti tlačnemu cevovodu, ne da bi pri tem bistveno ogrožali okolje in brez posebnega

vzdrževanja. Po današnjih ekoloških standardih imajo jezovi sisteme za odvrčanje rib od vstopa v jez in ribje prehode.

Dovodni kanal je del sistema, ki povezuje dovod z vodno komoro. Lahko je zasnovan kot odprt kanal ali zaprt predor. Odprti dotok (kanal) je lahko zasnovan v obliki trapeza, pravokotnika, trikotnika ali polkroga. Pretok skozi kanal je odvisen od vrste materiala, iz katerega je zgrajen (zemlja, jeklo, les ali beton), čistoče kanala in oblike kanala. Zaprti dovod (tunel) je lahko zasnovan kot gravitacijski ali tlačni. Pri gravitacijskih predorih voda ne zapolni celotnega predora, zato je pretok reguliran pri vstopu, pri tlačnih pa voda zapolni celoten prerez, zato za spremembo pretoka ni treba vplivati na vstop.

Vodna komora se nahaja na koncu odtoka in služi za uravnavanje sprememb obremenitve. Kadar je dovod zasnovan kot gravitacijski vodni prekat, mora imeti ustrezno prostornino za shranjevanje večjih količin vode, pri tlačnem tunelu pa morajo biti dimenzije prekata takšne, da tlak v dovodu ne naraste preko dovoljene meje.

Tlačni cevovod dovaja vodo turbinam iz vodne komore ali direktno iz vodnega zajetja, odlikujejo pa ga material, premer, debelina stene in način povezave posameznih delov. Premer je izbran tako, da se izgube zaradi trenja zmanjšajo na sprejemljivo raven, zaradi debeline stene pa je cevovod odporen na hidravlične pritiske.

Vodne turbine pretvarjajo kinetično energijo tekoče vode v mehansko energijo iz vrtenja rotorja turbine ali generatorja. Glede na način prenosa energije vodnega toka delimo turbine na impulzne (akcijske) in reakcijske turbine. Pri impulznih turbinah je tlak na vstopu v vodni rotor enak tlaku vode na izstopu, ker se vsa potencialna energija vode v statorju turbine pretvori v kinetično. Glavni predstavnik impulznih turbin je Peltonova turbina, pri kateri voda prosto pada z velike višine od 400 do 600 m in se s pomočjo šob usmerja na lopatice rotorja. Uporablja se za majhne pretoke. Poznamo več različnih vodnih turbin:

- Peltonova turbina
- Francisova turbina
- Kaplanova turbina
- Deriazova turbina
- Bankijeva turbina
- cevna turbina

Gred Francisove turbine je lahko postavljena navpično ali vodoravno, uporablja se za srednje višine (40–700 m), voda do turbine prihaja radialno, pretok pa se uravnava z lopaticami vstopnega kolesa.

Kaplanova turbina je propelerska turbina z vrtljivimi lopaticami rotorja, zato jo imenujemo tudi dvojno regulirana turbina.

Cevasta turbina je propelerska turbina z vodoravno ali rahlo nagnjeno gredjo, nima spiralnega kanala in se uporablja pri majhnih padcih in velikih pretokih.

Voda se dovaja diagonalno skozi Deriazovo turbino in ima tako kot Kaplanova turbina dvojno regulacijo.

Generator je naprava, ki pretvarja mehansko energijo vrtečega se rotorja v električno energijo. Glede na hitrost vrtilnega magnetnega polja jih delimo na sinhrono in asinhrono. Sinhroni

generator ima sistem vzbujanja z enosmernim tokom in lahko deluje izolirano od omrežja, medtem ko asinhronski generator jemlje jalovo energijo iz omrežja in ne more delovati, če ni priključen na omrežje. Sinhroni generatorji so sicer dražji od asinhronih, vendar se lahko asinhroni uporabljajo le tam, kjer je njihov prispevek k skupni moči sistema zanemarljiv.

Strojnica je prostor, v katerem se nahajajo agregat (ki je sestavljen iz turbine in generatorja), hidravlični regulatorji in naprave za nadzor in upravljanje. Lahko je vkopana pod zemljo ali pa je zgrajena v stavbi na površju. Sicer se elektrarne večinoma upravljajo iz dispečerskih centrov, vendar se še vseeno lahko upravljajo lokalno. V nadaljevanju so opisani najpomembnejši deli strojnice.

Odtok služi za vračanje vode, porabljene v turbini, nazaj v vodotok in je lahko izveden kot kanal ali predor [21].

PREDNOSTI	SLABOSTI
vodo za zagon hidroelektrarn zagotavlja narava brezplačno	odvisne od padavin
imajo pomembno vlogo pri zmanjševanju emisij toplogrednih plinov	premeni kakovost vode v potoku in zadrževalniku
tehnologija je zanesljiva in preverjena	turbine škodujejo ribam in drugim živalim
obnovljivi vir energije – padavine obnavljajo vodo v zadrževalniku	visoki investicijski stroški

Tabela 1: Prednosti in slabosti hidroelektrarn

6. Energija oceanov

Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) je tehnologija, ki bi omogočala stalno uporabo te toplotne energije ne glede na vremenske razmere in letni čas. OTEC pretvarja toplotno energijo iz morske vode v kinetično energijo z uporabo temperaturnega gradienta morij. To omogoča temperaturni gradient skoraj 40 stopinj v tropskih morjih.

Elektrarna OTEC črpa vročo vodo skozi toplotni izmenjevalnik, ki je v zaprtem krogu povezan z več sto tonami tekočega amoniaka. Ko vroča voda vstopi v izmenjevalnik toplote, amoniak izhlapi in poveča svojo prostornino, kar ustvarja pritisk na turbino, ki se vrti in daje elektriko generatorju. To električno energijo je nato mogoče dostaviti na kopno preko podmorskih kablov. Ko hlapi amonijaka zapustijo turbino, gredo skozi drug izmenjevalnik toplote, ki je preko cevi povezan z morskno vodo na globini približno 1000 metrov, zato hlad pretvori amoniak nazaj v tekoče stanje, tako da ga je mogoče ponovno uporabiti [22].

Čeprav ima sistem OTEC nizko skupno učinkovitost, lahko deluje kot energetski sistem, ki bo lahko pokril minimalno povpraševanje po energiji. Energetski strokovnjaki menijo, da če bi se ta metoda pocenila in postala konkurenčna drugim konvencionalnim tehnologijam, bi OTEC lahko proizvedel gigavate električne energije in skupaj z elektrolizo proizvedel dovolj vodika, da bi popolnoma nadomestil porabo vseh svetovnih fosilnih goriv [22].

6.1 Energija valov

Energija valov je oblika transformirane sončne energije, ki v nekaterih delih Zemlje ustvarja stalne vetrove. Ti vetrovi na določenih območjih povzročajo stalne valove in to so mesta, kjer je mogoče izkoristiti njihovo energijo. Zaradi vpliva vetra na vodno gladino na nekaterih območjih oceana nastajajo veliki morski valovi, ki se razlikujejo po višini, dolžini in hitrosti, od česar je odvisna tudi njihova energija. Vsak val nosi potencialno energijo, ki jo povzroči deformacija površine, in kinetično energijo, ki je posledica gibanja vode. Energija valov je obnovljivi vir, ki je odvisen od vremena [6].

Princip pretvarjanja energije valov v električno temelji na tem, da se energija valov najprej pretvori v zračni tok, nato pa veter poganja turbino. Amplituda valov mora biti velika, da je pretvorba učinkovitejša.

Obstaja veliko različnih tehnologij za izkoriščanje energije valov, a le malo jih je dejansko komercialno izvedljivih. Med najbolj priljubljenimi tehnologijami so „terminator devices“, „point absorbers“, „attenuators“ i „overtopping devices“ [4].

Terminator devices (terminatorske naprave) so običajno nameščene na obali ali blizu nje in imajo načelo delovanja, pri katerem se širijo pravokotno na smer gibanja valov in kjer se po tem, ko se sila valov zajame in odbije, nihajoči vodni stolpec premika kot bat navzgor in navzdol ter potiska zrak skozi odprtino, povezano s turbino.

Point absorbers (točkovni absorberji) so drugačna vrsta tehnologije, ki vključuje lebdeče strukture s komponentami, ki se gibljejo med seboj zaradi energije valov in nato ustvarjajo energijo, ko to gibanje poganja elektromehanske ali hidravlične pretvornike energije.

Attenuators (dušilniki) so tudi lebdeče strukture, ki so usmerjene vzporedno s smerjo valovanja, kjer razlika v višini valov vzdolž dolžine naprave povzroči upogibanje na mestih, kjer se deli naprave povezujejo. To upogibanje je povezano s hidravlično črpalko ali drugimi pretvorniki za nadaljnjo transformacijo v koristne oblike energije.

Overtopping devices (naprave za prelivanje) imajo drugačen princip delovanja in so pravzaprav rezervoarji, ki jih prihajajoči valovi napolnijo do ravni nad povprečjem okoliškega oceana, po izpustitvi pa jo gravitacija potisne nazaj proti gladini oceana, nato pa ta energija poganja vodne turbine.

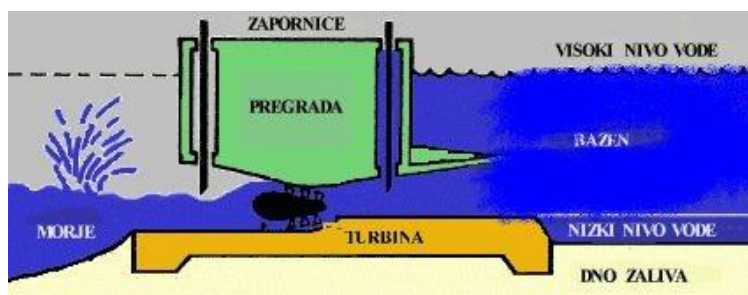
Te tehnologije lahko negativno vplivajo na številne morske habitate, obstaja pa tudi nevarnost razlitja strupenih snovi, kot so razne hidravlične tekočine, ustvarjanje zvoka nad vodno gladino in pod njo, spremembe morskega dna ipd.

Uporaba energije valov je pogojena z več razlogi. Ob obali, kjer bi bilo ceneje graditi elektrarne, je energija valov šibkejša, gradnja elektrarn na morju pa draži njihovo gradnjo. Problem je tudi prenos električne energije in vzdrževanje naprav.

6.2 Energija plimovanja

Plimovanje je posledica delovanja Sonca in Lune na vodo v oceanih. Amplituda plime in oseke je odvisna od relativnih položajev Sonca, Lune in Zemlje. Amplituda in frekvenca sta na posameznih obalah različni. Energija plimovanja je pravzaprav oblika hidroenergije, ki izkorišča gibanje vode, do katerega pride zaradi plimovanja ali dviga in padca morske gladine.

Za izkoriščanje energije plimovanja je potrebno izbrati primerno lokacijo na obali, kjer je amplituda plimovanja velika, z možnostjo izolacije dela morske površine (z gradnjo pregrade) za nastanek akumulacijskega bazena. Najenostavnejšo uporabo dosežemo z vgradnjo turbin, ki delujejo samo v eni smeri vodnega toka. Na vhodu v zaliv je postavljen jez in ko se gladina dvigne, se skozi turbino spusti v zaliv. Ko se zaliv napolni, jez zaprejo in počakajo, da gladina upade. Nato se voda izpusti iz zaliva po istem principu. V enostavnejšem primeru gre voda skozi turbine le v eno smer in v tem primeru so turbine enostavnejše (enosmerne, ne dvosmerne) [7].



Slika 7: Shema enosmerne izvedbe (<https://www2.arnes.si/~rmurko2/PLIMOVANJE.htm>)

Energija plimovanja ima veliko prednosti, npr. je okolju prijazna, ker ne izpušča toplogrednih plinov in ne povzroča odpadkov; za delovanje ne potrebuje goriva; ker je plimovanje popolnoma predvidljivo, lahko zanesljivo proizvaja energijo, ko je elektrarna zgrajena, vzdrževanje ni predrago. So pa tudi negativne plati, med katerimi zagotovo največ pozornosti pritegnejo ogromni

začetni stroški, saj gre za zelo obsežne projekte, ki zahtevajo velike površine. To lahko povzroči velike ekološke težave in uniči številne ekosisteme, zlasti ptičje, ker izkoriščajo obdobje plimovanja za iskanje hrane. Seveda pa je omejen tudi dnevni obratovalni čas elektrarne, in sicer na le 10 ur ob ugodnih vremenskih razmerah [4].

7. Energija vetra

Veter je gibanje velike mase zraka, ki je lahko vodoravno ali navpično. Nastane zaradi razlik v zračnem tlaku na različnih mestih, pri čemer veter piha z mesta višjega na mesto nižjega tlaka. Tlačna razlika je posledica temperaturne razlike, zato lahko vetrno energijo obravnavamo kot transformirano sončno energijo. Poleg tlačnih razlik vplivata na veter tudi rotacija Zemlje in konfiguracija tal. Veter največkrat opisujemo z dvema preprostima komponentama: smerjo in močjo. Za določanje smeri se uporablja vetrokaz, označujemo pa ga s stranjo sveta, s katere prihaja. Hitrost vetra se določa z anemometrom ali po Beaufortovi lestvici z oznakami od 0 do 12. Hitrost vetra zelo hitro narašča z višino nad tlemi – razmerje hitrosti se običajno izračuna približno kot peti koren razmerja višine nad tlemi [19].

Obstaja začetna hitrost – najmanjša hitrost, pri kateri je navor na lopaticah turbine zadosten, da se začne vrteti. Z nadaljnjim povečevanjem hitrosti se doseže največja moč generatorja in proizvedena energija ne narašča več z naraščanjem hitrosti. Hitrost vrtenja se vzdržuje z enakomernim vrtenjem lopatice, da se spremeni kot med smerjo vetra in turbino, s čimer se zmanjša navpična komponenta vetra. Potem, obstaja tudi največja hitrost, nad katero se generator izklopi, ker bi ga nadaljnje delovanje lahko poškodovalo.

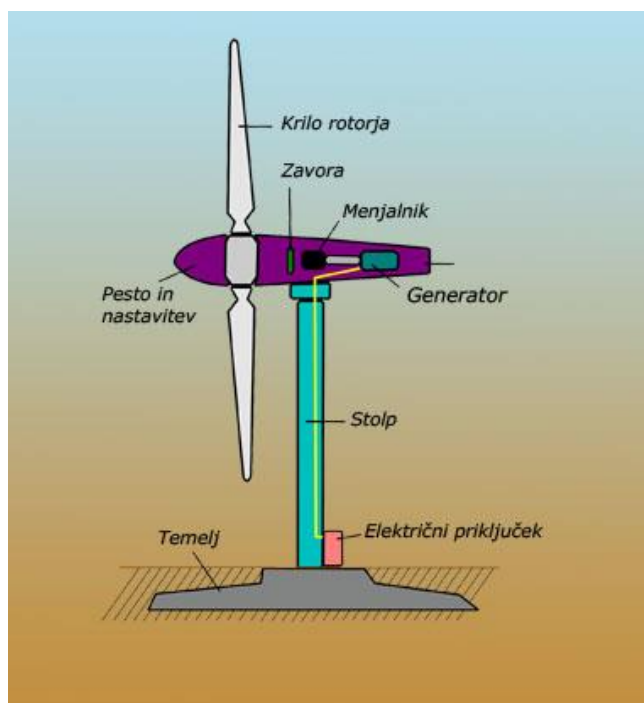
Zaradi neenakomernega segrevanja zemeljske površine se zračne mase segrejejo. Topel zrak se dvigne do okoli deset kilometrov v ekvatorialnem pasu, se usmeri proti poloma in se obrača pod vplivom rotacije Zemlje oziroma Coriolisove sile. Hladen zrak zapolni nastale vrzeli in tako povzroča stalne vetrove.

Lokalne vetrove povzročajo globalna porazdelitev tlaka in potujoči cirkulacijski sistemi ter so v veliki meri odvisni od topografskih in geografskih značilnosti, kot so drevesa, zgradbe, jezera, morja, gore in doline.

Sinonim za izraz »vetrna elektrarna« je izraz »vetrnica«, ki predstavlja zračno turbino, ki pretvarja kinetično energijo toka vetra v tehnološko uporabno mehansko delo oziroma električno energijo [4].

Bistveni deli osnovne zasnove sistema vetrne turbine so temelj, stolp, lopatica, gondola, generator in lopatice rotorja, kot je prikazano na sliki 8. Generatorji proizvajajo električno napetost, ki je sila, ki prenaša elektriko z enega mesta na drugega z uporabo elektromagnetne indukcije. Ko lopatice rotorja obrača veter, nastane napetost, ko se magneti ali prevodnik začnejo vrteti relativno drug proti drugemu. Ta napetost se nato uporabi za distribucijo električnega toka skozi daljnovode. Veter odbijajo lopatice turbine. Veter poganja lopatice, da se vrtijo, kar aktivira generator, ki pretvarja silo vetra v elektriko. Ker hitrost vetra narašča z višino, je višina stolpa kritična za turbine.

Zaradi tega je večina turbin zasnovanih za doseganje višin od 50 do 150 m, kjer je veter močan, vendar je obremenitev majhna zaradi turbulence. Statične in dinamične obremenitve turbine podpira temelj, ki povezuje stolp s tlemi [23].



Slika 8: Vetrnica (<https://www.instalater.si/prispevek/458/vetrna-moc>)

Temelj povezuje stolp s tlemi in podpira statične in dinamične napetosti turbine. Prenašajo različne obremenitve, kot so lastna obremenitev, obremenitev vetra, narivi, prevračanje, upogibni momenti in dolgoročne ciklične spremembe [24].

Stolp je nekaj, kar olajša pesto gondole in rotorja nad njegovim vrhom. Ker se hitrost vetra povečuje z oddaljenostjo od tal, višji stolpi izkoristijo več moči in proizvedejo več električne energije. Običajno se proizvodnja električne energije sistema vetrnih turbin izboljša z dvigom stolpa [24].

Turbinske lopatice se uporabljajo za izkoriščanje potenciala vetra in njegovo pretvorbo v mehansko energijo. Na splošno se število lopatic v vetrni turbini razlikuje od ene, dveh ali več lopatic, odvisno od njihove konstrukcije in uporabe. Najnovejši modeli uporabljajo modele s tremi rezili. Imajo večjo trdnost, da prenesejo sunkovit veter, minimalne učinke sence stolpa in ustvarijo več izhodne moči [24].

Struktura, ki vsebuje vse osnovne enote za učinkovito delovanje turbine, je znana kot *gondola*. Nameščena je nad vrhom stolpa in obsega menjalnik, gredi za majhne in visoke hitrosti, generatorsko enoto, različne vrste krmilnikov in zavore. Na gondoli je nameščen anemometer, ki meri hitrost vetra [24].

Pesto vetrne turbine je del, ki povezuje lopatice z glavno gredjo in na koncu s preostalim delom motornega vlaka. Pesto je odgovoren za prenos in vzdrževanje vseh obremenitev, ki jih ustvarjajo rezila [24].

Pogonska gred je lahko votla ali polna jeklena gred, ki je izpostavljena ekstremnim obremenitvam in navorom. Pomaga prenašati rotacijsko mehansko energijo od rezila do pesta in končno do generatorja za ustvarjanje moči [24].

Glavna gred deluje kot povezava med pestom rezila in vhomom v menjalnik. Vrta se počasneje; zato je glavna gred včasih priznana kot "gred z nizko hitrostjo". Njene glavne naloge so prenos rotacijske energije od rotorja do generatorja in prenos uteži, ki delujejo nanjo, na negibni organizem gondole. Posledično mora biti primarna gred zgrajena tako, da prenese vse te obremenitve [24].

Izhod menjalnika je povezan z vhodno enoto generatorja s pomočjo *gredi generatorja*. Hitrost vrtenja gredi generatorja je enakovredna nazivni vrednosti generatorja; zato je gred generatorja običajno znana kot "gred za visoke hitrosti". Visokohitrostna gred je povezana z menjalnikom in napaja generator kot del pogonskega sklopa turbine. Visokohitrostna gred poganja generator [24].

Menjalnik najde svojo uporabo v vetrnih energetskih sistemih za manevriranje nižje hitrosti in višje moči navora, ki prihaja skozi vrtečo se lopatico, na višjo hitrost in nižjo moč navora, ki jo bo generator nadalje obdelal. Menjalniki za turbine, ki se uporabljajo v industriji vetrne elektrarne, so izdelani iz najboljših aluminijevih zlitin, nerjavnega jekla, litega železa itd [24].

Naprava, ki se uporablja za merjenje hitrosti vetra, se imenuje *anemometer* in je nameščena na vrhu gondole. Raziskovalci želijo razviti anemometre za nizko hitrost vetra z minimalno srednjo absolutno odstotno napako. Zaznavanje napak v odčitkih v anemometru je zelo pomembno za pridobivanje natančne hitrosti vetra v daljšem obdobju [24].

Vetrnice delujejo tako, da vrtijo lopatice rotorja, na katere je povezana gred rotorja. Vrtenje gredi prenaša na rotor generatorja prenosna naprava, ki deluje podobno kot avtomobilski menjalnik. Njegova vloga je pretvoriti počasno vrtenje lopatic z visokim navorom v hitro vrtenje rotorja generatorja z nižjim navorom, ker generatorji delujejo z večjo hitrostjo, kot je značilno za vetrno turbino. Vloga generatorja je pretvarjanje mehanske energije v električno energijo, ki se prenaša v električno omrežje. Večina vetrnih turbin ima pozicionirno napravo, ki vrta turbino tako, da je os vrtenja lopatic pravokotna na smer vetra, saj je takrat izraba vetrne energije največja. Pri prevelikih hitrostih vetra, ki bi lahko poškodovali generator, bo naprava vrtela turbino tako, da se bo zmanjšala komponenta hitrosti vetra, pravokotna na os vrtenja lopatic, aktivirale pa se bodo tudi zavore.

Prednosti izkoriščanja vetrne energije so visoka zanesljivost delovanja elektrarne, brez stroškov goriva, brez onesnaževanja in brez škodljivih vplivov na okolje, torej je popolnoma ekološka. Ekološki problemi lahko vključujejo poškodbe ptic, posege in spremembe v okolju, vendar je to škodo mogoče nadzorovati. Slabosti so visoki stroški gradnje in spremenljivost hitrosti vetra (ni mogoče zagotoviti dobave energije). Težave, ki se še vedno pojavljajo v zvezi z delovanjem vetrnih elektrarn, so hrup pri prehodu kril skozi zavetrje stolpa in hrup lopatic pri gibanju po zraku, motnje elektromagnetnih valov, mehanske vibracije in zasedba velike površine zemlje. Vse te težave je v veliki meri premagal razvoj tehnologije, tj. zmanjšana na minimum ali pa sploh ni.

8. Biomasa

Biomasa se nanaša na biološko razgradljive materiale, proizvedene v poljedelstvu, živinoreji in sorodnih panogah, ter biorazgradljivi del industrijskih in komunalnih odpadkov.

Biomasa je vir energije, ki je proizveden iz proizvodov rastlinskega in živalskega izvora (lesna masa, slama, žagovina, koruzni storži, sončnična stebila, listje, gnoj, komunalni in industrijski odpadki). Zgorevanje biomase se uporablja za proizvodnjo pare za ogrevanje v gospodinjstvih in za potrebe industrijskih procesov. Biomasa se uporablja tudi v termoelektrarnah kot nadomestek za del fosilnih goriv. Dodatne prednosti biomase so odlaganje in izraba odpadkov in ostankov iz kmetijstva in lesne industrije [7].

Najpogostejše vrste biomase so [18]:

1. Gozdna biomasa – les za kurjavo ter ostanki in odpadki gozdarske proizvodnje, ki nastanejo pri rednem gospodarjenju z gozdovi – uporaba drv je tradicionalna in najpogostejša vrsta uporabe biomase. Raba gozdne biomase je okoljsko sprejemljiva le, če je trajnostna, tj. če so posekane površine manjše od prirastka.
2. Biomasa iz lesne industrije – ostanki in odpadki pri žaganju, brušenju in skobljanju – pogosto so odpadki tisti, ki bremenijo lesno industrijo, zato se tudi ta problem rešuje s proizvodnjo energije. Takšna biomasa je cenejše in kakovostnejše gorivo od gozdne biomase. Žagovina se uporablja kot gorivo v kotlovnica ali predelana v brikete, pelete itd.
3. Kmetijska biomasa – ostanki enoletnih pridelkov, kot so slama, storži, stebila, luščine ali koščice – ima heterogeno sestavo in nizko kalorično vrednost z visoko vsebnostjo vlage in z različnimi nečistočami.
4. Energetske rastline – rastline, ki se gojijo za proizvodnjo energije so bogate z oljem ali sladkorjem (npr. ogrščica, sladkorni trs) ali drevesa z visoko vsebnostjo suhe snovi, ki hitro rastejo (npr. vrba, topol, evkaliptus). Takšna pridelava daje visoke donose. Proizvodnja energije tukaj lahko konkurira proizvodnji hrane pri rabi kmetijskih zemljišč.
5. Biomasa iz živalskih farm – sežiganje živalskih iztrebkov in trupel (npr. na perutninskih farmah) – bioplin se proizvaja iz živalskih iztrebkov z anaerobno fermentacijo.
6. Bioetanol in biodizel – gorivi, podobni bencinu in dizlu. Bioetanol se proizvaja s fermentacijo sladkorja v alkohol ko sladkor prihaja iz sladkornega trsa ali pa se pridobiva s hidrolizo škroba iz koruze ali celuloze iz lesa. Biodizel se proizvaja z zaestrenjem rastlinskih olj z alkoholom (repično, sončnično, sojino, odpadno jedilno olje). Uporablja se za pogon vozil v čisti obliki ali v mešanici z bencinom ali dizlom iz nafte.
7. Komunalni odpadki – organski del gospodinjstvih odpadkov, biomasa iz parkov in vrtov, mulj iz zbiralnikov odpadnih voda – uporaba zahteva velike investicijske stroške, vendar poleg proizvodnje energije rešuje tudi problem odlaganja odpadkov.



Slika 9: Tovarna za proizvodnjo lesnega plina (<https://sr.wikipedia.org/wiki/Biomasa>)

Za pridobivanje biomase je potrebna poraba energije. Pri gozdni biomasi se energija porablja pri sečnji lesa, pogozdovanju in gojenju gozda, transportu od mesta sečnje do mesta uporabe ter pri pripravi lesa za uporabo. V tem primeru je možna neracionalna raba, kar pomeni, da je poraba energije večja od proizvedene energije. Za biomaso in odpadke iz kmetijske, živalske in lesne industrije je mogoče izpustiti stroške pridobivanja, ker nastanejo neodvisno od porabe energije.

Pri zgorevanju biomase se tako kot pri fosilnih gorivih sproščajo škodljivi plini, vendar je škodljivost manjša, saj žvepla v biomasi praktično ni. Emisije trdnih delcev in dušikovih oksidov so nižje kot pri nafti in premogu ter višje kot pri zemeljskem plinu [18].

Biomasa je mogoče prevažati na razmeroma dolge razdalje (prevelika razdalja bi za prevoz zahtevala več energije, kot je energetska vsebnost tovora) ter jo je mogoče shraniti in uporabiti po potrebi. To je velika prednost v primerjavi z npr. sončnim sevanjem in vetrno energijo.

Naravne oblike biomase pogosto predelamo v ustrežnejše. Glavni razlog za to je povečanje energijske vrednosti na enoto mase, ki je pri naravnih oblikah biomase prenizka. To olajša transport, shranjevanje in uporabo. Poleg tega se biomasa predeluje v snovi, ki se lahko uporabljajo za pogon parnih turbin in motorjev z notranjim zgorevanjem. Tehnologije predelave biomase lahko razdelimo na tehnologije zgoščevanja, biokemične pretvorbe in termokemične pretvorbe [19].

Z uporabo biomase se proizvaja bioenergija, ki se nato lahko uporablja kot toplotna energija, v obliki biogoriv ali pa se uporablja za proizvodnjo električne energije, v vsakem primeru pa je okolju prijaznejša od uporabe fosilnih goriv. Drva, ki se uporabljajo kot vir toplote na tradicionalen način, seveda veljajo za konvencionalne vire energije (edina oblika energije v srednjem veku), za njihovo sodobno uporabo pa se šteje uporaba biomase [4].

Glavno merilo obnovljivosti biomase je, da mora biti količina uporabljene biomase enaka količini biomase, ki se obnavlja v naravi. Brez tega ni trajnosti, prav tako ni izpolnjen pogoj, da je biomasa nevtralen vir energije glede izpustov ogljikovega dioksida.

8.1 Biogorivo

Biogorivo se proizvaja iz biomase in je lahko biodizelsko gorivo ali bioetanol. Biodizelsko gorivo je nestrupeno in biorazgradljivo, pridobivajo pa ga iz odpadnega jedilnega olja, oljne ogrščice, soje, sončnic ali živalske maščobe. Po kakovosti ni nič slabše od lahkega olja, pridobljenega z rafinacijo surove nafte, zato se uporablja kot gorivo za dizelske motorje. Bioetanol pridobivajo iz sladkornega trsa, sladkorne pese, koruze, pšenice in krompirja, uporabljajo pa ga za pogon bencinskih motorjev.

Osnovne faze v procesu proizvodnje etanola so [7]:

- priprava surovin
- fermentacija
- destilacija etanola

Priprava surovine je pravzaprav hidroliza molekul škroba z encimi v fermentabilni sladkor. Vrenje poteka v pečeh z navadnimi kvasovkami z od 8 do 10 % alkohola po 24 do 72 urah fermentacije. Destilacija tega alkohola poteka v več stopnjah, kar povzroči 95 % etanol. Za proizvodnjo popolnoma čistega etanola, kot je tisti, ki se uporablja za mešanje z bencinom, se doda benzen in destilacija se nadaljuje, kar povzroči 99,8 % etanola.

Bioplin je sestavljen iz približno 60 % metana, 35 % ogljikovega dioksida, 5 % mešanice vodika, kisika, amoniaka, vodikovega sulfida, ogljikovega monoksida, dušika in vodne pare. Glede na količino metana, ki ga vsebuje, se bioplin lahko uporablja kot gorivo. Kalorična vrednost bioplina je sorazmerna s količino metana. Nastali bioplin se najpogosteje uporablja kot gorivo za zgorevanje v kotlih ali plinskih turbinah z namenom pridobivanja toplote ali električne energije [7].

Proizvodnja bioplina se lahko doseže:

- na živinorejskih farmah, kjer je proizvodnja bioplina različna glede na vrsto živali in način reje,
- iz lesnih odpadkov,
- za industrijske odpadne vode,
- na komunalnih čistilnih napravah.



Slika 10: Bioplinsko postrojenje (<https://www.enerkon.hr/postrojenje-na-bioplin-pisarovina-1200-kwel/>)

PREDNOSTI	SLABOSTI
• skoraj brez emisij CO_2	• za obnovitev uporabljene biomase so potrebne velike površine.
• uporablja se lahko v obliki trdnega, tekočega ali plinastega goriva.	• procesi zbiranja, transporta in predelave biomase povzročajo emisije v okolje.
• široko dostopen vir energije	
• odstranjevanje in uporaba odpadkov	

Tabela 2: Prednosti in slabosti biomase

Biomasa je danes v svetu vse bolj priljubljena zaradi svoje široke možnosti uporabe, v tekočem, plinastem ali trdnem stanju. Prednost bioenergije je možnost shranjevanja primarnega vira energije in njegova dostopnost zaradi prilagodljivosti energetskega zahtevam.

9. Zastopanost obnovljivih virov energije v Sloveniji

Slovenija z nenehno rastjo obnovljivih virov energije ne prispeva le k zmanjšanju emisij, temveč tudi krepi energetske neodvisnost in spodbuja razvoj trajnostnega gospodarstva.

NEPN iz leta 2024 posebej poudarja omembo raznolikega in uravnoveženega portfelja obnovljivih virov:

- Hidroenergija je temelj slovenskega sistema, saj zagotavlja stabilno in zanesljivo proizvodnjo električne energije.
- Sončna energija doživlja hitrejšo rast zaradi vse večje tehnološke dostopnosti in podpore za postavitev sončnih elektrarn na strehe stavb in na odprtih prostorih.
- Vetrna energija bo kljub geografskim omejitvam po napovedih pomemben vir energije, zlasti na območjih, kjer so vetrovi dovolj močni in stalni.
- Biomasa ima pomembno vlogo v sektorjih ogrevanja in prometa, kjer prispeva k zmanjšanju emisij z uporabo biogoriv in drugih oblik obnovljivih goriv [5].

9.1 Sončna elektrarna v Sloveniji

Velika sončna elektrarna z močjo 6 MWp leži na desnem bregu reke Save v bližini Brežic. Je prva sončna elektrarna v Sloveniji, ki je po kablovodu priključena na prenosno 110 kV omrežje in deluje kot četrti agregat hidroelektrarne HE Brežice. Skupaj s pretočno akumulacijo HE Brežice predstavljata hibridni sistem sonca in vode za proizvodnjo električne energije.

Pretočna akumulacija HE Brežice ima v takšnem hibridnem sistemu vlogo baterije oz. hranilnika energije. Ob sončnih dneh, ko je proizvodnja iz sončne elektrarne večja, lahko z uravnavanjem skupne proizvodnje s hidroelektrarno del vodne energije shranimo v pretočni akumulaciji, v času manjše proizvodnje iz sončne elektrarne pa jo ponovno uporabimo. Tak hibridni sistem predstavlja primer uspešnega povezovanja različnih obnovljivih virov energije in njihove najučinkovitejše rabe [25].



Slika 11: Sončna elektrarna (<https://www.energetika-portal.si/nc/novica/n/otvoritev-najvecje-soncne-elektrarne-v-sloveniji/>)

Sončna elektrarna s svojo letno proizvodnjo električne energije zadosti potrebam okoli 1.800 gospodinjstev. Pri tem bo brez izpustov toplogrednih plinov zagotavljala čisto, okolju prijazno in neslišno proizvodnjo električne energije naslednjih 30 let [25].

V mnogih državah, tudi v Sloveniji, so solarni paneli vse bolj dostopni in se uporabljajo v vse večjem številu gospodinjstev in industrijskih objektov. V Sloveniji ima sončna energija potencial, da prispeva k povečanju deleža obnovljivih virov energije v proizvodnji električne energije, upoštevajoč ure sonca.

9.2 Geotermalna energija v Sloveniji

Možnost izkoriščanja geotermalne energije je na področju Slovenije zaradi raznolike geološke sestave tal različna. Geotermalno najbogatejša in tudi najbolj raziskana so naslednja območja: Panonska nižina, Krško-Brežiško polje, rogaško-celjsko območje, Ljubljanska kotlina, slovenska Istra in območje zahodne Slovenije [26].

Vsa geotermalna energija, tako plitvi sistemi kot raba termalne vode, je v Sloveniji v letu 2022 obsegala le 0,7 % bruto domače rabe energije na nivoju primarne oskrbe z energijo. Potencial za pridobivanje termalne vode je zaradi geoloških danosti največji v SV Sloveniji. Tu temperatura najhitreje narašča in je v globini 4 km pričakovana med 150 in 200 °C. To termalno vodo uporabljajo na 10 lokacijah, zato je glavni omejitveni dejavnik rabe predvsem trenutna stopnja izkoriščenosti vira [27].

Za večjo ekonomičnost geotermalnih elektrarn iščemo termalno vodo oz. paro s temperaturo nad 120 °C, še bolje nad 150 °C. Najpomembnejša prednost takšnih elektrarn je stalna razpoložljivost vira, saj lahko kljub razmeroma nizki kapaciteti s stalnim delovanjem, neodvisnim od vremena, uvoza energentov in drugih zunanjih dejavnikov zagotovimo visoko in stabilno proizvodnjo električne energije skozi leta [27]. V Lendavi bo izgrajena prva geotermalna elektrarna.



Slika 12: Izgradnja geotermalne elektrarne v Lendavi (<https://www.24ur.com/novice/slovenija/v-lendavi-bo-zrasla-prva-geotermicna-elektrarna.html>)

V SV Sloveniji in nekaterih globokih geotermalnih vodonosnikih je značilna sprememba lastnosti z globino – z naraščanjem globine se povečuje ne le temperatura vode, ampak tudi vsebnost raztopljenih snovi in lahko tudi količina plinov. Najpogostejši prosti plin je CO₂, ki je lahko zelo čist in primeren za utekočinjenje in industrijsko rabo [27].

Številne termalne vode v osrednji Sloveniji ustrezajo kriterijem za pitno vodo, nekatere se celo uporabljajo v pitnikih in za pitne kure. Geotermalna energija je eden izmed najbolj čistih obnovljivih virov energije in se lahko uporablja trajnostno. Vpliv rabe na okolje je potrebno oceniti že pri načrtovanju razvoja projekta in pridobivanju dovoljenj, običajno je zahtevana predhodna presoja vplivov na okolje. Kemijska sestava termalne vode ali pare in vsebnost plinov sta pogojeni z vrsto kamnin in geološko zgradbo, zato se med lokacijami nekoliko razlikuje [27].

9.3 Hidroenergija v Sloveniji

Slovenija je bogata z rekami in vodnimi viri, zato ima pomembno vlogo pri proizvodnji električne energije iz vodne energije. Slovenija ima številne hidroelektrarne na Savi, Soči, Krki in Muri ter številne manjše potoke in reke.

Hidroelektrarna Krško v slovenski elektroenergetski sistem prispeva približno odstotek trenutne letne proizvodnje električne energije v Sloveniji, v skladu s potrebami pa proizvaja tudi vršno energijo in ponuja možnost zagotavljanja sistemskih storitev.

Hidroelektrarna Krško je četrta hidroelektrarna v verigi šestih hidroelektrarn na spodnji Savi z nazivno močjo 39,12 MW. Je pretočno-akumulacijskega tipa s tremi vgrajenimi vertikalnimi agregati z nazivnim pretokom $500 \text{ m}^3 / \text{s}$, petimi pretočnimi polji in povprečno letno proizvodnjo 146 GWh [28].



Slika 13: Hidroelektrarna Krško (<https://www.he-ss.si/he-krsko-splosno.html>)

Hidroelektrarna Boštanj je druga hidroelektrarna v verigi šestih HE na spodnji Savi z nazivno močjo 32,5 MW. Je pretočnoakumulacijskega tipa z nameščenimi tremi cevniimi agregati z nazivnim pretokom $500 \text{ m}^3 / \text{s}$, s petimi pretočnimi polji in povprečno letno proizvodnjo 109 GWh [28].



Slika 14: Hidroelektrarna Boštanj (<https://www.he-ss.si/he-krsko-splosno.html>)

Hidroelektrarna Zlatoličje omogoča letno proizvodnjo 577 GWh. Jez ima 6 pretočnih polj in je njegova prepustnost je $4200 \text{ m}^3 / \text{s}$.



Slika 15: Hidroelektrarna Zlatoličje (<https://www.lokalec.si/hidroelektrarna-zlatolicje-obelezila-50-obletnico/>)

Slovenija še več hidroelektrarn, kot so: hidroelektrarna Doblar, Bohinj, Moste, Bloke, Laško, Mura, Brežice ...

Tretjina elektrike v Sloveniji je proizvedene iz hidroelektrarn. Z različnimi vodnimi turbinami pretvarjamo energetske potencial vodotokov v mehansko energijo, ki se nato preko generatorjev pretvarja v električno energijo. V Slovenskem prostoru je tehnologija dobro razvita in poznana. Sloveniji je majhnih hidroelektrarn veliko, vendar potenciali še zdaleč niso izkoriščeni [26].

9.4 Vetrnice v Sloveniji

Slovenija je med evropskimi državami na repu pri izkoriščanju vetrne energije. Inštaliranih je manj kot 3,5 megavata (MW) proizvodnih zmogljivosti električne energije iz vetra. V Sloveniji stojijo tri vetrnice: ena je v Dolenji vasi v občini Divača, dve sta pri Razdrtem.

Slovenija ima trenutno le eno večjo vetrno elektrarno (vetrna elektrarna z močjo 2,3 MW pri Dolenji vasi). Njihovo bolj razširjeno uporabo ovirajo predvsem težave z umeščanjem v prostor. Poleg tega v Sloveniji povprečne hitrosti vetra le na redkih območjih presegajo hitrosti od 3 do 5 m/s, kar je minimalna začetna hitrost vetra, potrebna za obratovanje vetrnih elektrarn. Majhne vetrne elektrarne so postavljene v glavnem za lastno uporabo tam, kamor je težko napeljati elektroenergetsko infrastrukturo (npr. gorske koče) [15].



Slika 6: Vetrnica pri Razdrtem (J. Eržen, 2017)

Čeprav slovenski sektor vetrne energije ni med največjimi v Evropi, ima razvoj vetrnic pomembno vlogo pri doseganju ciljev države na področju zmanjševanja izpustov toplogrednih plinov in povečanja proizvodnje električne energije.

9.5 Biomasa v Sloveniji

Biomasa je glede na svoj 14-odstotni delež v strukturi svetovne oskrbe z energijo najpomembnejši nefosilni obnovljivi vir energije. V mnogih državah v razvoju je biomasa primarni vir energije. Nekatere teh držav namreč z biomaso pokrijejo tudi več kot 80 % svojih energijskih potreb.

V Evropi se delež biomase pri oskrbi z energijo močno spreminja glede na naravne danosti. V alpskih in nekaterih skandinavskih deželah je delež biomase v primarni oskrbi z energijo skoraj 20-odstoten, evropsko povprečje pa znaša od 2 do 5 % [15].

Slovenija ima zaradi svoje velike gozdnatosti (preko 50 % površine je poraščene z gozdom) velike možnosti izrabe biomase v gospodinjstvih za potrebe ogrevanja. Slovenija je za Finsko in Švedsko najbolj z gozdom poraščena država v Evropi. Izjemno ugodna je razporeditev biomase po državi, saj imajo skoraj vsa območja naše države lokalni dostop do nje. V Sloveniji je tudi nekaj občin, katerih pokritost površin z gozdom je večja kot 85 % [26]. V Sloveniji uporabljamo biomaso za ogrevanje več kot 100.000 stavb. Pri tem od različnih vrst biomase za ogrevanje uporabljamo skoraj izključno lesno biomaso.

Zaloga lesne biomase se v slovenskih gozdovih povečuje, kar pomeni, da bi bilo mogoče povečati tudi njeno uporabo v energetske namene. Skupna lesna zaloga znaša preko 300 milijonov m³ oziroma preko 260 m³/ha. Absolutni letni prirastek se ocenjuje na okrog 7 milijonov m³, dovoljen posek pa znaša okrog 4 milijone m³, pri čemer se je zadnja leta izkoriščal le okrog 75-odstotno [26].

Na svetu je danes več kot 5 milijonov naprav za pridobivanje bioplina. Večina teh je zelo preprostih in predvsem v Indiji in na Kitajskem služijo pridobivanju plina za kuhanje in razsvetljavo. V EU je proizvodnja bioplina najbolj razvita na Danskem, v Nemčiji in v Švici. Večinoma gre za sodobne naprave, ki služijo za soproizvodnjo toplotne in elektrike. Poleg gnojevke vse bolj uporabljajo tudi odpadke iz kmetijstva, gostinstva in živilsko predelovalne industrije [26].

V Sloveniji se bioplin proizvaja predvsem iz živalskih in drugih organskih odpadkov. Iz proizvedenega bioplina se soproizvajata električna energija in toplota. Neizkoriščen obstaja potencial proizvodnje bioplina na manjših kmetijah. Prva sodobna naprava za proizvodnjo bioplina v Sloveniji je začela obratovati leta 1995 na največji slovenski prašičji fermi v Ihanu. Danes v Sloveniji obratuje nekaj deset bioplinskih naprav različnih velikosti, prirejenih na različne vhodne materiale [26].

10. Nacionalni energetski in podnebni načrt Slovenije

Nacionalni energetski in podnebni načrt je eden glavnih strateških dokumentov Republike Slovenije na področju energetike in podnebja. Dokument določa cilje in ukrepe, ki jih bo Slovenija izvajala do leta 2030, z dolgoročnejšim pogledom – do leta 2040 in 2050.

Ključni cilji na področju obnovljivih virov energije do leta 2035:

- prispevati k doseganju neto ničelnih emisij TGP na ravni EU do leta 2050, kar je izhodišče za načrtovanje ciljev, politik in potrebnih ukrepov do leta 2030, cilj doseči neto ničelne emisije (ponori, enaki preostalim antropogenim emisijam TGP) oziroma podnebno nevtralnost do leta 2050 je skladen s Pariškim sporazumom. Po ReDPS50 (Resolucija o Dolgoročni podnebni strategiji Slovenije do leta 2050) bo Slovenija zmanjšala izpuste TGP za 80–90 % do leta 2050 glede na leto 2005, hkrati pa pospešila izvajanje politik prilagajanja na podnebne spremembe in zagotavljanja podnebne varnosti prebivalcev.
- zmanjšati skupne emisije TGP za vsaj 55 % do leta 2033 (in od 35 % do 45 % do leta 2030, glede na obseg zmanjšanja delovanja Termoelektrarne Šoštanj) glede na leto 2005,
- zmanjšati emisije TGP v stavbah za vsaj 70 % do leta 2030 glede na leto 2005,
- zagotavljanje prehoda v nizkoogljično krožno gospodarstvo s spodbujanjem trajnostne potrošnje in proizvodnje,
- doseči vsaj 33-odstotni delež OVE v končni rabi energije do leta 2030 in
 - vsaj 55-odstotni delež rabe energije v stavbah iz OVE,
 - vsaj 30-odstotni delež OVE (vključno z odvečno toploto) v industriji,
 - vsaj 2 do 3-odstotno letno povečanje deleža OVE ter odvečne toplote in hlada v sistemih daljinskega ogrevanja in hlajenja in do leta 2030 vsaj 25 do 40 odstotni delež te proizvodnje,
 - vsaj 55-odstotni delež OVE pri proizvodnji električne energije,
 - vsaj 45-odstotni delež OVE pri ogrevanju in hlajenju,
 - vsaj 26-odstotni delež OVE v prometu,
- razogljičenje proizvodnje EE – postopno opuščanje rabe premoga: prenehanje obratovanja premogovnih enot najpozneje do leta 2033 po načelih pravičnega prehoda,

- večja vlaganja v človeške vire in nova znanja, potrebna za prehod v podnebno nevtralno družbo in za zmanjšanje izvedbenega primanjkljaja [5].

Slovenija z NEPN jasno dokazuje svojo zavezanost trajnostnemu razvoju. Cilji, povezani z NEPN 2035, predstavljajo pomemben korak k zelenemu prehodu. Čeprav cilji prinašajo določene izzive, kot so pomanjkanje usposobljene delovne sile v sektorju zelene energije, potreba po večjih naložbah v infrastrukturo in inovacije ali morebiten odpor javnosti do novih energetskega projektov, je njihova izvedba zagotovo mogoča s skupnimi prizadevanji države, gospodarstva in državljanov ter jasno usmerjenimi naložbami in politično podporo.

Celovit načrt je zasnovan tako, da bo Slovenija z usklajenim delovanjem v vseh sektorjih in vlaganjem v nove tehnologije sledila poti, ki jo narekujejo Energetski koncept Slovenije in evropske direktive.

11. Zaključek

Prehod na obnovljive vire energije je postal neizogiben korak v procesu ustvarjanja bolj trajnostne in okolju prijaznejše družbe. V diplomskem delu so prikazane različne oblike obnovljivih virov energije, kot so sončna energija, energija vetra, biomasa in bioplin, ki že igrajo pomembno vlogo pri zmanjševanju emisij toplogrednih plinov in doseganju energetske varnosti. Ker si svet vedno bolj prizadeva zmanjšati svojo odvisnost od fosilnih goriv, je jasno, da imajo obnovljivi viri ključno vlogo pri oblikovanju energetske prihodnosti.

Zaradi napredka tehnologije in nižanja stroškov proizvodnje sončnih kolektorjev se sončna energija vedno bolj uporablja. Čeprav je potencial te energije огromen, je treba veliko več vlagati v infrastrukturo in pametne energetske sisteme, ki bodo omogočali optimalno proizvodnjo in porabo. Podobno vetrna energija, ki je na določenih geografskih območjih najučinkovitejša, ponuja ogromno priložnosti, vendar se še vedno sooča z izzivi, povezanimi z integracijo v obstoječi energetski sistem in lokalnim odporom do novih projektov.

Tudi biomasa in bioplin imata kot obliki obnovljivih virov velik potencial, zlasti v kmetijskem in industrijskem sektorju. Uporaba biomase ne prispeva le k zmanjšanju izpustov ogljikovega dioksida, ampak omogoča tudi učinkovito rabo odpadnih surovin. Vendar pa je pomembno, da njegova uporaba spoštuje načela trajnosti, da se izognemo negativnim vplivom na naravo in okolje.

Čeprav so prednosti teh virov energije očitne, se soočamo tudi z izzivi. Potrebna so večja vlaganja v raziskave in razvoj novih tehnologij ter v infrastrukturo, ki bo omogočala učinkovitejšo rabo energije. Prav tako imajo zakonodajne pobude in politična volja ključno vlogo pri doseganju ciljev energetskega prehoda. Treba je ustvariti ugodno okolje za vlaganje v obnovljive vire ter izobraževati in informirati državljane o pomenu prehoda na zeleno energijo.

Dolgoročna uspešnost uporabe obnovljivih virov energije ni odvisna samo od tehnologije, temveč tudi od družbene odgovornosti, politične volje in skupne zavezanosti. Da bi zagotovili trajnost tega prehoda na zelene vire energije, je pomembno, da vsi sektorji družbe – od vlade, industrije do navadnih državljanov – prepoznajo pomen tega prehoda in aktivno prispevajo.

Nenazadnje je gotovo, da bomo, če se bomo še naprej ukvarjali z razvojem obnovljivih virov energije, prispevali k ustvarjanju trajnostnega energetskega sistema, ki ne bo odvisen od fosilnih goriv in bo omogočal boljšo prihodnost za vse nas. Obnovljivi viri niso le tehnologija ali sektor – so temeljni del življenjskega okolja, ki ga želimo zapustiti prihodnjim generacijam.

NEPN 2024 kaže, da je slovenska energetska politika osredotočena na nenehno povečevanje obnovljivih virov energije kot glavnega gonilnika energetske transformacije. Z zastavljanjem ciljev in ukrepov Slovenija gradi trajnostni energetski sistem, ki bo do poletja 2050 dosegel ogljično nevtralnost.

Raziskava, opravljena v tem delu, kaže, da lahko povečana uporaba obnovljivih virov energije igra ključno vlogo pri zmanjševanju odvisnosti Slovenije od fosilnih goriv in doseganju ciljev Nacionalnega energetskega in podnebne načrta. Če bodo predvideni ukrepi v celoti izvedeni, lahko Slovenija doseže cilj podnebne nevtralnosti do leta 2050, pri čemer bodo obnovljivi viri energije postali eden od stebrov njenega energetskega sistema.

12. Summary

The transition to renewable energy sources has become an inevitable step in the process of creating a more sustainable and environmentally friendly society. The thesis presents various forms of renewable energy sources, such as solar energy, wind energy, biomass and biogas, which already play an important role in reducing greenhouse gas emissions and achieving energy security. As the world increasingly strives to reduce its dependence on fossil fuels, it is clear that renewable sources have a key role to play in shaping the energy future.

Due to technological advances and the reduction of the cost of manufacturing solar panels, solar energy is increasingly being used. Although the potential of this energy is enormous, much more needs to be invested in infrastructure and smart energy systems that will enable optimal production and consumption. Similarly, wind energy, which is most efficient in certain geographical areas, offers enormous opportunities, but still faces challenges related to integration into the existing energy system and local resistance to new projects.

Biomass and biogas also have great potential as forms of renewable energy, especially in the agricultural and industrial sectors. The use of biomass not only contributes to reducing carbon dioxide emissions, but also enables the efficient use of waste materials. However, it is important that its use respects the principles of sustainability in order to avoid negative impacts on nature and the environment.

Although the advantages of these energy sources are obvious, we also face challenges. Greater investment is needed in research and development of new technologies and in infrastructure that will enable more efficient use of energy. Legislative initiatives and political will also play a key role in achieving the goals of the energy transition. It is necessary to create a favorable environment for investing in renewable sources and to educate and inform citizens about the importance of the transition to green energy.

The long-term success of the use of renewable energy sources does not only depend on technology, but also on social responsibility, political will and shared commitment. To ensure the sustainability of this transition to green energy sources, it is important that all sectors of society – from government, industry to ordinary citizens – recognize the importance of this transition and actively contribute.

Finally, it is certain that by continuing to engage in the development of renewable energy sources, we will contribute to creating a sustainable energy system that will not depend on fossil fuels and will enable a better future for all of us. Renewables are not just a technology or a sector – they are a fundamental part of the living environment that we want to leave to future generations.

The NEPN 2024 shows that Slovenian energy policy is focused on the continuous increase of renewable energy sources as the main driver of the energy transformation. By setting goals and measures, Slovenia is building a sustainable energy system that will achieve carbon neutrality by the summer of 2050.

The research conducted in this work shows that increased use of renewable energy sources can play a key role in reducing Slovenia's dependence on fossil fuels and achieving the goals of the National Energy and Climate Plan. If the envisaged measures are fully implemented, Slovenia can

achieve the goal of climate neutrality by 2050, with renewable energy sources becoming one of the pillars of its energy system.

13. Viri

1. Lehrman, Robert L. (1973). The Physics Teacher: Energy is not the ability to do work. Str. 15–18. <https://doi.org/10.1119/1.2349846> (05.08.2024.)
2. Kalea, M. (2014). Obnovljivi izvori energije: energetski pregled, Kiklos, Zagreb.
3. Udovičić, B. (1993). Energetika, Školska knjiga, Zagreb.
4. Šikić, L. 2016: Energija sunca i solarne inovacije za budućnost. Veleučilište u Šibeniku, Šibenik. Medmrežje: file:///C:/Users/pc/Downloads/sikic_lana_vus_2016_speci_struc.pdf (05.08.2024.)
5. Vlada Republike Slovenije (2024), Posodobljeni celoviti nacionalni energetski in podnebni načrt Republike Slovenije. Medmrežje: <https://www.gov.si teme/obnovljivi-viri-energije/>
6. Opričić, M. 2011: Energetska efikasnost I obnovljivi izvori energije. Medmrežje: <https://www.scribd.com/doc/142107026/Obnovljivi-Izvori-Energije-Seminarski-Rad#scribd> (05.08.2024.)
7. Nemeš, S. 2007: Obnovljivi izvori energije. Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad Medmrežje: [https://www.df.uns.ac.rs/wp-content/uploads/publikacije/snezana_nemes_-_diplomski_rad_\(d-481\).pdf](https://www.df.uns.ac.rs/wp-content/uploads/publikacije/snezana_nemes_-_diplomski_rad_(d-481).pdf) (05.08.2024.)
8. Direktiva 2001/77/EC Europski parlament i Vijeće o promicanju uporabe električne energije iz obnovljivih izvora energije na unutarnjem tržištu električne energije, 2001.
9. Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian M.D., Wagner, N., Gorini, R. (2019.). Energy Strategy Reviews: The role of renewable energy in the global energy transformation, 24: 38-50 <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.01.006>
10. Dreyer, I., Stang, G. (2013). What energy security for the EU. European Union Institute for Security Studies (EUISS) Medmrežje: <https://www.jstor.org/stable/resrep06806> (07.08.2024.)
11. Bull, S. R. (2001). Renewable Energy Today and Tomorrow: Progress in renewable energy technologies, 89: 1216 – 1226
12. Šmič, N. 2017: Primjena obnovljivih izbora energije. Sveučilište u Zagrebu, Varaždin.
13. Granić, G. (2010.). Kako Promišljati Energetsku Budućnost?. Zagreb, Poslovna biblioteka, Energy Institute Hrvoje Pozar.
14. Hansen, J., Sato, M., Kharecha, P., Beerling, D., Berner, R., Masson-Delmotte, V. (2008.). Target Atmospheric CO₂: Where Should Humanity Aim? 2: 217-231 <https://repozitorij.gfv.unizg.hr/islandora/object/gfv%3A255/datastream/PDF/view> (05.08.2024.)
15. Medmrežje 1: <https://www.esvet.si/drugi-viri-energije/vetrna-energija> (03.03.2025)
16. Quaschnig, V. (2005.). Understanding Renewable Energy Systems: Renewable Energies. London, EARTHSCAN, 20 str.
17. Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K., Tignor, M., Miller, H. (2007): Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Cambridge University Press, NY, USA, 996.
18. Šljivac, D.; Šimić Z. (2007). Obnovljivi izvori energije s osvrtom na štednju, Elektrotehnički fakultet Osijek.
19. Šljivac, D. (2005) Osnove energetike i ekologije: Nastavni materijali, Elektrotehnički fakultet Osijek.
20. Medmrežje 2, https://topsol.si/soncne_elektrarne/zgradba_in_delovanje_soncne_elektrarne/ (22.02.2025.)
21. Jekić, L. Načini pretvorbe energije vodotoka u električnu energiju. Medmrežje: <https://www.obnovljivi.com/energija-vode/57-nacini-pretvorbe-energije-vodotoka-u-elektricnu-energiju?showall=1> (25.02.2025)
22. Krenk, I., (2016). Obnovljivi izvori energije. University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu. Medmrežje: <https://zir.nsk.hr/islandora/object/vuka%3A504/datastream/PDF/view> (04.03.2025)
23. Dhanola, A., Garg, H.C., (2020). Engineering Failure Analysis: Tribological challenges and advancements in wind turbine bearings: A review 118 <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2020.104885>

24. Roga, S., Bardhan, S., Kumar, Y., Dubey S.K., (2022). Sustainable Energy Technologies and Assessments: Recent technology and challenges of wind energy generation: A review 52
<https://drive.google.com/file/d/1tNw7R9EsiJwI7rbHNXV8c5Lr-h8FZNyr/view>
25. Ministarstvo za okolje, podnebje in energijo. Medmrežje: <https://www.energetika-portal.si/nc/novica/n/otvoritev-najvecje-soncne-elektrarne-v-sloveniji/> (25.02.2025)
26. Trajnostna energija, Biomasa. Medmrežje: <https://www.trajnostnaenergija.si/Trajnostna-energija/Proizvajajte/Obnovljivi-viri-energije/Vse-o-obnovljivih-virih-energije/biomasa> (03.03.2025)
27. Rman, N., (2024). V Sloveniji številne priložnosti geotermalne energije. Medmrežje: <https://www.zelenaslovenija.si/esg/v-sloveniji-stevilne-priloznosti-geotermalne-energije-esg-188/> (03.03.2025)
28. Medmrežje 3: <https://www.he-ss.si/he-krsko-splosno.html> (03.03.2025)