

INTERNACIONALNI UNIVERZITET TRAVNIK

FAKULTET POLITEHNIČKIH NAUKA,ELEKTROENERGETIKA

ZAVRŠNI RAD

**UTJECAJ OBNOVLJIVIH IZVORA
ELEKTRIČNE ENERGIJE NA OKOLIŠ**

Ivan Iličić

Travnik, srpanj 2019.

INTERNACIONALNI UNIVERZITET U TRAVNIKU
FAKULTET POLITEHNIČKIH NAUKA, ELEKTROENERGETIKA

Preddiplomski studij: **Elektroenergetika**

Smjer: **Elektroenergetika**

Oznaka programa:

Ime i prezime: Ivan Iličić

Broj indeksa:

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Naslov: **UTJECAJ OBNOVLJIVIH IZVORA ELEKTRIČNE ENERGIJE
NA OKOLIŠ**

Zadatak: Obnovljivi izvori električne energije su izvori energije koji uzimaju energiju iz prirode i mogu se obnavljati. Danas se sve više koriste zbog svoje neškodljivosti za okoliš. Najčešće se koriste energija vjetra, sunca i vode. Korištenjem izabrane literature, potrebno je proučiti i podrobno opisati osnovne vrste i princip rada obnovljivih izvora električne energije s posebnim naglaskom na njihov utjecaj na okoliš.

Prijava rada: 16. srpnja 2019.

Rok za predaju rada: 19. srpnja 2019.

Rad predan: 19. srpnja 2019.

Datum obrane: 19.srpnja 2019

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. ENERGIJA VJETRA	2
2.1. Općenito o vjetroelektranama	2
2.2. Vrste vjetroelektrana	4
2.2.1. Kopnene vjetroelektrane	4
2.2.2. Priobalne vjetroelektrane	5
2.3. Vrste vjetroturbina	6
2.4. Osnovni dijelovi vjetroagregata	7
2.5. Utjecaj vjetroelektrana na okoliš	8
2.5.1. Utjecaj buke	8
2.5.2. Utjecaj na ornitofaunu	9
2.5.3. Utjecaj na krajobraz	10
2.5.4. Nastajanje otpada	10
3. ENERGIJA SUNCA	12
3.1. Općenito o solarnim elektranama	12
3.2. Fotonaponske elektrane	12
3.3. Solarne termalne elektrane	15
3.4. Utjecaj solarnih elektrana na okoliš	17
3.4.1. Utjecaj na krajobraz	17
3.4.2. Utjecaj na biljni i životinjski svijet, zaštićena područja prirode, ekološku mrežu staništa	18
3.4.3. Utjecaj na kvalitetu zraka	18
3.4.4. Utjecaj uslijed nastanka i gospodarenje otpadom	20
4. ENERGIJA VODE	22
4.1. Općenito o hidroelektranama	23

4.2. Osnovne karakteristike malih hidroelektrana	25
4.2.2. Osnovni dijelovi male hidroelektrane	26
4.3. Utjecaj malih hidroelektrana na okoliš	27
4.3.1. Hidrološki režim	27
4.3.2. Sedimentacija	29
4.3.3. Kakvoća vode	30
5. ZAKONSKI OKVIRI	32
5.1. Procjena utjecaja na okoliš	32
6. ZAKLJUČAK	34
LITERATURA	35
SAŽETAK	37
SUMMARY	38

1. UVOD

Potreba za energijom u svijetu neprestano raste. Električna energija je najkorisniji oblik energije zbog mogućnosti jednostavnog pretvaranja u ostale oblike energije. Različiti izvori energije imaju različite utjecaje na okoliš u kojem se ti izvori energije proizvode, transportiraju ili koriste. U radu će biti predstavljen i istraživan utjecaj obnovljivih izvora energije na okoliš kroz obradu energije vjetra, sunca i vode. Istražuje se mogući negativan utjecaj proizvodnje energije iz vjetra na ptičje populacije, vizualno zagađivanje okoliša, uništavanje netaknute prirode gradnjom pristupnih cesta do vjetrenjača i generiranje zvuka niske frekvencije koji negativno utječe na zdravlje ljudi. Nadalje će u radu biti objašnjeno kako energija Sunca ima ogroman potencijal, te kako bi zbog male iskoristivosti bilo potrebno prekriti velike površine da se dobije iole ozbiljnija količina iskoristive energije. Takvo rješenje ekološki je prihvatljivo samo u područjima u kojima nema vegetacije, u pustinjama, a u „zelenim“ područjima to bi stvorilo preveliki negativni učinak na okoliš. U radu će se također istražiti premisa da sami infrastrukturni objekti malih hidroelektrana mogu znatno utjecati na okoliš. Tako se gradnjom brana poplavljaju velike površine i dižu razine podzemnih, presijecaju se prirodni tokovi vode i time presijecaju rute kretanja pojedinih vodenih životinja.

Svrha rada je dokazati kako proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora ima puno manje negativan utjecaj na okoliš nego proizvodnja iz neobnovljivih izvora(fosilna goriva, biogoriva, nuklearni izvori energije). Ipak, ni obnovljivi izvori energije ne pružaju u potpunosti ekološko prihvatljivo rješenje. Problem istraživanja je kompleksan zbog iznimnog rasta potražnje za električnom energijom i istovremenog neprestanog rasta zagađenja okoliša. Ovakva dinamika predstavlja prijetnju uništenjem okoliša u svijetu pa tako i u Hrvatskoj. Predmet istraživanja rada su svi važniji činitelji, koji izravno ili neizravno negativno utječu na okoliš, a vezani su uz obnovljive izvore energije.

Ovaj rad ima za cilj opisati važnost i značenje vjetra, hidro i solarnih elektrana u proizvodnji električne energije te njihov utjecaj na okoliš. Još jedan od općih ciljeva ovog istraživanja jest ponuditi sliku stanja utjecaja obnovljivih izvora energije na okoliš, definirati mogućnosti i ograničenja u očuvanju okoliša.

1. ENERGIJA VJETRA

Energija vjetra je transformirani oblik sunčeve energije. Sunce neravnomjerno zagrijava različite dijelove Zemlje i to rezultira različitim tlakovima zraka, a vjetar nastaje zbog težnje za izjednačavanjem tlakova zraka. Postoje dijelovi Zemlje na kojima pušu takozvani stalni (planetarni) vjetrovi i na tim područjima je iskorištavanje energije vjetra najisplativije. Dobre pozicije su obale oceana i pučina mora. Pučina se ističe kao najbolja pozicija zbog stalnosti vjetrova, ali cijene instalacije i transporta energije koče takvu eksploataciju. Kod pretvorbe kinetičke energije vjetra u mehaničku energiju (okretanje osovine generatora) iskorištava se samo razlika brzine vjetra na ulazu i na izlazu. Albert Betz, njemački fizičar dao je još davne 1919. godine zakon energije vjetra, a koji je publiciran 1926. godine u knjizi "Wind-Energie". Njime je dan kvalitativni aspekt znanja iz mogućnosti iskorištavanja energije vjetra i turbina na vjetar. Njegov zakon kaže da možemo pretvoriti manje od 16/27 ili 59 % kinetičke energije vjetra u mehaničku energiju pomoću turbine na vjetar. 59 % je teoretski maksimum, a u praksi se može pretvoriti između 35 % i 45 % energije vjetra.

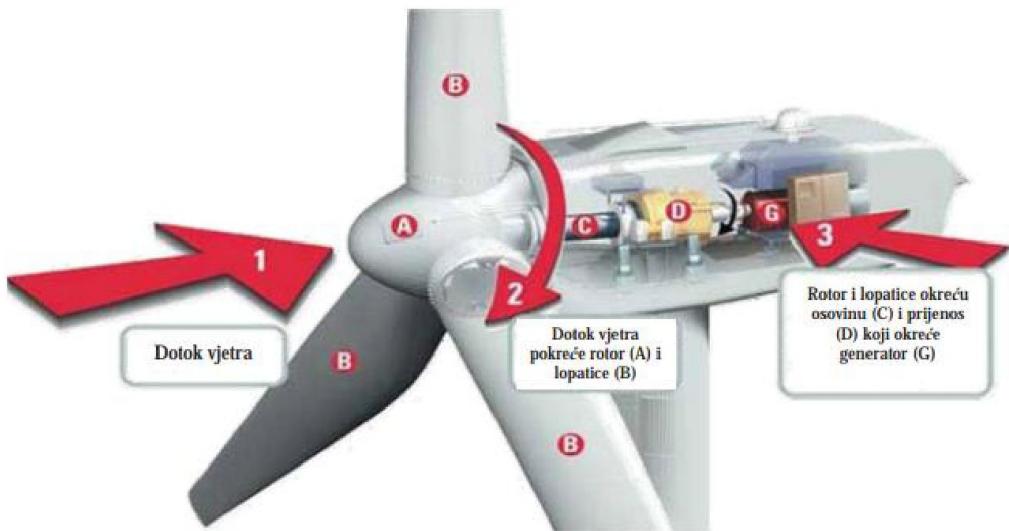
Kao dobre strane iskorištavanja energije vjetra ističu se visoka pouzdanost rada postrojenja, nema troškova za gorivo i nema zagađivanja okoline. Loše strane su visoki troškovi izgradnje i promjenjivost brzine vjetra (ne može se garantirati isporučivanje energije). Za domaćinstva vrlo su interesantne male vjetrenjače snage do nekoliko desetaka kW. One se mogu koristiti kao dodatni izvor energije ili kao primarni izvor energije u udaljenim područjima. Kad se koriste kao primarni izvor energije nužno im se dodaju baterije (akumulatori) u koje se energija spremi kad se generira više od potrošnje. Velike vjetrenjače često se instaliraju u park vjetrenjača i preko transformatora spajaju se na električnu mrežu.

1.1. Općenito o vjetroelektranama

Vjetroelektrane su jedne od najzastupljenijih obnovljivih izvora energije. Kao što i sama riječ kaže, električna energija u vjetroelektranama se proizvodi uz pomoć vjetra. No, što je uopće vjetar i kako nastaje? Vjetar je (vodoravno) strujanje zračnih masa koje nastaje uslijed razlike temperature, odnosno tlakova. Kada se zrak zagrije, on se širi, postaje lakši i diže se uvis, a hladniji zrak dolazi na njegovo mjesto.

Pojam vjetroelektrana podrazumijeva sustav za transformaciju energije gibajuće zračne mase, odnosno vjetra u električnu energiju posredstvom vjetroturbine i električnog generatora.

Vjetroagregati rade na jednostavnom principu. Energija vjetra zakreće posebno dizajnirane lopatice koje su spojene na sporookretnu osovinu. Iz tehničkih razloga i kako vjetroagregat ne bi stvarao veliku buku, sporookretna osovina radi između 30-60 rotacija po minuti. Kako je ta brzina nedovoljna za rad generatora, koristi se prijenosnik kojim se dobiva puno veća rotacijska brzina na brzookretnoj osovini koja je spojena na generator te on proizvodi električnu energiju. Na taj način od početne kinetičke energije, preko mehaničke, dolazimo do električne energije. Ostali dijelovi vjetroagregata, kao što su: vjetrokaz, uređaj za praćenje smjera vjetra, sustav upravljanja putem zakretanja lopatica, služe za optimizirano korištenje energije vjetra. U slučaju nužde, za zaustavljanje vjetroagregata se koristi kočnica.



Slika 2.1. Osnovni princip rada vjetroagregata [1]

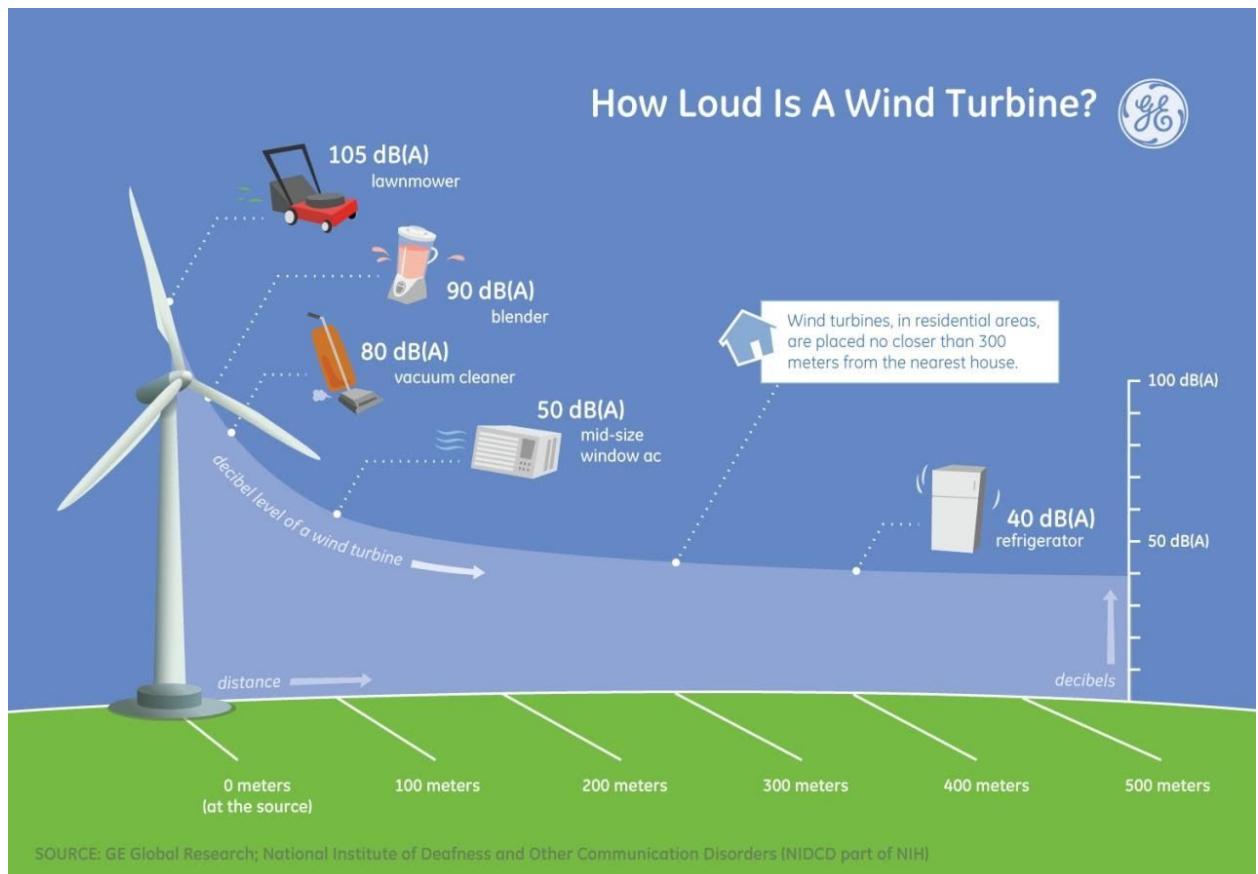
Prve vjetrenjače izumljene su oko 8. stoljeća nove ere na području današnjeg Irana. Uglavnom su se koristile za pumpanje vode i mljevenje žitarica. James Blyth, škotski znanstvenik, krajem 19. stoljeća konstruira prvu vjetroturbinu te na taj način započinje revoluciju u dobivanju električne energije. Tijekom 19. i 20. stoljeća tehnologija napreduje, ali prava revolucija u razvoju vjetroelektrana kreće 70-ih godina prošlog stoljeća zbog ogromnog skoka cijene nafte. Kako se svijest o zaštiti prirode razvijala i kako je tehnologija napredovala, udio vjetroelektrana u proizvodnji električne energije je rastao. Danas one čine oko 30 % proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora s tendencijom porasta udjela. Kina, SAD, Njemačka i Indija su države s najvećom proizvodnjom električne energije iz

vjetroelektrana. Najveći vjetropark na svijetu je Gansu, koji se nalazi u Kini te ima instaliranu snagu od 7965 MW, a planira se nadograditi do 20 GW. U početku su vjetroelektrane bile isključivo kopnene, a s vremenom su se počele graditi i priobalne. Velika Britanija i Njemačka su vodeće države ukoliko gledamo instaliranu snagu priobalnih vjetroelektrana. Većina tih vjetroelektrana se nalaze u Sjevernom moru.

1.2. Vrste vjetroelektrana

1.2.1. Kopnene vjetroelektrane

Zastupljenost kopnenih i priobalnih vjetroelektrana u današnjem svijetu je podjednaka, no u budućnosti se predviđa da će priobalne vjetroelektrane preuzeti dominaciju. Glavna prednost kopnenih vjetroelektrana je cijena izgradnje. Znatno je niža od cijene priobalnih vjetroelektrana. Emisije štetnih plinova također su niže zbog jednostavnije izgradnje i kraćeg transporta dijelova. Zbog manje udaljenosti između vjetroelektrane i potrošača pad napona je manji. Kao glavni nedostatak kopnenih vjetroelektrana ističe se vizualno zagađenje. No, iako nekima smetaju, mnogi ljudi ih pozitivno doživljavaju. Ljepota je u oku promatrača. Na primjer, vjetropark Whitelee u Škotskoj godišnje privuče oko 100 tisuća turista koji pritom plaćaju ulaznice za ulaz u vjetropark. Kopnene vjetroelektrane nisu pouzdan izvor električne energije zbog ogromnih oscilacija, odnosno nepredvidivosti u brzini i smjeru vjetra tijekom godine. To je izuzetno loše pri planiranju opterećenja elektroenergetskog sustava. Jedan od nedostataka ove vrste elektrane je stvaranje buke koja može ometati normalan život stanovnika. No taj problem je zanemariv jer se vjetroparkovi uglavnom ne izgrađuju blizu većih naselja, a i problem buke se riješava s napretkom tehnologije. Na Slici 2.2 možemo vidjeti kako je razina buke zanemariva već na nekoliko stotina metara od vjetroelektrane.

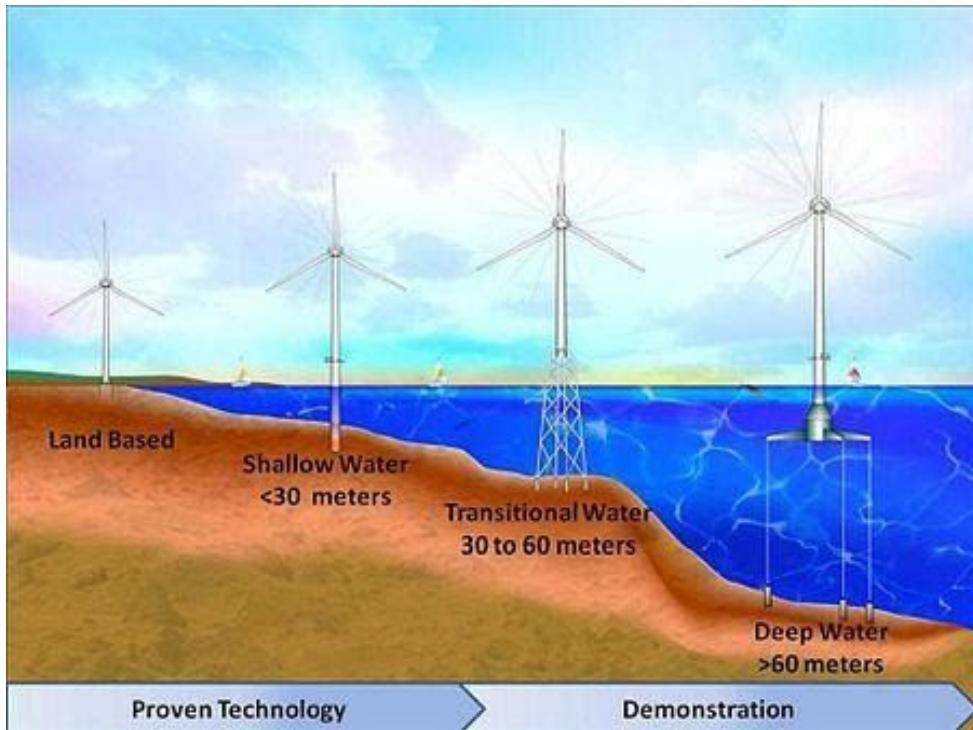


Slika 2.2. Razina buke s obzirom na udaljenost od vjetroagregata [2]

1.2.2. Priobalne vjetroelektrane

Najveća prednost priobalnih vjetroelektrana u odnosu na kopnene je njihova veličina, a time i posljedično instalirana snaga. Na moru nema prepreka kao što su planine i građevine koje blokiraju vjetar što znači da vjetar dolazi većom brzinom na vjetroturbinu. Rezultat toga je da je potrebno manje turbina nego na kopnu za proizvodnju jednake količine električne energije. Pri izgradnji priobalnih vjetroelektrana se pazi da ne budu na nekoj prometnoj morskoj ruti, području bogatom ribom ili području od posebnog prirodnog značaja. Kao glavni nedostatak se ističe cijena izgradnje. Razlozi su već navedeni, troškovi transporta i izgradnje u težim uvjetima. Također, potrebno je položiti podvodne kablove, jer se na taj način energija prenosi do kopna. Spomenimo još da su i cijene održavanja znatno veće zbog utjecaja valova i snažnijih vjetrova na samu vjetroelektranu. Otklanjanje potencijalnih

problema može stvarati probleme zbog udaljenosti od kopna. Kod priobalnih vjetroelektrana uglavnom se radi o plutajućim platformama koje su usidrene ili privezane za morsko dno.



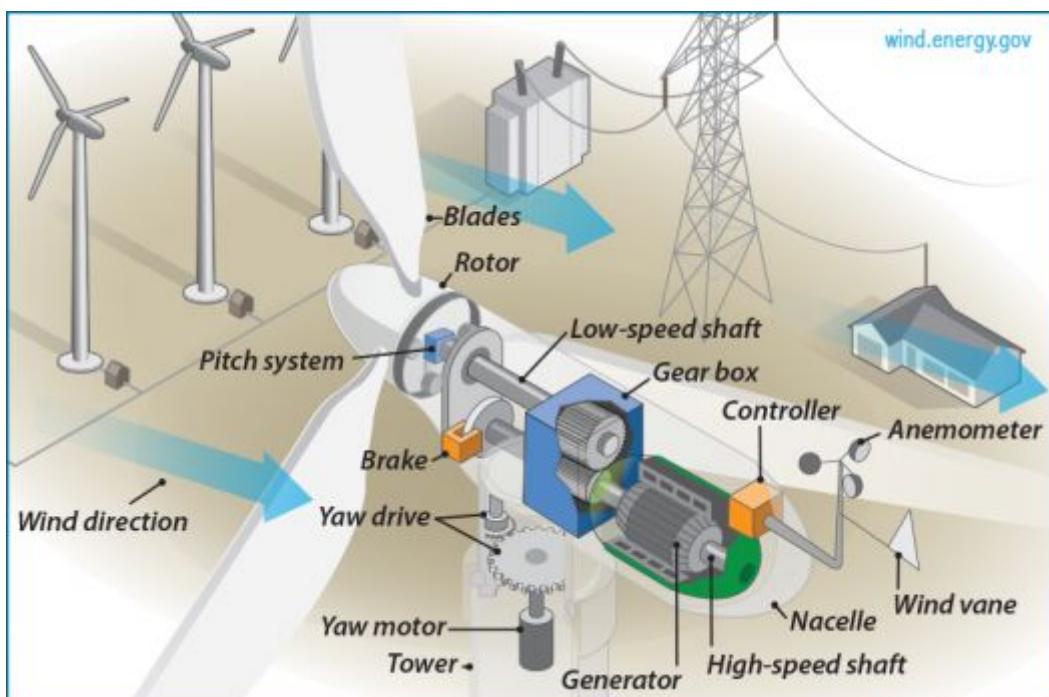
Slika 2.3. Vrste priobalnih vjetroagregata s obzirom na učvršćenje na tlo [3]

1.3. Vrste vjetroturbina

Vjetroelektrane na kopnu možemo podijeliti u dvije glavne skupine: Vjetroturbine s vertikalnom osi i vjetroturbine sa horizontalnom osi. Čak 99 % kopnenih vjetroelektrana imaju vjetroturbine s horizontalnom osi, pri čemu 99 % zadnje navedenih vjetroturbina ima 3 lopatice, dok preostalih 1 % uglavnom ima 2 lopatice. Vjetroelektrane s jednom lopaticom i druge izvedbe su u zanemarivom broju te nisu ni vrijedne spomena. Najpoznatije vjetroturbine sa vertikalnom osi su Savonius-ova i Darrieus-ova turbina. Vjetroturbine s vertikalnom osi se koriste na područjima s manjim brzinama vjetra te u stambenim područjima. Njihova glavna prednost je što koriste vjetar iz svih smjerova. Vjetroturbine s vodoravnom osi su danas najzastupljeniji tip vjetroturbina. Moderni vjetrogeneratori s vodoravnom osi mogu imati jednu, dvije ili tri lopatice rotora. Uobičajeno se ne koristi više od tri lopatice. Koristeći manji broj lopatica možemo smanjiti potrebu za materijalom tijekom

proizvodnje. Rotori s jednom lopaticom moraju imati protumasu na suprotnoj strani rotora. Rotori s jednom lopaticom nemaju mirno kružno kretanje i zato dolazi do većeg naprezanja materijala. Na svijetu postoji samo par prototipova rotora s jednom lopaticom i nije za očekivati da će se to uskoro promijeniti. Optimalni energetski stupanj iskoristivosti rotora s tri lopatice je malo veći od rotora s dvije lopatice. Rotori s tri lopatice imaju optički mirniji rad i bolje se uklapaju u okoliš. Bitno je napomenuti da imaju bolju mehaničku stabilnost i bolju raspodjelu aerodinamičkih sila. Dok je jedini nedostatak rotora s tri lopatice u tome što zahtijevaju više materijala za proizvodnju.

1.4. Osnovni dijelovi vjetroagregata



Slika 2.4. Osnovni dijelovi vjetroagregata [4]

Glavni dijelovi vjetroagregata su:

- **Anemometar** (engl. Anemometer) - mjeri brzinu vjetra i šalje podatke o brzini vjetra upravljaču,
- **Lopatica** (engl. Blades) - dižu se i rotiraju kada vjetar puše u njih te uzrokuju rotaciju rotora. Većina vjetroagregata ima dvije ili tri lopatice,

- **Kočnica** (engl. Brake) - zaustavlja rotor mehanički, električki ili hidraulički u slučaju nužde,
- **Upravljač** (engl. Controller) - pokreće uređaj na brzinama oko 20 km/h te ga gasi na brzinama oko 90 km/h. Vjetroagregat ne radi pri velikim brzinama vjetra jer može doći do različitih oštećenja,
- **Prijenosnik** (engl. Gear box) - povezuje sporookretnu osovinu sa brzookretnom osovinom te povećava rotacijsku brzinu sa otprilike 30-60 rotacija po minuti (o/min) od 1000 do 1800 okretaja po minuti (o/min). Zadnje navedena rotacijska brzina je potrebna većini generatora kako bi mogli proizvoditi električnu energiju,
- **Generator**- pretvara mehaničku energiju u električnu,
- **Brzookretna osovina** (engl. High-speed shaft) - pogoni generator,
- **Sporookretna osovina** (engl. Low-speed shaft) - okreće se brzinom od 30-60 o/m,
- **Kućište** (engl. Nacelle) - nalazi se na vrhu stupa te sadrži prijenosnik, osovine, generator, upravljač i kočnicu,
- **Sustav upravljanja putem zakretanja lopatica** (engl. Pitch) - lopatice se namještaju na položaj pri kojem će iskoristivost vjetra odnosno proizvodnja električne energije biti optimalna,
- **Rotor** - sastoji se od lopatica i glavine kotača,
- **Toranj** (engl. Tower) - napravljen od cjevastog željeza ili betona. Brzina vjetra se povećava s visinom i iz tog razloga viši tornjevi omogućuju veću proizvodnju električne energije,
- **Vjetrokaz** (engl. Wind vane) - mjeri smjer vjetra te komunicira sa uređajem za praćenje smjera vjetra radi optimizacije proizvodnje,
- **Uredaj za praćenje smjera vjetra** (engl. Yaw drive) - glavni zadatak navedenog uređaja je uhvatiti što više vjetra okretanjem turbine,
- **Motor uređaja za praćenje smjera vjetra** (engl. Yaw motor) - pogoni uređaj za praćenje smjera vjetra.

1.5. Utjecaj vjetroelektrana na okoliš

1.5.1. Utjecaj buke

Tijekom izgradnje zahvata vjetroelektrane dolazi do privremenog povećanja buke od građevinskih strojeva i prijevoznih sredstava koji će se koristiti za prijevoz građevinskog materijala i opreme [5].

Povećana razina buke na lokaciji zahvata je neminovna, privremenog je karaktera i predstavlja kratkotrajan utjecaj, dominantan na samoj lokaciji zahvata. Najviše dopuštene razine vanjske buke koja se javlja kao posljedica rada gradilišta moraju biti u granicama [5].

Prilikom izvođenja radova moraju biti osigurani odgovarajući uvjeti koji podrazumijevaju korištenje ispravne i održavane mehanizacije, te pridržavanje projekta organizacije gradilišta kako bi se razina buke održala u granicama dopuštenim za lokaciju zahvata, odnosno da buka ne ugrožava zdravlje ljudi. Ukoliko se ukaže potreba za izvođenjem građevinskih radova tijekom noćnog razdoblja, potrebno je provesti mjerenje buke u vanjskom prostoru ispred bukom najugroženijih stambenih objekata i najbližih naselja [3].

Buka koju proizvodi rad vjetroelektrana općenito nastaje iz dva razloga. Prva je mehanička buka nastala radom pokretnih dijelova vjetroagregata, a druga je aerodinamička buka nastala gibanjem lopatica elise kroz zrak. Mehanička buka nastaje kao posljedica rada pokretnih dijelova i rada elektroinstalacija [3].

U novim izvedbama vjetroelektranskih generatora mehanička je buka vrlo mala, uglavnom je niske frekvencije, a nastaje kao rezultat sporo-rotirajućih dijelova, ležajeva, hidrauličkih i rashladnih sustava, te rada elektrouređaja na frekvenciji mreže. Zbog karaktera nastanka ova buka pokazuje tonalne komponente, ali šireg spektra. Suvremenim konstrukcijskim rješenjima s direktnim prijenosom rotacije na osovinu generatora, korištenjem fleksibilnih materijala i elastičnim spajanjem, zvučnom izolacijom kućišta te antirezonantnim sustavima ovakva buka se vrlo efikasno eliminira. Stoga se ova buka kod suvremenih vjetrogeneratora ne smatra kritičnom u projektiranju VE [3].

1.5.2. Utjecaj na ornitofaunu

Jedan od negativnih utjecaja na okoliš vjetroturbina je ubijanje ptica i šišmiša. Nova studija pokazuje da njemačke VE ubijaju značajan broj šišmiša, ponajviše ne kad se zatele među elise, nego zbog nagle promjene tlaka zraka iza turbine, koji izaziva oštećenja njihovih unutarnjih organa. Stradaju šišmiši sa šireg područja, njihov broj je iznad granice održivosti i potrebna je međunarodna akcija [3].

Međutim, taj problem je lako rješiv. Šišmiši su najaktivniji u sumrak, te naročito u vrijeme jesenskih migracija. Isključivanje turbina u to doba tijekom jednog do dva sata drastično bi smanjilo učestalost fatalnih ozljeda šišmiša, uz male gubitke za kompanije koje upravljaju turbinama [4].

Problem zalijetanja ptica u rotore pokazao se puno manjim od očekivanog jer ptice percipiraju pokretne predmete i reagiraju izmicanjem, stoga su dalekovodi za ptice puno opasniji. Također, podrazumijeva se da se vjetroelektrane ne mogu graditi u rezervatima i parkovima prirode [4].

1.5.3. Utjecaj na krajobraz

U kontekstu vrijednosti krajobraza po estetskim kriterijima valorizacije procjenjuje se da osnovna vrijednost počiva u nenarušenom međuodnosu dominantno prirodnog krajobraza šumsko šikarastog tipološkog izraza i kultiviranog krajobraza. Najveći utjecaj na strukturu krajobraza ima uglavnom izgradnja pristupnog ili pristupnih puteva [5].

Izgradnjom zahvata dolazi do uklanjanja vegetacije i trajnog gubitka pojedinih tipova površinskog pokrova koji se nalaze u koridoru prometnica ili unutar područja planiranih platoa. Pojedini tipovi površinskog pokrova imaju i značajnu ekološku i strukturnu ulogu, pa se njihov gubitak može odraziti i na strukturne i vizualne značajke krajobraza. Nove prometnice imaju bitno drugačije tehničke zahtjeve od postojećih puteva i staza, a samim time unoše promjenu u postojeću strukturu puteva. Kako bi se utjecaj ublažio u najvećoj mogućoj mjeri koriste se postojeći putevi, a novi se izvode bez asfalta [3].

S druge strane, izgradnjom novih puteva povećava se postojeća unutrašnja povezanost područja i pristupačnost. Olakšanom pristupačnošću, povećava se i potencijal za revitalizaciju tradicionalnog načina korištenja – stočarstva, koje nije u sukobu s planiranim zahvatom, a

djelomično bi omogućuje očuvanje dijela tradicionalnih kulturnih strukturnih elemenata krajobraza [3].

1.5.4. Nastajanje otpada

Tijekom građenja vjetroelektrane nastaje neopasni i opasni otpad od ostataka građevnog materijala i ambalaže, te komunalni otpad kao posljedica rada i boravka osoba na gradilištu. Odlaganjem otpada na lokaciji zahvata može doći do nepovoljnih utjecaja na tlo, vode i okoliš u cjelini. Za sve vrste otpada koje će nastajati tijekom korištenja treba osigurati postupanje sukladno Zakonu o otpadu i na temelju njega usvojenim Pravilnikom o vrstama otpada i Pravilniku o gospodarenju otpadom. Mjere zaštite okoliša, uključuju uspostavu sustava odvojenog prikupljanja nastalog otpada po vrstama, te ugovaranje njihovog zbrinjavanja sa ovlaštenim skupljačima/obradivačima otpada, uz vođenje propisane dokumentacije [5].

Najveće količine otpada nastaju tijekom redovnog održavanja vjetroelektrane pri čemu nastaju određene količine opasnog otpada koji uključuje otpadna ulja i otpadne zauljene materijale, istrošene kondenzatore, akumulatore i slično [3].

Sav otpad koji nastaje tijekom korištenja vjetroelektrane potrebno je odvojeno sakupljati po pojedinim vrstama otpada u adekvatnim spremnicima koji su izrađeni na način da se spriječi rasipanje, isticanje ili isparavanje i kako moraju biti smješteni na vodonepropusnom i natkrivenom prostoru [3].

Zbrinjavanje pojedinih vrsta opasnog otpada treba ugovoriti s pravnom osobom koja posjeduje dozvolu za skupljanje, prijevoz i zbrinjavanje opasnog otpada [3].

Tijekom gradnje, redovitog rada i održavanja pogona vjetroelektrane nastaju sljedeće vrste otpada:

- **Otpadna mineralna ulja** – nastaju prilikom čišćenja i održavanja pogona, izmjena u sustavima za podmazivanje, hidrauličkim sustavima i transformatorima,
- **Zauljene krpe** – nastaju tijekom čišćenja i održavanja pogona,
- **Miješani metalni otpad** – nastaje povremeno uslijed zamjene istrošenih i dotrajalih dijelova, te tijekom rekonstrukcije postrojenja,
- **Miješani građevinski otpad** – nastaje tijekom građenja postrojenja,
- **Ambalažni otpad** – služi za držanje drugih proizvoda, isključujući ambalažu s ostacima opasnih tvari.

Najčešći otpad koji nastaje prilikom rada VE su otpadna ulja. Izmjena ulja za podmazivanje prijenosnog mehanizma provodi se svakih 18 mjeseci, s tim da interval izmjene ovisi o proizvodnji jedinice. Pri izmjeni nastaju količine od nekoliko stotina litara po proizvodnoj jedinici. Otpadna ulja sakupljaju se u predviđene posude neposredno uz mjesto nastajanja, te se zbrinjavaju preko ovlaštenih obradivača na odgovarajući način. Ostala ulja za podmazivanje i ulja iz hidrauličkih sustava zahtijevaju izmjenu svakih 5 godina, pri čemu nastaju manje količine (nekoliko desetaka litara) koje se zbrinjavaju na isti način kao i otpadna ulja [6].

2. ENERGIJA SUNCA

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

Sunčeve tehnologije široko se karakteriziraju kao pasivna sunčeva ili aktivna sunčeva, ovisno o načinu prikupljanja, pretvaranja i raspoređivanja sunčeve svjetlosti. Aktivne sunčeve tehnike uključuju primjenu fotonaponskih ploča i sunčevih toplinskih kolektora (s električnom ili mehaničkom opremom). Pasivne sunčeve tehnike uključuju orijentaciju zgrada prema suncu, odabir materijala s povoljnim svojstvima termalne mase ili svjetlosnim svojstvima raspršenja, te oblikovanjem prostora u kojima zrak prirodno kruži.

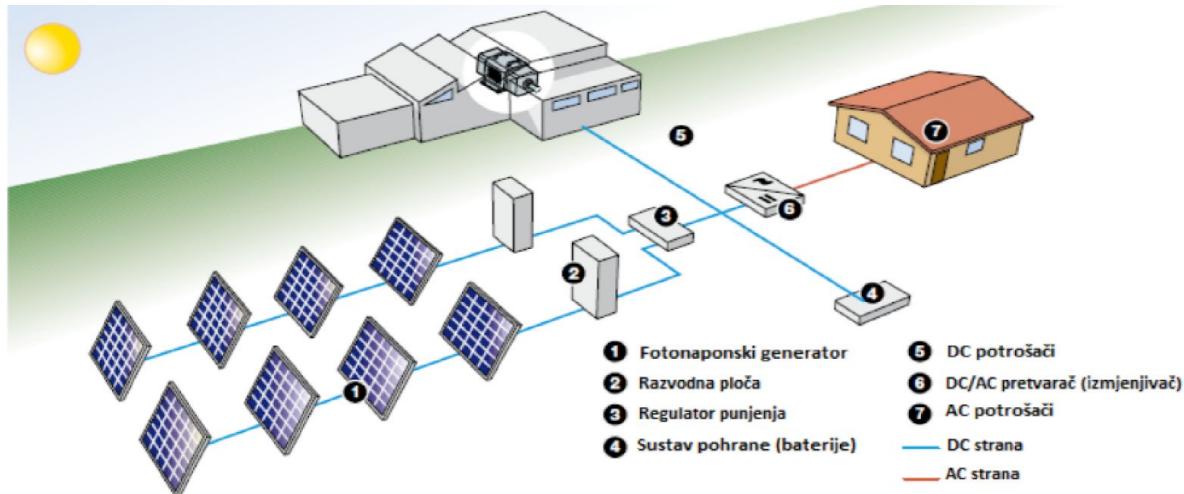
2.1. Općenito o solarnim elektranama

Solarne elektrane su bazirane na pretvorbi sunčeve svjetlosti u električnu energiju. Taj proces se odvija putem fotonaponskih sustava ili indirektno koristeći sustave koncentriranih sunčanih snaga. Sustavi koncentriranih sunčevih snaga koriste leće, zrcala i sustave za praćenje kako bi obuhvatili što veću površinu sunčeve svjetlosti u što manji snop. Jedna od najvećih koncentrirajućih solarnih termalnih elektrana je Agua Caliente u Arizoni te Solnova i Andasol koje su obje smještene u Španjolskoj. Sustavi koncentriranih sunčevih snaga su se prvi put pojavili 1980. godine i do danas se sve više koriste. Fotonaponski sustavi pretvaraju sunčevu svjetlost u električnu energiju putem fotoelektričnog učinka kod kojeg djelovanjem elektromagnetskog zračenja dovoljno kratke valne duljine dolazi do izbijanja elektrona iz obasjanog materijala. Najveća fotonaponska solarna elektrana na svijetu je smještena u pustinji Mojave u Kaliforniji.

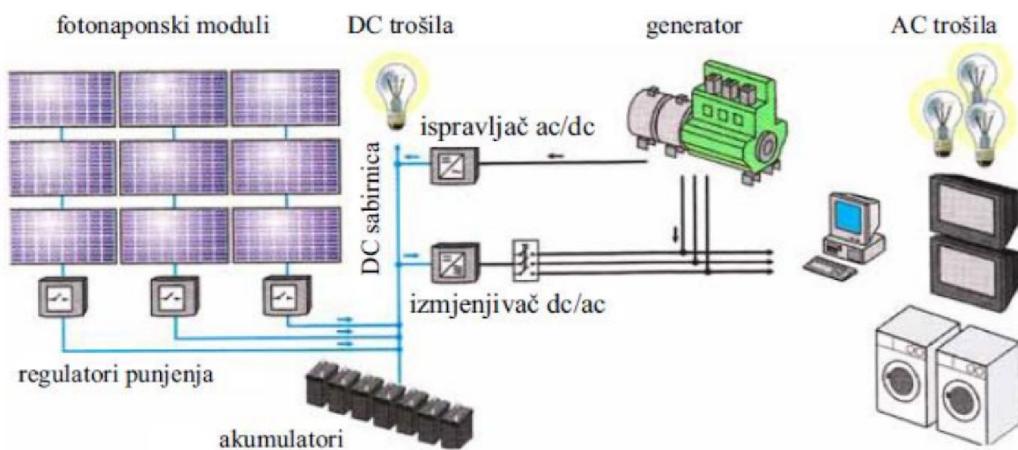
2.2. Fotonaponske elektrane

Fotonaponski sustav čini skup fotonaponskih modula i ostalih komponenata koji na određeni način napajaju potrošače električnom energijom dobivenom iz energije Sunčevog zračenja. Tu proizvedenu energiju možemo trošiti, skladištiti i prenositi u distribucijsku odnosno elektroenergetsku mrežu. Ovisno o tome gdje se ta proizvedena energija iskorištava,

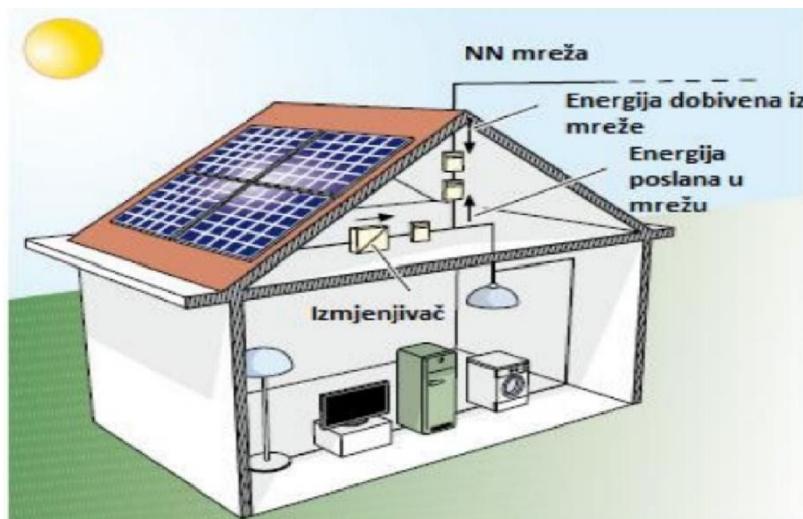
odnosno gledajući na tok energije od proizvodnje ka potrošnji, fotonaponske sustave možemo podijeliti u 3 skupine prikazane na Slikama 3.1 do 3.3.



Slika 3.1. Samostalni fotonaponski sustav [7]



Slika 3.2. Shema samostalnog hibridnog fotonaponskog sustava s generatorom [7]



Slika 3.3. Mrežni fotonaponski sustav [7]

Fotonaponska elektrana je fotonaponski sustav koji u sebi sadrži mrežni sustav zaslužan za prijenos proizvedene električne energije u elektroenergetski sustav. Fotonaponske elektrane vrše izravnu pretvorbu sunčeve energije u električnu te su na taj način najefikasnija verzija korištenja energije Sunca, ali zbog slabe efikasnosti i visoke cijene trenutno se ne koriste u velikoj mjeri. Fotonaponske čelije direktno pretvaraju solarnu energiju u električnu energiju, a uobičajeno se koriste tamo gdje nije moguće dovesti neki drugi izvor energije, npr. na satelitima, na znakovima uz ceste i slično. Dodatno se koriste za napajanje energijom malih potrošača, npr. džepnih kalkulatora. Fotonaponski efekt otkrio je francuski fizičar Alexandre-Edmond Becquerel 1839. godine. Fotonaponske čelije izgrađene su od dva sloja – pozitivnog i negativnog, a razlika potencijala između ta dva sloja ovisi o intenzitetu solarnog zračenja. Solarna energija stiže na Zemlju u obliku fotona. Prilikom pada na površinu solarne čelije ti fotoni predaju svoju energiju panelu i na taj način izbijaju negativno nabijene elektrone iz atoma. Izbijeni elektroni kreću se prema drugoj (negativnoj) strani panela i na taj način dolazi do razlike potencijala, tj. generira se električna energija. Fotonaponske čelije grade se od silicija, a silicij je jedan od najzastupljenijih elemenata na Zemlji. Osnovni elektronički elementi u kojima se događa fotonaponska pretvorba nazivaju se fotonaponske čelije. U praktičnim su primjenama one međusobno povezane u veće cjeline koje se zovu fotonaponske ploče ili fotonaponski moduli. Fotonaponske ploče osiguravaju mehaničku čvrstoću, te štite fotonaponske čelije i kontakte od korozije i vanjskih utjecaja.

Osim fotonaponskih ploča, fotonaponski sustav sastoji se od pretvarača (inverter), baterija za pohranu električne energije, regulatora punjenja baterija i dovoda energije potrošačima, zaštitnih uređaja, nosača modula i potrebnih električnih instalacija. U naseljenim mjestima električna mreža je svugdje izgrađena. Na tim položajima je moguće izgraditi mrežni sustav ili fotonaponsku elektranu, jer su zakonski okviri za tu mogućnost stvoreni. U Europi su tipični mrežni sustavi s takozvanim inteligentnim inverterom (pretvarač), koji uz veliku pogonsku sigurnost uključuje sustav na električnu mrežu. Karakteristika inteligentnog invertera je da električnu energiju koju proizvodi fotonaponski sustav, usklađuje s parametrima mreže. Druga karakteristika je da u slučaju nestanka električne energije isključuje sunčev sustav s mreže. Za to postoji više razloga ali prvenstveno sigurnosni, da pri mogućem održavanju električne mreže ne ugrožava radnike koji rade na mreži. U današnje vrijeme sve je više fotonaponskih elektrana, koje višak proizvedene energije preko posebnog dvosmjernog brojila isporučuju u distribucijsku mrežu po poticajnoj cijeni. Za tu opciju potrebno je prethodno ishoditi rješenje o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača i s operaterom tržišta sklopiti ugovor o otkupu električne energije. Ugovor se sklapa na razdoblje od 12 godina, a poticajna cijena za fotonaponske elektrane instalirane snage do uključivo 10 kW iznosi 3,40 kuna/kWh. Najveća prepreka za veću rasprostranjenost sunčanih elektrana je zasad osim visoke cijene investicije i dugotrajna procedura ishođenja dokumentacije [9].

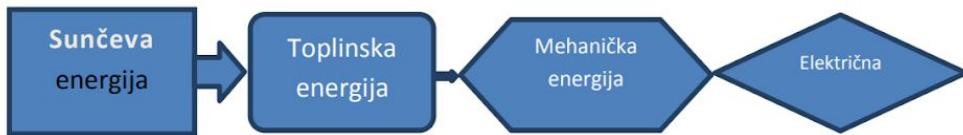
2.3. Solarne termalne elektrane

Solarne termalne elektrane pretvaraju sunčevu svjetlost u toplinsku energiju tako što zagrijavaju fluid ili krutinu, a zatim taj produkt iskorištavaju u kružnom procesu za generiranje električne energije. Solarne termoelektrane nemaju štetnih produkata prilikom proizvodnje električne energije te su relativno efikasne (20 – 40 %). Kako je količina energije koja pada na površinu izuzetno velika, izgradnjom takvih elektrana na sunčanim područjima (npr. Sahara) mogao bi se energijom opskrbljivati veliki dio potrošača. Ipak, čak i kao manji energetski sustav mogu postati vrlo bitan faktor, primjerice, na otocima. Zbog potrebe za visokim temperaturama, gotovo svi oblici solarnih termalnih elektrana moraju koristiti nekakav oblik koncentriranja Sunčevih zraka s velikog prostora na malu površinu. Kako se tijekom dana položaj Sunca na nebuh mijenja, tako se stalno mijenja i najpovoljniji kut pod kojim padaju sunčeve zrake na zrcala, stoga je potrebno ugraditi sustave koji će stalno

prilagođavati njihov položaj. Ti sustavi su neophodni kako bi se dobila što veća efikasnost, ali ujedno i najveći čimbenik u vrlo visokim cijenama solarnih termalnih elektrana.

Prve elektrane imaju veliki broj zrcala postavljenih oko središnjeg mjesta gdje se nalazi toranj. Zrcala su upravljana računalima te pomoću njih pronalaze najbolji kut za reflektiranje prema solarnom tornju. Ovisno o radnoj tvari moguće je postići vrlo visoke temperature. Osim rastopljenih soli i sintetičkih ulja, mogu se koristiti i plinovi kako bi postigli temperature iznad 800°C . Trenutno najisplativije je koristiti rastopljeni sol pri 565°C , iako se smatra da će se kroz par godina prijeći na plinove pri visokim temperaturama. Trenutno je u izgradnji najveća elektrana Ivanpah (California) koja će za generiranje 370 MW koristiti vodenu paru pri 565°C uz učinkovitost od 29 %. Nedostatak ove tehnologije je što zahtijeva relativno ravnu površinu. Naime, cijela radna površina (polje zrcala) dopušta maksimalno odstupanje od svega 1 % na ravninu.

Kako bi se dobila potrebna toplinska energija za rad termoelektrane za razliku od ostalih konvencionalnih termoelektrana solarne termoelektrane ne koriste se gorivom (fosilnim, nuklearnim i ostalim) već sunčevim zračenjem kao izvorom energije. Nadalje se, kao i kod ostalih konvencionalnih termoelektrana, preko termodinamičkih procesa prvo potencijalna energija dobivene pare tj. toplinske unutrašnje energije pretvara u kinetičku energiju mlaza pare, gdje se zatim kinetička energija u turbini pretvara u mehanički rad odnosno mehaničku energiju, a na kraju ta mehanička energija u generatoru pretvara se u električnu koja se raznim vodovima doprema do potrošača [9].



Slika 3.4. Slijed pretvorbe energije u solarnoj termoelektrani

Dakle, načelo rada solarne termoelektrane kao kod konvencionalne termoelektrane temelji se na toplinskem stroju koji pretvara toplinu, koju daje neki energetski izvor (Sunce, fosilno gorivo, biomasa, nuklearno gorivo), u mehaničku energiju pritom dajući otpadnu toplinu koja predstavlja gubitak pri korištenju energije. Toplinski stroj sastoji se od tri osnovna dijela: radnog medija (fluida), toplinskog spremnika na višoj temperaturi (energetski izvor) i toplinskog spremnika na nižoj temperaturi (atmosfera, rijeka, more). Radni medij se zagrijava, zatim isparava i eventualno pregrijava te ekspandira u turbini i na kraju ponovo kondenzira. Za pretvorbu topline u mehaničku energiju kao termodinamički procesi koriste se Rankienov, Stirlingov ili Braytonov proces.

Kada se spominje izraz solarne termoelektrane, ili u nekoj literaturi sunčeve termičke elektrane odnosno sustavi, uglavnom se pomisli na sustave koncentrirajućeg sunčevog zračenja, što se iz dosadašnjeg pisanja praktički moglo poistovjetiti. No, to je samo jedan od načina ili tehnika kako solarna termoelektrana može biti ostvarena. U tu skupinu koncentrirajućih solarnih sustava spadaju sljedeće solarne termoelektrane:

- S paraboličnim žljebastim kolektorima,
- Sa središnjim (centralnim) prihvativnikom na tornju i poljem heliostata,
- S paraboličnim tanjurastim kolektorima,
- S Fresnelovim kolektorima.

Solarne termoelektrane koje ne spadaju u tu skupinu koncentrirajućih solarnih sustava su:

- Solarna dimnjačna (uzgonska) elektrana,
- Solarna termoelektrana izvedena uz pomoć solarnog jezera (solarna termoelektrana - jezero) [9].

2.4. Utjecaj solarnih elektrana na okoliš

Potencijalni negativni utjecaji solarnih elektrana na okoliš podijeljeni su u nekoliko skupina i unutar istih na utjecaje koji nastaju tijekom izgradnje solarnih elektrana i na utjecaje koji nastaju korištenjem istih.

2.4.1. Utjecaj na krajobraz

- a) Utjecaj tijekom izgradnje

Tijekom izgradnje solarnih elektrana često dolazi do potrebe krčenja ploha na kojima se elektrane postavljaju. Time nastaju antropogene plohe u krajobrazu prirodnih značajki što dovodi do trajnih promjena karaktera krajobraza na određenom području.

b) Utjecaj tijekom korištenja

Tijekom korištenja solarnih elektrana, područje lokacije oblikom, sastavom i karakterom trajno odstupa od okolnog područja. S obzirom na veličinu i vrijednost okolnog krajobraza te vizualnu preglednost, potrebno je procijeniti značaj utjecaja za svaku elektranu posebno.

2.4.2. Utjecaj na biljni i životinjski svijet, zaštićena područja prirode, ekološku mrežu staništa

a) Utjecaj tijekom izgradnje

Izvedba izgradnje solarnih elektrana zahtijeva djelomično uklanjanje postojećeg površinskog pokrova na površini. Naime cijela površina lokacije planiranih solarnih elektrana se obično uređuje, odnosno košnjom dovodi u stanje za mogućnost postavljanja solarnih panela te izgradnju popratnih građevina i prometnica. Time ne dolazi uvijek do trajnog gubitka staništa na cijeloj površini lokacije zahvata već se dogodi oštećenje u njenom manjem dijelu (ovisno o kasnije odabranoj vrsti solarnih panela). Prostor se nakon izgradnje uglavnom sanira na način da se urede privremeni prilazi na gradilište, ispune udubine kvalitetnim materijalom iz iskopa, poravnaju privremene deponije materijala, ukloni sva oprema, materijal i otpad, te se zasadi određeni dio površine zahvata. U svakom slučaju, bilo bi poželjno da sve vrste biljaka koje se pritom koriste budu autohtone ili udomaćene za razmatrani prostor. Utjecaj uglavnom bude trajan, zbog uklanjanja dijela vegetacije (grmlja i travnjaka) za potrebe izgradnje postolja za FN module. Sami radovi imaju kratkotrajan negativan utjecaj uslijed emisija prašine na floru i povišenja razina buke na faunu okolnog područja. Tijekom izgradnje može doći do negativnog utjecaja na staništa predmetnog područja, kao i lokalno prisutne vrste, ukoliko:

- Se ne osigura odgovarajući pristup lokaciji radova već se nepotrebno uništavaju dodatne površine okolnih kopnenih staništa,
- Se otpad nastao tijekom radova odlaže na površine okolnih staništa,
- Dođe do izljevanja opasnih tekućina, ulja ili masti.

b) Utjecaj tijekom korištenja

Površine predviđene za postolja FN modula bi predstavljale negativan utjecaj na biljni i životinjski svijet ukoliko ne bi bile trajno prenamijenjene, a površina staništa ispod samih solarnih panela prekrivena/zasjenjena. S obzirom da se često koriste male površine zahvata u odnosu na površinu stanišnog tipa koje se degradira, te da je taj stanišni tip vrlo čest na širem području, jer se u protivnom na istom mjestu i ne bi gradile elektrane, utjecaj solarnih elektrana je uglavnom zanemariv. FN moduli ne proizvode buku, niti se radi o postrojenjima, koja zahtijevaju česti obilazak i održavanje zbog čega nema značajnog utjecaja na kopnenu faunu tijekom korištenja.

2.4.3. Utjecaj na kvalitetu zraka

a) Utjecaj na kvalitetu zraka tijekom izgradnje

Tijekom izgradnje solarnih elektrana, do lokalnog utjecaja na kvalitetu zraka dolazi zbog korištenja građevinske mehanizacije i vozila. Taj je utjecaj redovito negativan. Najveći doprinos smanjenju kvalitete zraka tijekom izgradnje imaju:

- Emisije prašine koja nastaje kao posljedica manipulacije rastresitim materijalom (iskopavanja, nasipavanja,...);
- Emisije prašine sa površina po kojima se kreće mehanizacija neophodna za izvršavanje građevinskih radova;
- Proizvodi izgaranja fosilnih goriva u motorima mehanizacije, motorima vozila koja se koriste za prijevoz radnika, motorima za prijevoz materijala i ostalim motorima na fosilna goriva (npr. dizel agregati). Emisija prašine (iz sva tri navedena izvora) je vremenski i prostorno promjenjiva veličina. Disperzija ukupno emitirane prašine (veličine čestica pretežno ispod $30 \mu\text{m}$) ovisi prije svega o intenzitetu radova, ali i o trenutnim meteorološkim uvjetima na gradilištu, posebice vjetru i vlažnosti zraka. Djelovanjem gravitacijskih sila, a ovisno o brzini vjetra, dolazi do sedimentacije prašine na manjoj ili većoj udaljenosti. Za vrijeme sušnog vremenskog perioda, ukoliko puše vjetar, nataložena prašina može se, iako radovi nisu u tijeku, ponovno podići u atmosferu. U skladu s navedenim, emisije prašine, i njima prouzročenog smanjenja kvalitete zraka, nije moguće u potpunosti spriječiti. Određenim mjerama i

odgovornim postupanjem (npr. prilagođenom brzinom kretanja vozila) moguće ih je jedino ograničiti, odnosno smanjiti. Izgaranjem fosilnih goriva mehanizacije te vozila koja se koriste pri izvođenju radova nastaju ispušni plinovi koji u sebi sadrže: sumpor dioksid, dušikove okside, ugljikove okside, krute čestice, hlapive organske spojeve i policikličke ugljikovodike. Zbog vremenske ograničenosti izvođenja radova emisije ispušnih plinova nisu tolike da bi dugoročno u većoj mjeri narušile kvalitetu zraka okолног područja. Solarne elektrane su najčešće dovoljno udaljene od prvih trajno naseljenih objekata. Stoga je utjecaj na kvalitetu zraka tijekom radova, ukoliko ne dođe do nepredviđenih situacija (npr. požar), ocijenjen kao zanemariv.

b) Utjecaj na kvalitetu zraka tijekom korištenja

Solarne elektrane uglavnom nemaju nikakve štetne emisije u zrak, te tako utjecaja na kvalitetu zraka nema.

2.4.4. Utjecaj uslijed nastanka i gospodarenje otpadom

Zakonom o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13), utvrđuje se (između ostalog) sustav gospodarenja otpadom uključujući red prvenstva gospodarenja otpadom, načela, ciljeve i način gospodarenja otpadom, nadležnosti i obveze u gospodarenju otpadom, lokacije i građevine za gospodarenje otpadom, djelatnosti gospodarenja otpadom i prekogranični promet otpada, informacijski sustav gospodarenja otpadom te upravni i inspekcijski nadzor nad gospodarenjem otpadom. Pravilnikom o gospodarenju otpadom (NN 23/14 i 51/14) se propisuju uvjeti za gospodarenje otpadom, poslovi osobe odgovorne za gospodarenje otpadom, te način rada reciklažnog dvorišta.

a) Utjecaj tijekom izgradnje

Tijekom izgradnje solarnih elektrana stvara se otpad koji može imati razne negativne utjecaje na okoliš, ukoliko se ne zbrine na odgovarajući način. Tijekom izgradnje, kao nusprodukti nastaju različite vrste opasnog i neopasnog otpada, koje se prema Uredbi o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada mogu svrstati unutar sljedećih grupa otpada:

- Otpadna maziva ulja za motore i zupčanike,
- Ambalaža,
- Beton, opeka, crijep/pločice i keramika,

- Drvo, staklo i plastika,
- Metali (uključujući njihove legure),
- Zemlja,
- Ostali komunalni otpad.

Za vrijeme radova na izgradnji ne proizvodi se opasan otpad. Svakako bi trebalo voditi brigu da se primjerenom organizacijom gradilišta nepovoljni utjecaji, prvenstveno vezani za neodgovarajuće zbrinjavanje neopasnog, građevinskog i dr. otpada svedu na najmanju moguću mjeru.

b) Utjecaj tijekom korištenja

Prilikom eksploatacije ne nastaje nikakav otpad. Dijelove građevine koji se pri održavanju objekta zamjenjuju novima i klasificiraju se kao otpad zbrinjavaju se na propisan način sukladno pravilima za zbrinjavanje određene vrste otpada. Zbog redovnog održavanja postrojenja ili zelenih površina odnosno povremenog boravka ljudi nastaje slijedeći otpad koji je kategoriziran prema Uredbi o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada:

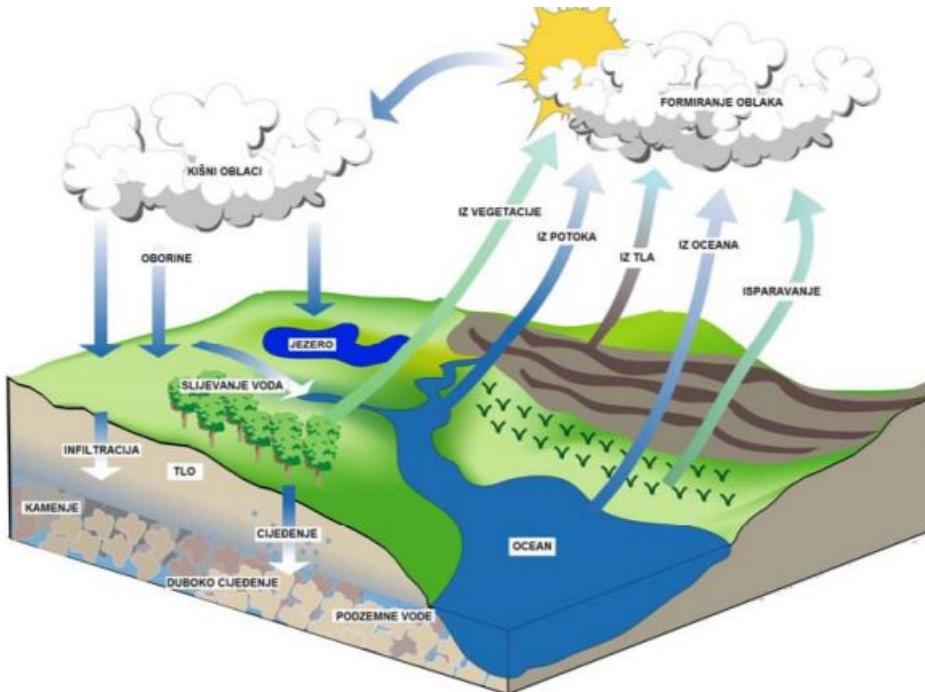
- Otpadna hidraulična ulja,
- Otpadna maziva ulja za motore i zupčanike (opasni otpad),
- Papir i karton,
- Staklo,
- Plastika,
- Metali,
- Ostali komunalni otpad.

Ovisno o vrsti otpada zbrinjavanje otpada potrebno je provesti u skladu s propisima vezanim za gospodarenje otpadom. Ukoliko se s otpadom postupa prema propisima vezanim uz gospodarenje otpadom odbacuje se mogućnost negativnog utjecaja na okoliš.

3. ENERGIJA VODE

Energija vode (hidroenergija) je najznačajniji obnovljivi izvor energije, te u proizvodnji ukupne električne energije sudjeluje sa udjelom oko 16 %. Količina električne energije dobivena iz hidroenergije raste već godinama, ali korištenje hidroenergije ima svoja ograničenja. Ne može se koristiti posvuda jer podrazumijeva obilje brzo tekuće vode, a poželjno je i da je ima dovoljno cijele godine, jer se električna struja ne može jeftino uskladištiti. Da bi se poništio utjecaj oscilacija vodostaja grade se brane i akumulacijska jezera. To znatno diže cijenu cijele elektrane, a i diže se razina podzemnih voda u okolini akumulacije. Razina podzemnih voda ima dosta utjecaja na biljni i životinjski svijet, pa prema tome hidroenergija nije sasvim bezopasna za okoliš. Veliki problem kod akumuliranja vode je i zaštita od potresa, a u zadnje vrijeme i zaštita od terorističkog čina. Procjenjuje se da je iskorišteno oko 35 % svjetskog hidroenergetskog potencijala. Većina neiskorištenog potencijala nalazi se u nerazvijenim zemljama, što je povoljno jer se u njima očekuje znatan porast potrošnje energije. Najveći projekti, planirani ili započeti, odnose se na Kinu, Indiju, Maleziju, Vijetnam, Brazil, Peru... Rastuća potreba za energijom pri tome često preteže nad brigom o utjecajima na okoliš, a dimenzije nekih zahvata nameću dojam da je njihovo izvođenje ne samo stvar energije nego i prestiža. U strukturi elektroenergetskog sustava Hrvatske, više od polovice izvora čine hidroelektrane. Zbog toga Hrvatska spada među vodeće zemlje u proizvodnji energije iz obnovljivih izvora. Razvoj energetskog korištenja vodnih snaga u Hrvatskoj započinje još 1895. godine s prvom hidroelektranom izgrađenom na Skradinskom buku na rijeci Krki - današnjom HE Jaruga. Godine 1904. izgrađena je nova HE Jaruga instalirane snage 5,4 MW. Potom slijede HE Miljacka izgrađena 1906. godine (Manojlovac) na rijeci Krki, HE Ozalj (1908. godine) na rijeci Kupi, HE Kraljevac (1912. godine) na rijeci Cetini itd. Prve hidroelektrane koje su povećale snagu elektroenergetskog sustava, izgrađene iza Drugog svjetskog rata, bile su HE Vinodol, HE Zavrelje kod Dubrovnika i HE Ozalj 2. Danas je u pogonu 21 hidroelektrana u Hrvatskoj. Postoje dvije vrste: akumulacijske (ima i reverzibilnih) i protočne. Sve hidroelektrane HEP-a dobole su Zeleni certifikat za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora. Temeljno obilježje hidroelektrana hrvatskog elektroenergetskog sustava je dugogodišnji rad i starost postrojenja. Primjerice, najmlađe hidroelektrane HE Dubrava i HE Đale puštene su u rad 1989. godine.

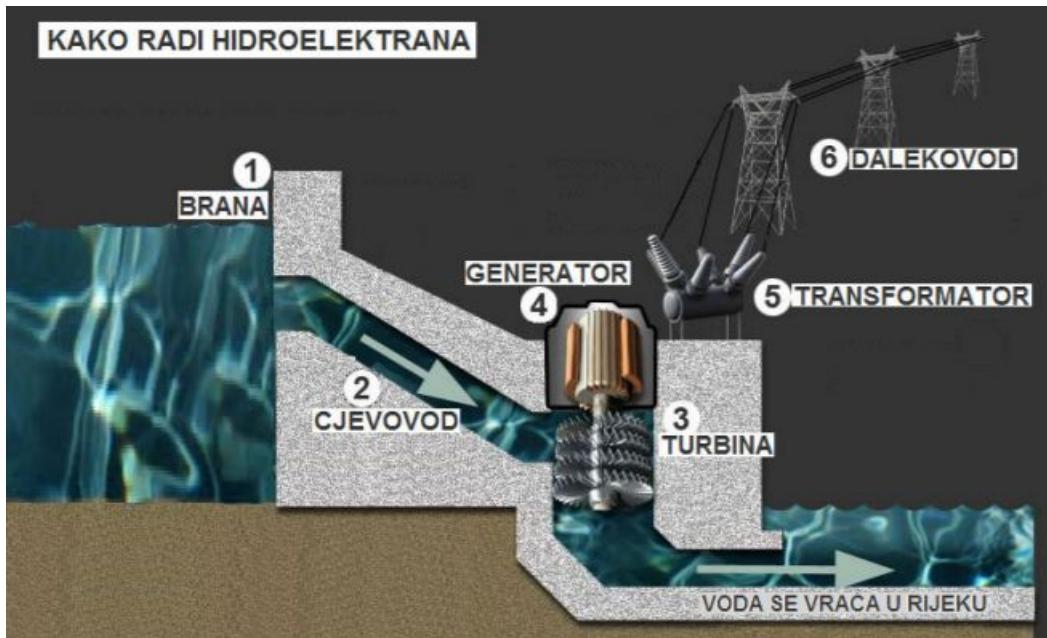
Stoga je potrebna njihova revitalizacija, koja se provodi sukladno finansijskim mogućnostima Hrvatske elektroprivrede [12].



Slika 4.1. Kruženje vode u prirodi [13]

4.1. Općenito o hidroelektranama

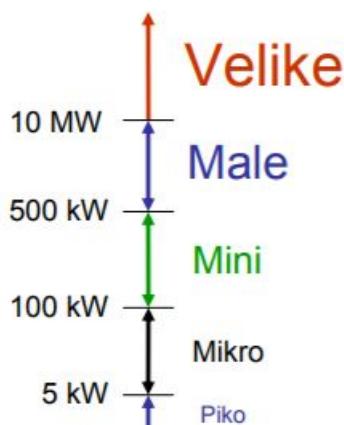
Hidroelektrane danas imaju jednak koncept kao i povijesnih mlinova, ali puno složeniji. Danas proizvode oko 16 % svjetskih potreba za električnom energijom, opskrbljuju više od 1 milijarde ljudi s energijom, a njihova ukupna instalirana snaga u svijetu je 675 GW. Hidroelektrane rade tako da se potencijalna energija vode pretvara se u kinetičku energiju vode koja se dovodi turbini kroz kanale odnosno cjevovode. Kinetička energija vode u pokretu se rotacijom turbine pretvara u mehaničku energiju. Zatim se mehanička energija rotirajuće turbine pretvara u električnu energiju u generatoru s kojim je mehanički povezana osovina.



Slika 4.2. Način rada hidroelektrane [15]

Hidroelektrane se dijele na velike, srednje, male, mini, mikro i piko hidroelektrane. Velike hidroelektrane imaju veću snagu od 100 MW te isporučuju energiju u velike elektroenergetske mreže. Srednje hidroelektrane imaju snagu između 10 i 100 MW te obično isporučuju energiju u mrežu. Male hidroelektrane su snage između 0,5 i 10 MW te također obično isporučuju energiju u mrežu. Mini hidroelektrane imaju snagu od 100 do 500 kW te su najčešće vezane uz otočni rad ili, što je češći slučaj, isporučuju energiju u mrežu. Mikro hidroelektrane snage su od 5 do 100 KW. Obično daju energiju za malo naselje ili ruralnu industriju na udaljenijim područjima udaljenima od mreže. Piko hidroelektrane imaju snagu od nekoliko stotina W do 5 kW te opskrbljuju područja udaljena od mreže [13].

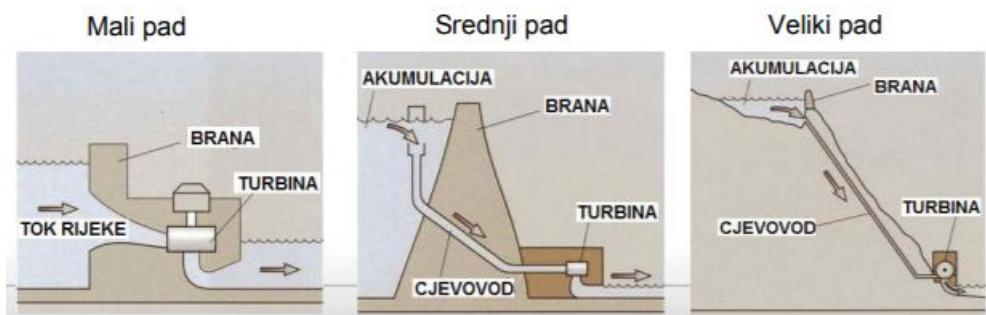
Podjela hidroelektrana



Slika 4.3. Podjela hidroelektrana [13]

Kako je cilj hidroelektrane pretvaranje potencijalne energije volumena vode (koja teče zbog postojanja visinske razlike) u električnu energiju, snaga elektrane je proporcionalna s protokom i padom. Prema padu, postrojenja se mogu klasificirati u tri kategorije:

- **Veliki padovi:** veći od 100 m,
- **Srednji padovi:** 30 – 100 m,
- **Mali padovi:** 2 – 30 m.



Slika 4.4. Podjela hidroelektrana prema padu [13]

4.2. Osnovne karakteristike malih hidroelektrana

Mala hidroelektrana definira se kao hidroenergetski objekt električne snage do 10 MW (u RH te u većini zemalja EU). Ovakvo postrojenje zahtijeva prikladno područje sliva oborina,

odgovarajući pad, te izgradnju odnosno montažu slijedećih komponenti: dovodni cjevovod ili kanal koji dovodi vodu turbini odnosno strojarnici koja sadrži i električni generator te ostalu opremu za regulaciju vode. Hidroelektrane su važan energetski izvor sa stajališta zaštite okoliša budući da praktički:

- Ne emitiraju CO₂,
- Ne emitiraju SO₂,
- Ne emitiraju NO_x niti bilo koji drugi tip štetnih plinova,
- Nema nikakvog otpada proizvodnje (čvrstog ili tekućeg).

Hidroelektrana koristi prirodni ili "umjetni" (konstrukcijski stvoren) pad vodotoka. Male hidroelektrane ponekad su prikladne za decentralizirana područja s malom potrošnjom te "otočni" pogon, ali i za niskonaponske mreže i lokalne mikro mreže. Osim u vlasništvu velikih elektroprivrednih poduzeća, mogu biti i u vlasništvu manjih privatnih poduzetnika. Male hidroelektrane imaju kratak period izgradnje, te mogući značajan utjecaj na kvalitetu života sredine. Prilagođavaju se brzim promjenama opterećenja te imaju vrlo dug životni vijek i sigurnost investicija.

4.2.1. Tipovi malih hidroelektrana

Male hidroelektrane se s obzirom na tip mreže dijele na:

- Centralizirana elektroenergetska mreža,
- Otočna (izolirana) ili "off-grid" mreža
- Za vlastite potrebe ili namjensku opskrbu (npr. tvornica cementa).

Male hidroelektrane se s obzirom na tip regulacije dijele na:

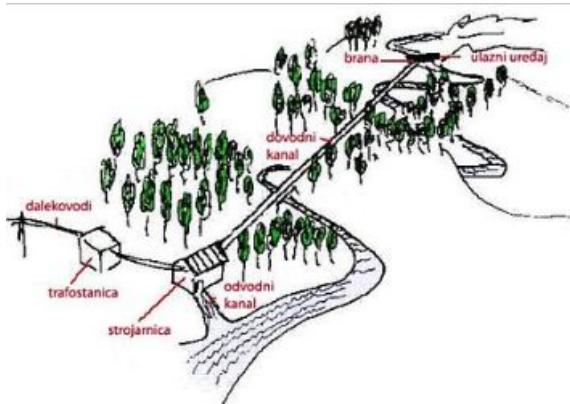
- Protočna (manje snage, snaga varira s protokom),
- Protočna s malim bazenom (pokrivanje dnevnih vršnih opterećenja),
- Akumulacijska (veće snage, poplavljeno veće područje),
- Crpno akumulacijska (koristi energiju iz mreže kada je mreža manje opterećena za pumpanje vode, ne tako često i s malim snagama) [13].

4.2.2. Osnovni dijelovi male hidroelektrane

Male hidroelektrane se sastoje od svih objekata i dijelova koji služe za skupljanje, dovođenje i odvođenje vode, za pretvaranje mehaničke u električnu energiju, za transformaciju i razvod el. energije [14].

Najvažniji dijelovi malih hidroelektrana su:

- Brane ili pregrade,
- Zahvat,
- Dovod,
- Vodna komora,
- Strojarnica,
- Tlačni cjevovod,
- Vodne turbine,
- Pretlačne turbine,
- Turbine slobodnog mlaza.



Slika 4.5. Princip rada male hidroelektrane [14]

4.3. Utjecaj malih hidroelektrana na okoliš

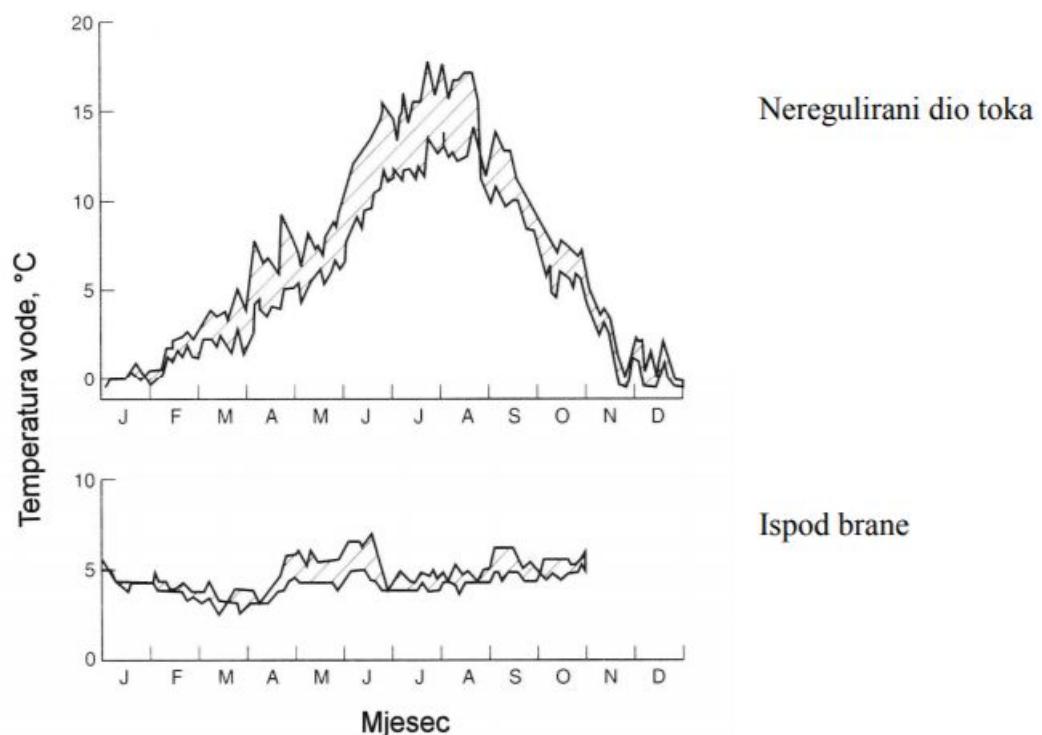
Prema Europskom udruženju malih hidroelektrana (ESHA, 2009) neki od negativnih utjecaja hidroelektrana su onemogućavanje migracija riba i prekid riječnog kontinuiteta, povećanje smrtnosti riba, morfološke promjene, buka te fragmentacija i degradacija staništa pojedinih vrsta [14].

4.3.1. Hidrološki režim

Prirodna varijabilnost protoka je najvažnija značajka rijeka i potoka, koja omogućuje održavanje dinamičnog okoliša i uvjeta koji pogoduju velikoj biološkoj raznolikosti. Kod izgradnje brana i hidroelektrana dolazi do promjena hidrološkog režima vodotoka i značajnih utjecaja kao što su:

- Gubitak kopnenih staništa stvaranjem akumulacije uslijed izgradnje brane te promjene u prirodnoj varijabilnosti vodostaja;
- Utjecaji na obalnu zonu, npr. uslijed potapanja obalne zone pri čemu dolazi do promjene mikrostaništa;
- Nagle promjene vodostaja koje se javljaju uslijed rada hidroelektrane uzvodno od brane nisu usklađene s prirodnim hidrološkim režimom što dovodi do degradacije i nestanka obalne vegetacije;
- Isušivanje korita nizvodno od hidroelektrane u slučaju da povremeno ili trajno nema ispuštanja vode u staro korito pogubno je za floru i faunu koja živi u vodi ili u riparijskoj zoni;
- Snižavanje razine podzemne vode nizvodno od brane ima negativne utjecaje na riparijsku i vodenu vegetaciju (fragmentacija i/ili gubitak ciljnih stanišnih tipova, npr. 3260 Vodeni tokovi s vegetacijom *Ranunculion fluitantis i Callitricho – Batrachion*);
- Utjecaji su mogući i u slučaju kada se u staro korito rijeke ispušta ekološki prihvataljiv protok ovisno o njegovoj veličini; ako je ovaj protok jako mali proporcionalno će se smanjivati površine pod izvorno prisutnim stanišnim tipovima;
- Stvaranje bujičnih valova i nagli porasti vodostaja (engl. *hydropeaking*) najčešće su prisutni kod rada akumulacijskih hidroelektrana. Uslijed naglih ispuštanja velikih količina vode dolazi do negativnih utjecaja, npr. otplavljanja riblje mlađi i malih riba. Ovi utjecaji su mogući i kod protočnih elektrana s kraćim razdobljima akumuliranja vode. Ribe se nakon takvog poplavnog događaja mogu naći zarobljene u malim bazenima zaostalim nakon poplave, te najčešće ugibaju kad se takva staništa isuše;
- Utjecaji na brzinu vode; uzvodno od brane nekadašnja tekućica postaje gotovo stajaćica (utjecaj na stvaranje leda u zimskom periodu);

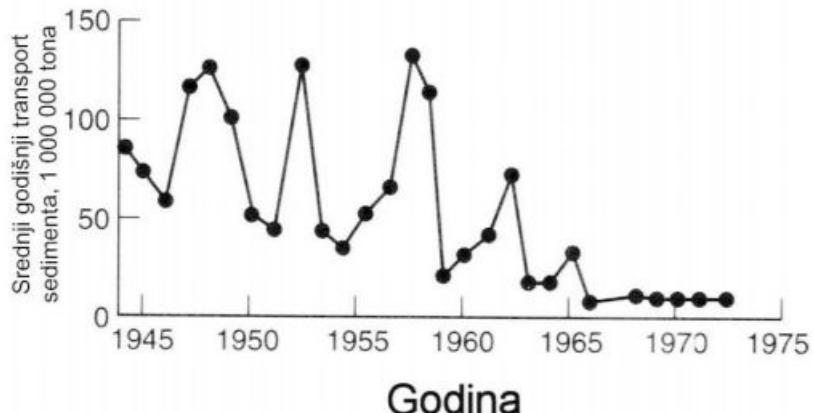
- Utjecaji na temperaturu vode (uzvodno i nizvodno od brane) radi povećanog ili smanjenog protoka, promjene dubine vode (npr. kod akumulacija). Temperatura vode je važan okolišni čimbenik za biljne i životinjske vrste, a njene promjene utječu na mrijest riba i preživljavanje ribljih jajašaca [14].



Slika 4.6. Grafički prikaz promjene temperature u nereguliranom dijelu rijeke i onom ispod brane, rijeka Flathead, USA. [15]

4.3.2. Sedimentacija

Brana mijenja i režim pronosa sedimenta u rijeci tako što zaustavlja prijenos sedimenta, a time i njegovu ravnotežu, izmjenu erozije i sedimentacije koja postoji u prirodnim dijelovima toka. Uzvodno od brane u akumulacijama se taloži i nakuplja sediment, a to može uzrokovati i probleme u iskorištavanju energetskog potencijala akumulacije jer dolazi do smanjuje učinkovitosti hidroelektrane zbog smanjenog radnog volumena akumulacije. Osim toga, nakupljanjem sedimenta uzvodno od brane se uništavaju prikladna područja za mrijest riba, život školjkaša i ostalih vrsta. Nizvodno je proces obrnut, voda bez sedimenta ima veliku erozivnu snagu i uzrokuje eroziju riječnog korita i obala, čiji se efekt nastavlja dalje nizvodno [15].



Slika 4.7. Promijenjeni režim protoka sedimenta u rijeci Colorado, USA [15]

Produbljivanjem korita rijeke dolazi do pada razine podzemnih voda u širem zaobalju što ima negativan efekt na poplavne šume (dolazi do sušenja), na močvarna područja (dolazi do zarastanja zbog manjka vode), na poljoprivredne površine (slabi urod zbog nedostupnosti podzemnih voda) te na bunare (moraju biti sve dublji i dublji da bi dosegli razinu podzemne vode) [15].

4.3.3. Kakvoća vode

Kakvoća vode obično se ne mijenja protokom vode kroz turbine. Utjecaji na kakvoću vode su specifični za svaku pojedinačnu hidroelektranu i ovise o načinu rada i vrsti hidroelektrane:

- Moguće je da se uslijed smanjenog protoka vode poveća osjetljivost vodotoka na onečišćenje;
- Biocidi i sredstva za sprječavanje obraštanja koja se koriste za čišćenje postrojenja te drugi radovi održavanja mogu dovesti do onečišćenja vode;
- Izljevanje ulja (nafte) može utjecati na kvalitetu vode (pogoni na naftu u hidroelektranama se koriste npr. za reguliranje turbine, ulaznih zapornica vodozahvata, itd.);
- Promjene temperature vode; voda u akumulaciji je obično hladnija ljeti i toplija zimi nego što bi bila da nema brane; temperatura vode utječe na životinske vrste, npr. ona je okidač migratornim vrstama za početak migracija [14].

4.3.4. Biološka raznolikost

Sve opisane fizikalne promjene utječu na ekosustave u blizini hidroelektrane te time i na bioraznolikost. Bioraznolikost nekog područja je puno više od samog zbroja vrsta koje dolaze na tom području. Također, potrebno je očuvati genetsku raznolikost unutar i između pojedinih populacija, kao i raznolikost vrsta, staništa i ekosustava. Glavni utjecaji su:

- Promjene, fragmentacija i gubitak staništa te gubitak posebnih stanišnih tipova;
 - Mikroklimatske promjene, npr. promjene temperature u blizini hidroelektrane;
 - Stvaranje uvjeta i kvalitete staništa koji su pogodniji za strane i invazivne vrste biljaka i životinja u odnosu na autohtone vrste;
 - Najveći je utjecaj hidroelektrana na slatkovodne vrste (ribe, ali i ostale skupine) uslijed onemogućavanja migracija uzvodnih i nizvodnih migracija, promjene uvjeta i kvalitete staništa, povećane smrtnosti i sl.;
 - Promjene u varijabilnosti širine i dubine vodotoka te promjene brzine protoka vode mogu dovesti do promjena u sastavu vrsta na način da se vrste tipične za tekućice (lotičke vrste) postepeno zamijene vrstama tipičnim za vode stajaćice (lentičke vrste);
 - Hidroelektrane također utječu na makrozoobentos i plankton (npr. uslijed promjena temperature, prozirnosti vode, brzine toka vode, količine kisika u vodi i sl.) [14].



Slika 4.8. Riba stradala u turbinama elektrane [18]

4. ZAKONSKI OKVIRI

Ovim se Zakonom uređuju: načela zaštite okoliša u okviru koncepta održivog razvijanja, zaštita sastavnica okoliša i zaštita okoliša od utjecaja opterećenja, subjekti zaštite okoliša, dokumenti održivog razvijanja i zaštite okoliša, instrumenti zaštite okoliša, praćenje stanja u okolišu, informacijski sustav zaštite okoliša, osiguranje pristupa informacijama o okolišu, sudjelovanje javnosti u pitanjima okoliša, osiguranje prava na pristup pravosuđu, odgovornost za štetu u okolišu, financiranje i instrumenti opće politike zaštite okoliša, upravni i inspekcijski nadzor, te druga pitanja s tim u vezi [16].

4.1. Procjena utjecaja na okoliš

Procjena utjecaja na okoliš je postupak ocjenjivanja prihvatljivosti namjeravanog zahvata s obzirom na okoliš i određivanje potrebnih mjera zaštite okoliša, kako bi se utjecaji sveli na najmanju moguću mjeru i postigla najveća moguća očuvanost kakvoće okoliša. Postupak procjene provodi se već u ranoj fazi planiranja zahvata i to prije izdavanja lokacijske dozvole ili drugog odobrenja za zahvat za koji izdavanje lokacijske dozvole nije obvezno.

Zakonom o zaštiti okoliša (Narodne novine, br. 80/13, 153/13, 78/15 i 12/18) i Uredbom o procjeni utjecaja zahvata na okoliš ('Narodne novine', broj 61/14 i 3/17), u dalnjem tekstu: Uredba) propisana je provedba postupka procjene utjecaja zahvata na okoliš. Donošenjem tih propisa postupak je sustavno uređen i usklađen s odgovarajućim direktivama EU: Direktivom Vijeća 85/337/EEZ od 27. lipnja 1985. o procjeni učinaka određenih javnih i privatnih projekata na okoliš, izmijenjenom Direktivom Vijeća 97/11/EZ od 3. ožujka 1997., i Direktivom 2003/35/EZ Europskog Parlamenta i Vijeća od 26. svibnja 2003. Pored toga usvojeni propisi temelje se i na odredbama međunarodnog ugovora, kojeg je Republika Hrvatska potvrdila donošenjem Zakona o potvrđivanju Konvencije o procjeni utjecaja na okoliš preko državnih granica (Narodne novine - Međunarodni ugovori, broj 6/96).

U Popisu zahvata u Prilogu I. koji je sastavni dio Uredbe navedeni su zahvati za koje se obvezno provodi postupak procjene utjecaja zahvata na okoliš. U Popisu zahvata u Prilogu II. koji je sastavni dio Uredbe navedeni su zahvati za koje se provodi ocjena o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš i za koje je nadležno Ministarstvo, a u Popisu zahvata u Prilogu III. koji je također sastavni dio Uredbe navedeni su zahvati za koje se provodi ocjena o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš i za koje je nadležno upravno tijelo u županiji odnosno u

Gradu Zagrebu. Kriteriji na temelju kojih se odlučuje o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš navedeni su u Prilogu V. koji je sastavni dio Uredbe.

Postupak procjene pokreće se na pisani zahtjev nositelja zahvata, a sadržaj tog zahtjeva propisan je u članku 80. Zakona o zaštiti okoliša. Obvezni sadržaj Studije o utjecaju na okoliš, koja je sastavni dio zahtjeva, detaljnije je propisan u Prilogu IV. Uredbe. Studijom se mora procijeniti utjecaj planiranog zahvata na okoliš na temelju čimbenika koji, ovisno o zahvatu i obilježjima okoliša, uvjetuju rasprostiranje, jačinu i trajanje utjecaja. Studija mora sadržavati sve potrebne podatke, dokumentaciju, obrazloženja i opise u tekstualem i grafičkom obliku, prijedlog ocjene prihvatljivosti zahvata i mjere zaštite okoliša u odnosu na zahvat te po potrebi, program praćenja stanja okoliša. Studija mora biti izrađena na temelju najnovijih, vjerodostojnih i dostupnih podataka, izrađuje ju ovlaštenik – pravna osoba koja ima ovlaštenje za obavljanje tih poslova, a troškove izrade studije podmiruje nositelj zahvata. Utjecaj zahvata na okoliš, njegovo vrednovanje i prihvatljivost ocjenjuje povjerenstvo na temelju studije. Povjerenstvo imenuje Ministarstvo za zahvate koji su određeni u Popisima zahvata iz Priloga I. i Priloga II. Uredbe, a upravno tijelo u županiji, odnosno u Gradu Zagrebu za zahvate iz Priloga III. Uredbe o procjeni utjecaja zahvata na okoliš. Članovi povjerenstva imenuju se iz redova znanstvenih i stručnih djelatnika, predstavnika tijela i/ili osoba određenih posebnim propisom, predstavnika jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave te predstavnika Ministarstva. Povjerenstvo radi na sjednicama i nakon što utvrdi da je studija cjelevita i stručno utemeljena, predlaže nadležnom tijelu upućivanje studije na javnu raspravu. Nakon provedene javne rasprave, povjerenstvo donosi mišljenje o prihvatljivosti zahvata i upućuje ga nadležnom tijelu radi donošenja rješenja koje je obvezni sadržaj budućih dozvola za provedbu zahvata. Procjena utjecaja na okoliš obvezno se provodi za zahvate navedene u popisu zahvata iz Priloga I. Uredbe te za zahvate za koje je ta obveza određena u postupku ocjene o potrebi procjene. Kada nadležno tijelo zaprimi zahtjev za procjenu utjecaja zahvata na okoliš, o istome informira javnost. Informacija sadrži osnovne podatke o zahvatu, lokaciji, nositelju zahvata, nadležnom tijelu, ostalim sudionicima u postupku, načinu provedbe postupka procjene, načinu sudjelovanja javnosti i zainteresirane javnosti te o načinu obavješćivanja o ishodu postupka [17].

5. ZAKLJUČAK

Proizvodnja električne energije potrebna je za funkciranje svih gospodarskih i društvenih djelatnosti, te za život stanovništva. Fokusiranje na obnovljive izvore energije može pomoći u izbjegavanju negativnih ekoloških utjecaja, posebno onečišćenja zraka i stakleničkih plinova. Ipak i obnovljivi izvori energije imaju negativne utjecaje. Da bismo postigli budućnost s niskom razinom štetnih plinova moramo razumjeti učinke različitih obnovljivih izvora energije. Obnovljiva energija potječe od prirodnih izvora koji su nepresušan izvor energije. U radu su spomenuti oblici obnovljivih izvora koji potječu od energije vjetra, solarne energije, te hidroenergije. Turbina vjetroelektrane može imati životni vijek od 20-25 godina, prema Thomasu Gibonu, što znači da materijalna ulaganja mogu trajati 20-25 godina prije nego što ih treba zamijeniti. Materijali korišteni u stvaranju instalacija nekih obnovljivih izvora energije uključuju neodimij, disprozij, kadmij, telurij, galij, indij i selenij. Ovi materijali su se počeli koristiti tek nedavno, što znači da njihovi sustavi recikliranja ili ne postoje, ili su ograničeni. Rješenje za olakšavanje opsežnog recikliranja tih materijala treba biti osmišljeno kako bi se izbjegli problemi u budućnosti. Trenutno nema dovoljno obnovljivih elektrana u kojima bi se moglo proučavati kako bi se empirijski riješilo ovo pitanje. Utjecaji na okoliš hidroenergije ovise o tome gdje se instalacija nalazi. Na primjer, hidroenergetska postrojenja koja su velika i plitka mogu rezultirati emisijama stakleničkih plinova kada se ubija vegetacija te kada ta područja postanu preplavljeni mrvom vegetacijom. U takvim slučajevima otpušta se ugljični dioksid (CO_2), kao i metan (CH_4), te staklenički plin koji je oko 30 puta jači od CO_2 pri povećavanju topline u atmosferi. Valja istaknuti i solarne ploče, dizajnirane da apsorbiraju sunčeve zrake kao izvor energije za dobivanje električne energije ili grijanja. Solarna elektrana ne proizvodi energiju noću, ali se viškovi tijekom dana skladište u baterije, a oblačno vrijeme može dovesti do nepouzdanoosti tijekom dana. Unatoč tomu sunčeva energija je korisna, ali su potrebna daljnja istraživanja kako bi se bolje maksimizirale prednosti ovakvih elektrana. Ukratko, postrojenja za obnovljive izvore energije su od ključne važnosti za kontroliranje globalnog zatopljenja, a

njihovi utjecaji na okoliš trebaju se proučavati što rigoroznije, kao što proučavamo neobnovljive izvore, kako bismo ostvarili svoj maksimalni potencijal i na taj način osigurali opstojnost eko sustava i zdravlje budućim generacijama.

LITERATURA

- [1] Š. Z. Šljivac D., "Osnove energetike i ekologije - Dopunski izvori energije", predavanja, ETF Osijek, 2007.
- [2] S interneta, 24. rujna 2018.,
<https://www.ge.com/reports/post/92442325225/how-loud-is-a-wind-turbine/>
- [3] S interneta, 3. rujna 2018., <https://www.boem.gov/Offshore-Wind-Energy/>.
- [4] S interneta, 20. rujna 2018.,
<https://ampecgreen.wordpress.com/2015/07/29/whats-are-wind-turbines/>
- [5] L. Tomašković, "Utjecaj vjetroelektrana na okoliš", Karlovac, 2015.
- [6] S interneta, 16. rujna 2018., www.eko.zagreb.hr.
- [7] G. J. Skalicki B., "Električni strojevi i pogoni", Fakultet strojarstva i brodogradnje Zagreb, 2005.
- [8] Š. Hrvjka, "Studija o utjecaju na okoliš", 2018.
- [9] ABB, Technical Application Papers, No.10, Photovoltaic plants, str. 5-47, 2014.
- [10] L. Majdandžić, "Fotonaponski sustavi, priručnik", Zagreb, 2010.
- [11] S interneta, 12. rujna 2018., https://hr.wikipedia.org/wiki/Fotonaponska_elektrana.
- [12] B. Marjanović, "Solarne termolektrane, završni rad", Rijeka, 2017.
- [13] L. Majdandžić, "Solarni sustavi, Graphis d.o.o. ", Zagreb, 2010.
- [14] S interneta, 14. rujna 2018., http://www.izvorienergije.com/energija_vode.html.
- [15] Energetski institut Hrvoje Požar, "Male hidroelektrane".
- [16] S interneta, 16. rujna 2018., https://hr.wikipedia.org/wiki/Male_hidroelektrane.
- [17] "Stručne smjernice, Male hidroelektrane", 2016.
- [18] "Mišljenje zelene akcije, Koliko su hidroelektrane zapravo zelene", 2007.

[19] "Z. o. z. o." Narodne novine, 2018.

[20] Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, "Procjena utjecaja zahvata na okoliš PUO", 2018.

SAŽETAK

Obnovljivi izvori energije su oni izvori električne energije koji dolaze iz prirode i mogu se obnavljati. Obnovljivi izvori energije se danas koriste sve više zbog toga što manje štete okolišu. Najvažniji oblici obnovljivih izvora energije su vjetar, Sunce i voda. Iako proizvodnja električne energije iz neobnovljivih izvora ima daleko veći negativan utjecaj na okoliš, ni ona energija dobivena iz obnovljivih izvora, nema zanemariv utjecaj.

Vjetroelektrane, primjerice imaju negativan utjecaj utoliko što proizvode buku koja ometa život na lokaciji gradnje vjetroelektrana. Vjetroelektrane također negativno utječe na ornitofaunu tj. na život ptica i šišmiša. Izgradnja pristupnih puteva do vjetroelektrana negativno utječe na krajobraz, a valja napomenuti i nastajanje otpada tijekom gradnje i tijekom korištenja vjetroelektrana, kojeg je potrebno propisno sanirati.

Utjecaj tijekom gradnje i korištenja solarnih elektrana je također negativan. Gotovo uvijek dolazi do uništavanja izvornog krajobraza, najprije prilikom gradnje objekata, a kasnije ta površina trajno odstupa od okolnog krajobraza. S obzirom da se površina na kojoj će se izgraditi solarna elektrana treba krčiti, dolazi do uništavanja flore i faune na području gradnje i taj negativan utjecaj je trajan. Gradnja solarnih elektrana podrazumijeva emisije prašine te štetnih plinova iz automobila koji se koriste za izgradnju pa postoji negativan utjecaj i na kvalitetu zraka. Ipak, solarne elektrane tijekom korištenja nemaju negativne utjecaje na zrak. Isto kao i kod vjetroelektrana, nepropisno i neodgovorno saniranje otpada negativno utječe na okoliš.

Male hidroelektrane negativno utječu na hidrološki režim i to tako da onemogućavaju migracije riba, prekidaju riječni kontinuitet, povećavaju smrtnost riba, morfološke promjene, buku te fragmentaciju i degradaciju staništa pojedinih vrsta. Male hidroelektrane narušavaju i uravnoteženu sedimentaciju, a postoje i razni negativni utjecaji na kakvoću vode. Sve opisane fizikalne promjene utječu na ekosustave u blizini hidroelektrane te time i na bioraznolikost. Zbog svih navedenih razloga potrebno se pridržavati zakonskih propisa prilikom gradnje i korištenja elektrana obnovljivih izvora energije, kako bi se što bolje očuvao okoliš.

Ključne riječi: Vjetroelektrana, solarna elektrana, hidroelektrana, utjecaj na okoliš

ENVIRONMENTAL IMPACT OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

SUMMARY

Renewable energy sources are those sources of electricity that come from nature and can be renewed. Renewable energy is being used more and more because it is less harmful to the environment. The most important forms of renewable energy sources are wind, sun and water. Although the production of electricity from non-renewable sources has a far greater negative impact on the environment, production of energy from renewable resources also harms the environment. Wind power plants, for example, have a negative impact as they produce noise that hampers life at the wind power plant site. Winds also have a negative impact on the life of birds and bats. The construction of access roads to wind power plants negatively affects the landscape, and the formation of waste during construction and during the use of the wind power plant, which needs to be properly repaired.

The impact during construction and use of solar power plants is also negative. Almost always there is a destruction of the original landscape, firstly in the construction of objects, and later this area permanently deviates from the surrounding landscape. Since the surface on which the solar power plant is to be built has to be felled, this has a negative impact on flora and fauna in the area of construction, and this negative impact is permanent. The construction of solar power plants implies dust and car emissions from cars used for construction, and thus has a negative impact on air quality. However, solar power plants during use do not have any adverse effects on the air. Same as with wind power plants, improper and irresponsible waste remediation has a negative impact on the environment.

Small hydropower plants have a negative impact on the hydrological regime, preventing migration of fish, interrupting river continuity, increasing fish mortality, morphological changes, noise and fragmentation and degradation of habitats of certain species. Small hydroelectric power plants also dissipate balanced sedimentation, and there are various negative impacts on water quality. All the described physical changes affect ecosystems near the hydro power plant, and thus biodiversity. Due to all these reasons, it is necessary to abide by the legal regulations for the construction and use of renewable power plants in order to preserve the environment.

Keywords: Wind power plant, solar power plant, hydroelectric power plant, impact on environment