

# Primjena hibridnih sustava obnovljivih izvora energije

---

Dević, Fran

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **VERN University / Sveučilište VERN**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:146:443277>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-22**



Repository / Repozitorij:

[VERN' University Repository](#)



**SVEUČILIŠTE VERN**  
Preddiplomski stručni studij  
Tehnički management

**ZAVRŠNI RAD**  
**PRIMJENA HIBRIDNIH SUSTAVA OBNOVLJIVIH**  
**IZVORA ENERGIJE**

Mentor: Prof. dr. sc. Zoran Baus

Student: Fran Dević

Zagreb, studeni 2021.

SVEUČILIŠTE VERN'  
Zagreb, Palmotićeve ulica 82/1  
Tehnički management  
Broj\_\_\_\_\_

## **ZADATAK ZAVRŠNOGA RADA**

**Student:** Fran Dević

**Zadatak:** Primjena hibridnih sustava obnovljivih izvora energije

**U radu je potrebno razraditi sljedeće:**

- Postaviti tezu: Obnovljivi izvori ne mogu opskrbiti dnevnu potrebu za električnom energijom.
- Predstaviti vrste obnovljivih izvora energije i analizirati učinkovitost korištenja istih
- Predstaviti model hibridnog sustava proizvodnje energije i time pobiti tezu kako su obnovljivi izvori rizični za korištenje
- Predstaviti potencijal Hrvatske u korištenju obnovljivih izvora i hibridnog sustava
- Provesti primarno istraživanje na temu vjeruje li se u mogućnost napajanja električnom energijom isključivo iz obnovljivih izvora
- Spajanjem rezultata primarnog i sekundarnog istraživanja izvesti zaključak rada

**Napomena:** Pri izradi završnoga rada kandidat/kinja ima obvezu pridržavati se i uvažavati primjedbe, sugestije i naputke mentora/ice, koristiti i primjenjivati znanja i umijeća stečena tijekom studija, upotrebljavati informacije i podatke prikupljene vlastitim istraživanjem te spoznaje i činjenice iz odgovarajuće znanstvene i stručne literature uz ispravno navođenje korištenih izvora.

**Zadatak zadan** \_\_\_\_\_

**Rok predaje** \_\_\_\_\_

**Mentor:**

Prof. dr. sc. Zoran Baus

**Pročelnik studija:**

Dipl. ing. Joško Meter

# SADRŽAJ

SAŽETAK

SUMMARY

1. UVOD	1
2. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE	2
2.1. Vrste obnovljivih izvora	5
2.2. Učinkovitost obnovljivih izvora	15
3. HIBRIDNI SUSTAVI	16
3.1. Primjena hibridnog sustava	19
3.2. Prednosti hibridnog sustava	19
4. HIBRIDNI SUSTAVI U HRVATSKOJ	19
4.1. Geografski položaj	23
4.2. Financijske uštede	24
4.3. Postojeći projekti	25
5. PRIMARNO ISTRAŽIVANJE	29
6. ZAKLJUČAK	30
LITERATURA	
POPIS TABLICA I SLIKA	
PRILOZI	

## **SAŽETAK**

Iz promatranja aktualnih tema vezanih uz održivi razvoj uočljiv je sve veći interes za to područje. Održivi razvoj podrazumijeva, prije svega, korištenje prirodnih resursa za osnovne životne potrebe, a da se pritom ne zagađuje okoliš. Ovaj rad u središte stavlja održivo korištenje energije, s naglaskom na hibridni sustav, koji je pouzdaniji od oslanjanja na pojedinačne obnovljive izvore energije. Hibridni sustav podrazumijeva kompenzaciju i nadopunjavanje dva obnovljiva izvora energije kako bi se električna energija neprestano proizvodila. Kroz ovakav je sustav gotovo zajamčena sigurnost opskrbe energijom kroz obnovljive izvore u trenutku kad neobnovljivi izvori postanu nedostupni.

**KLJUČNE RIJEČI:** obnovljivi izvori, hibridni sustav, solarne elektrane, hidroenergija, vjetroagregati

## **SUMMARY**

When observing current topics related to sustainable development, it is evident that there is a growing interest for the field. Sustainable development means, above all, the use of natural resources for basic living needs, without polluting the environment. This paper focuses on the sustainable use of energy, with an emphasis on the hybrid system, which is more reliable than relying on individual renewable energy sources. The hybrid system involves compensating for and replenishing two renewable energy sources in order to generate electricity continuously. Through such a system, security of energy supply through renewable sources is almost guaranteed at the moment when non-renewable sources become unavailable.

**KEY WORDS:** renewable energy sources, hybrid system, solar energy, hydropower, wind turbines

## 1. UVOD

Značaj obnovljivih izvora energije raste iz godine u godinu. Razlog tome je sve veća potražnja za energijom, a ujedno i rastuća zagađenost okoliša te ograničenost resursa. Zbog navedenih razloga teži se obnovljivim izvorima energije kao što su sunčeva energija, energija vjetra, ili energija valova. Ono što predstavlja problem i usporava svaki projekt je mišljenje kako obnovljivi izvori ne mogu opskrbiti dnevnu potrebu za električnom energijom, što je ujedno i postavljena teza rada. S obzirom na nepovjerenje prema obnovljivim izvorima energije osmišljeni su hibridni sustavi koji čine kombinaciju dva obnovljiva izvora.

Ovaj rad govoriti će upravo o svim navedenim činjenicama i pretpostavkama o obnovljivim izvorima općenito i u Republici Hrvatskoj. Cilj rada je provjeriti istinitost teze nakon provedenog istraživanja.

Rad se sastoji od šest poglavlja. U uvodnom dijelu rada nalazi se predmet i cilj rada, struktura rada te metode istraživanja korištene u radu. Drugo poglavlje govori o obnovljivim izvorima i njegovim vrstama. Također se spominje i učinkovitost korištenja energije iz obnovljivih izvora. Treće poglavlje usmjereno je na hibridne sustave i njihove prednosti, dok četvrto poglavlje predstavlja trenutnu situaciju i obnovljive izvore u Hrvatskoj. Peto poglavlje sastoji se od rezultata primarnog istraživanja i njihove analize. Posljednje, šesto poglavlje je zaključak unutar kojeg su izvedeni svi relevantni zaključci unutar rada.

Unutar rada provest će se sekundarno istraživanje na temelju postojeće literature koja uključuje brojne znanstvene radove i istraživanja provedenih od strane specijaliziranih organizacija za navedenu temu i stručnjaka na području Republike Hrvatske i svijeta. Također, korišteni su i internetski članci koji potkrepljuju aktualna događanja na temu elektrana u Hrvatskoj. Na temelju podataka dobivenih iz sekundarnog istraživanja, izvest ćemo zaključak o temi koja je predmet ovoga rada. Osim sekundarnog istraživanja, provest će se i primarno istraživanje, koje je bilo uvod u sekundarno istraživanje s ciljem dobivanja dodatnih informacija za lakše shvaćanje teme i kreiranja zaključka.

Rad će obuhvatiti tri metode. Putem induktivne metode će se na temelju pojedinačnih činjenica te spoznaja iz literature i vlastitog iskustva, formirati novi zaključci. Druga metoda je deduktivna metoda putem koje će biti objašnjene već postojeće činjenice. Deduktivna metoda ujedno će poslužiti i za predviđanje budućih događaja. Metodom analize podaci koji su

prikupljeni omogućit će uočavanje, otkrivanje te u konačnici izučavanje znanstvenih teza kako bi se došlo do formiranja relevantnih zaključaka unutar rada.

## **2. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE**

Obnovljivi izvori podrazumijevaju sve izvore energije koji su prisutni u prirodi i koji se kao takvi ne mogu istrijebiti jer se beskonačno puta mogu obnoviti. Neki od obnovljivih izvora su energija sunca, energija vjetra, energija vode, geotermalna energija i energija biomase. Neke od navedenih opisat će se u nastavku.

Energija je fizikalna veličina te predstavlja proces, odnosno međudjelovanje čestica različitih tijela i odnos međusobno različitih čestica. Energiju stoga možemo nazvati produktom djelovanja različitih čestica, potrebnog za mogućnost obavljanja nekog rada. Važna činjenica kada se govori o obliku obnovljivog izvora energije dobivene iz prirodnih resursa, jest činjenica da ovakav oblik energije ne može nikada nestati, već prelazi iz jednog oblika u onaj drugi.

Kada se govori o razvrstavanju energetske resursa, oni se mogu podijeliti prema prirodnim izvorima energije na zemlji. Tako se prirodni izvori energije mogu podijeliti u dvije kategorije:

- Neobnovljivim ili iscrpivim izvorima energije
- Obnovljivim ili neiscrpivim oblicima energije

Prva skupina koja sadržava sve neobnovljive izvore energije podrazumijeva sve one oblike izvora čije su zalihe u prirodi ograničene. Neki od primjera za prvu skupinu iscrpivih izvora energije su tako fosilna goriva i nuklearna energija. Osim što su navedeni oblici energije do sada i najkorišteniji za životne i razvojne potrebe, smatraju se i nečistim i opasnim izvorima energije. Kako su navedeni oblici unatoč manama i dalje temeljni oblici izvora energije za današnju upotrebu, potrebno je istaknuti i prednosti ovih izvora koji su ujedno i razlog korištenja. Skladištenje ovih izvora energije vrlo je jednostavno kao i osiguravanje stabilnog rada postrojenja (Sutlović, 2011.).

Kako čitav rad govori o obnovljivim izvorima energije u nastavku će biti i dodatno objašnjeni. Obnovljivi izvori energije poseban su oblik izvora koji zbog svog načina nastajanja ujedno imaju i mogućnost promjene proizvodnje energije. Potvrda za navedeno nalazi se u činjenici kako je ovaj izvor energije sam sebi izvor unutar prirode. Primjeri za potvrdu činjenice kako ovaj izvor energije ovisi o prirodi nalazi se u količini vjetra, odnosno sunca ili vode. S obzirom

da vjetar ne puše uvijek istom jačinom, odnosno brzinom i sunce ne sija uvijek jednako jakim intenzitetom i količina proizvedene energije, nastale iz spajanja ovih dviju komponenata, može biti promjenjiva. Iako zbog ovisnosti o prirodnim pojavama dnevna količina proizvedene energije iz obnovljivog izvora može biti nejednaka, njihovu prednost čini činjenica da izvor kao takav ne može nestati. Radi kružnih ciklusa izvora, koji obnavljaju energiju u prirodi, odnosno radi aktivnosti sunca i njegovih prirodnih utjecaja na prirodu, ovaj oblik energije smatra se i neiscrpnim izvorom, pod pretpostavkom kako sunce, vjetar i voda ne mogu nestati.

Neiscrpnim izvorima energije tako se smatraju svi obnovljivi izvori koji su dio prirode te se zbog prirodnih procesa mogu neograničeno ili djelomično obnavljati. Važan podatak za navesti jest činjenica kako većina neiscrpnih izvora energije direktno ili indirektno potiče od sunca.

Osim sunčeve energije mnogo je obnovljivih izvora energije koji se u nekoj mjeri koriste na zemlji, a to su energija vjetra, geotermalna energija, energija morskih mijena i valova, energija vodotoka, bioplin, biogorivo i biomasa.

S obzirom na činjenicu kako navedeni obnovljivi izvori utječu na očuvanje održivog razvoja, smatraju se i jednim od najbrže rastućih trendova današnjice, iako su se u početku smatrali neučinkovitima i nedovoljnima za daljnji razvoj (Kolundžić, 2014.).

Iz perspektive zaštite okoliša koja se osim za prirodu zalaže i za zdravlje ljudi na zemlji, obnovljivi se izvori energije smatraju manje štetnima za okoliš, zdravlje i život, uspoređujući ih s onim konvencionalnim izvorima energije. S obzirom na posljedice korištenja konvencionalnih izvora energije, odnosno količinu ispuštanja krutih čestica u zrak, stakle ničkih plinova i teških metala koji zajedno uzrokuju i pojavu kiselih kiša, može se potvrditi kako su konvencionalni izvori energije vrlo štetni. Svi navedeni štetni procesi zajedno sa svojim derivatima uvelike onečišćuju okoliš i zdravlje ljudi, a nastavkom njihovog korištenja dogoditi će se potpuno uništenje cijelog ekosustava. Njihovo korištenje tako će utjecati na potpuno nestajanje šuma, odnosno biljaka u prirodi, a kod ljudi može dovesti do pojave različitih respiratornih bolesti.

S obzirom da je zaštita prirode temeljno područje zaštite koje nosi ulogu sprječavanja ugrožavanja ekoloških sustava, nužno je odrediti različite granice opterećenja koja su dozvoljena. Prije svega misli se na različite zakonske propise, na razne mjere koje se provode u segmentu održavanja potrebne kvalitete zraka i vode, ali i prehrane. Poseban se naglasak stavlja i na zbrinjavanje otpada, odnosno na poticanje uporabe ekoloških tehnologija, odnosno obnovljivih izvora energije (Sutlović, 2011.).



Kada se radi o obnovljivim izvorima energije naglašava se kako je riječ o oblicima koji se danas nude kao jedno od najvažnijih rješenja za problematiku borbe protiv primjerice klimatskih promjena te energetske kriza (Kavedžija, 2009.).

Promatrajući modernu energetiku, jasno je kako obnovljivi izvori energije zauzimaju vrlo značajan udio u budućnosti, a ono što je moguće očekivati je činjenica da će se isti dalje povećati. Što se tiče primarnih oblika energije, naglašava se kako je riječ o oblicima energije kakvi se mogu pronaći u prirodi (Šimleša, 2010.).

Ukoliko se u tom kontekstu govori o konvencionalnim izvorima, navedeni mogu ostati pohranjeni ili pak neiskorišteni. Što se tiče nekonvencionalnih oblika energije, oni su opipljivi i vidljivi te se mogu osjetiti kao što je primjerice energija vjetra ili pak energija sunca, odnosno vode.

Kako bi se iz primarnih oblika uspješno dobili tehnički iskoristivi oblici nužno ih je podvrgnuti procesu transformiranja. Navodi se kako za svaki pojedini oblik primarne energije ujedno postoji i jedna odgovarajuća transformacija. Ova transformacija je u ovisnosti o tome koje je vrste pojedini nositelj energije, odnosno zašto nešto zapravo predstavlja određen izvor energije. Tako su primjerice fosilna goriva i drvo posebni nositelji kemijske energije s obzirom da isti posjeduju naftne elemente koji putem kemijske reakcije daju sasvim neki drugi oblik energije. Što se tiče primjerice vodene snage, odnosno plime i oseke, navodi se kako je riječ o nositeljima tako zvane potencijalne energije koja će putem odgovarajućih strojeva, odnosno turbina, biti pretvorene u tako zvani mehanički rad. Kao primjer moguće je navesti sunce koje je nositelj tako zvane energije zračenja, odnosno energije koja će se unutar solarnog kolektora pretvoriti u toplinu. Nadalje, tu je i vjetar koji je nositelj kinetičke energije, tj. energije koja se putem rotora vjetroturbine pretvara dalje u mehanički rad. Iz svega navedenog moguće je uvidjeti kako putem odgovarajućih energetskih potreba, tj. jedne ili pak nekoliko njih u nizu, iz primarnih oblika mogu nastati određeni transformirani oblici. Najčešće se radi o mehaničkoj, električnoj ili toplinskoj energiji. Naglašava se kako su korisni oblici energije isključivo oni oblici koji se smatraju pogodnima za korištenje krajnjim korisnicima (Sutlović, 2011.).

## 2.1. Vrste obnovljivih izvora

Kako je u prethodnom poglavlju već spomenuto, najčešći oblici energije dobivenih iz obnovljivih izvora su sunčeva energija, energija vjetra i energija vode, ali valja napomenuti kako su tu i geotermalna energija i energija biomase. Sve navedeno vidljivo je na Slici 2.1., a u idućim poglavljima bit će predstavljen način na koji pretvaraju i koriste svoj vlastiti izvor u svrhu stvaranja energije za upotrebu.

Slika 2.1. Vrste obnovljivih izvora



Izvor: Vuković P., 26.4.2013., Dan obnovljivih izvora energije- 26. 04., OŠ Milna Brač, preuzeto s: [os-milna.skole.hr/nastava/predmetna/geografija?news\\_id=312](http://os-milna.skole.hr/nastava/predmetna/geografija?news_id=312), pristupljeno: 31.10.2021.

### 2.1.1. Sunčeva energija

U kontekstu energije temeljna stavka koja se nastoji ostvariti jest osiguranje dovoljne količine što jeftinije energije, odnosno zaštita ljudskog okoliša. Najefikasnija u navedenim segmentima je solarna energija. Naglašava se kako je potencijalno najveći izvor obnovljivog tipa energije upravo Sunce. Naime, već milijunima godina Sunce je to koje daje energiju koja se smatra dijelom suvremenih oblika energije. Stoga se danas na Sunce prije svega gleda kao na određenog spasitelja cjelokupnog čovječanstva i to uslijed posljedica koje su povezane s energetsom krizom te zagađenjem okoliša. Solarna energija predstavlja određen tip sigurne

energije, odnosno energije koja se smatra neprekidnom te ujedno i najmanje štetnom za sam okoliš.

Ukoliko se sagleda činjenica da je Sunce zapravo temeljni izvor života na zemlji te da je konstantan pratitelj ljudskog razvoja, jasno je kako je riječ o izvoru energije koji je u počecima nastanka svijeta korišten instinktivno, a tek se kasnije isti počeo koristiti i planski (Ćehajić, 2013.).

Tako je primjerice kroz povijest moguće uvidjeti čitav niz primjera gdje se iskorištavala energija Sunca. Ukoliko se usredotoči na prvi, a samim time i najpoznatiji oblik upotrebe Sunca za dobivanje nekog oblika energije, jasno je kako se zapravo radi o dobivanju vatre. Tako su ljudi primjerice još od najranijih vremena otkrili da se putem zakrivljenih ogledala mogu usmjeriti i koncentrirati Sunčeve zrake prema nečemu zapaljivom gdje će se s vrlo visokim intenzitetom uzrokovati plamen.

Naime, Sunce predstavlja osnovni, odnosno temeljni izvor energije. Riječ je konkretno o vrlo užarenoj te plinovitoj kugli koja je promjera 1,39 milijuna kilometara. Navedena se smatra uzrokom gotovo svih promjena koje se zbivaju u samoj atmosferi. Kada se govori o Suncu tada se naglašava kako je isto sastavljeno od helija i vodika. Što se tiče same unutrašnjosti Sunca, taj se isti vodik putem nuklearnih reakcija fuzije nadalje pretvara u helij. Ovi procesi kao rezultat donose oslobađanja vrlo velikih količina energije. Na temelju takvih reakcija temperatura u samoj unutrašnjosti Sunca raste te premašuje čak 20 milijuna K. Također, potrebno je naglasiti kako navedene reakcije i temperatura koja iz njih proizlazi nikako ne određuju elektromagnetska svojstva koja se odnose na sunčevo zračenje. Što se tiče zračenja iz unutrašnjosti, ono u svome velikom dijelu rezultira slojem negativnih vodikovih iona koji se nalaze u blizini površine pa je stoga temperatura čak 6000 K, dok je s druge strane spektar sunčeva zračenja približan spektru crnog tijela.

Kada se govori o energiji sunčeva zračenja, riječ je o posebnom obliku energije koja se rasprostranjuje po površini Zemlje, a sve u ovisnosti od geografske širine, godišnjeg doba, kao i same duljine dana. Ukoliko se govori o korištenju sunčeva zračenja kao posebnog izvora energije, utoliko se naglašava kako se prije svega misli na određenu energiju zračenja koja će doprijeti do zemljine površine. Konkretno, vidljivo je kako se sam intenzitet mijenja tijekom godine i to uslijed promjena udaljenosti između Zemlje te Sunca.

Promatrajući današnju tehnologiju koja se koristi ovim oblikom energije moguće je uočiti kako se ista primjenjuje zapravo u različitim inovacijama i proizvodima. Tako se primjerice solarna energija koristi u svrhu vrtne rasvjete, ali su osmišljeni i automobili na solarni pogon.

Suvremeno je društvo unazad deset godina prepoznalo navedeni oblik energije te pogodnosti koje ona donosi sa sobom. Naime, na temelju razvijanja navedenog oblika energije dolazi do smanjenja ovisnosti o postojećim fosilnim gorivima, kao i do poboljšanja ukupne kakvoće zraka. Korištenjem solarne energije i primjenjujući istu na sve veći broj industrija potiče se na razvoj i život orijentiran prema smanjenju emisija stakleničkih plinova.

Pojam solarne energije moguće je vezati uz različite grane djelatnosti pa samim time i s graditeljstvom. Energija sunca se u tom kontekstu može koristiti na dva načina. Riječ je o aktivnoj uporabi solarne energije te o pasivnoj uporabi solarne energije.

Ukoliko se primjerice radi o aktivnom korištenju sunčeve energije tada se govori o izravnom pretvaranju sunčeve energije u toplinsku ili pak u električnu energiju. Pretvaranje ove vrste energije se vrši putem različitih uređaja kao što su primjerice solarni kolektori namijenjeni stvaranju toplinske energije, odnosno korištenje različitih fotonaponskih panela namijenjenih za stvaranje električne energije (Koški, 2010.).

### ***2.1.2. Energija vjetra***

Strujanje zračnih masa, koje se javlja zbog temperaturne razlike odnosno tlakova naziva se vjetar. Vjetar, odnosno njegovo nastajanje i jačina ovise o geografskim i topografskim obilježjima prostora (Zelenko).<sup>1</sup>

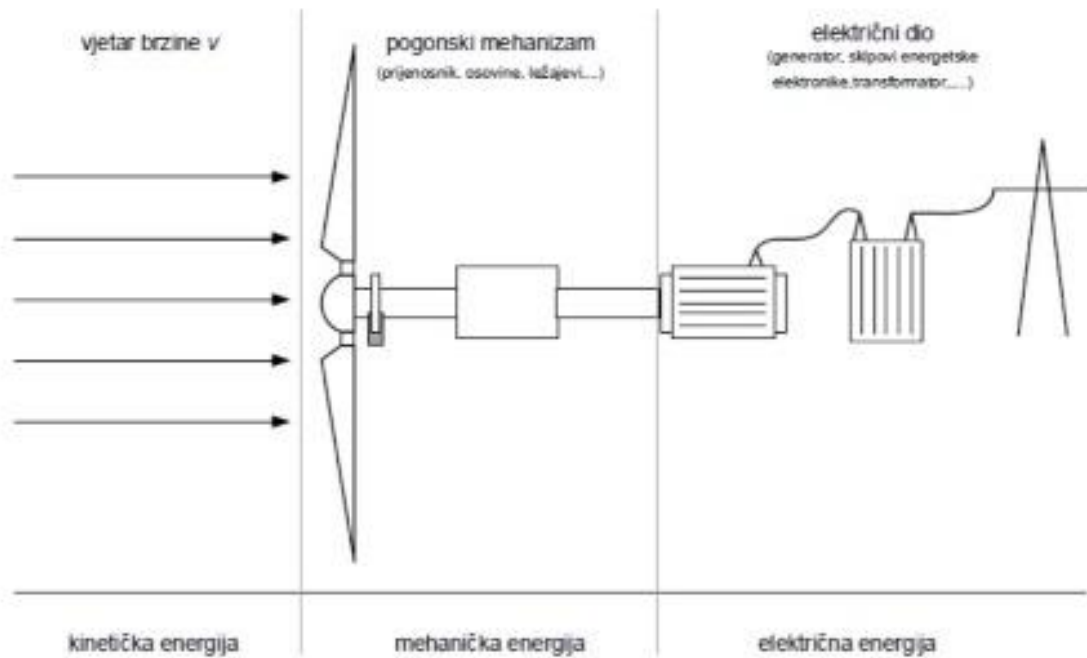
Energija vjetra može se promijeniti u neki od korisnih oblika energije te kao takva može korištenjem vjetroagregata služiti za proizvodnju električne energije za svakodnevnu upotrebu. Danas je sve više vjetroagregata, koji čine jednu vjetroelektranu, priključeno na elektromagnetsku mrežu, zbog čega su postali i vrlo popularni. Kako se cijeli proces odvija vidljivo je na Slici 2.2. gdje brzina vjetra, koji dolazi u obliku kinetičke energije i ulazi u pogonski mehanizam u kojem se energija pretvara u mehaničku energiju, nakon čega električni dio proizvodi električnu energiju (Jerkić).<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Zelenko I., Što je vjetar i kako nastaje, vjetroelektrane.com, preuzeto s: [www.vjetroelektrane.com/sto-je-vjetar](http://www.vjetroelektrane.com/sto-je-vjetar), pristupljeno: 28.8.2021.

<sup>2</sup> Jerkić L., Moderni vjetroagregati i pretvorba energije, vjetroelektrane.com, preuzeto s: [www.vjetroelektrane.com/moderni-vjetroagregati-i-pretvorba-energije](http://www.vjetroelektrane.com/moderni-vjetroagregati-i-pretvorba-energije), pristupljeno: 28.8.2021.

Slika 2.2. Pretvorba energije kod vjetroelektrana



Izvor: Martić D, Kriteriji odabira generatora u vjetroelektranama (2016), diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek, Osijek.

Zbog razvitka tehnologije i mogućnosti da se vjetar pretvara u električnu energiju za svakodnevnu upotrebu, vjetar se trenutno smatra ubuduće najperspektivnijim izvorom energije, iako je već i danas vrlo značajan. Međutim, kao takav ne može biti jedini izvor energije koji bi potpuno zamijenio upotrebu fosilnih goriva. Iako je vjetar kao prirodna pojava nepredvidiv i postoji mogućnost dugog razdoblja bez jakog vjetra, postoje načini za predviđanje navedenih situacija te će se takva razdoblja pokušati smanjiti. Također, moguće je i raznim tehnologijama spremati dobivenu energiju i koristiti zalihe u razdobljima bez vjetra (Jerkić).<sup>3</sup>

Iako investicijski skupa, kada se jedna vjetroelektrana otplati, odnosno amortizira, ovo se smatra najjeftinijim izvorom energije. Neke zemlje već imaju vrlo visok udio vjetroelektrana u energetske sustavima, te je time dokazano kako je moguće živjeti od energije dobivene iz vjetra. Unaprjeđenjem same tehnologije i spajanjem različitih obnovljivih izvora energije te korištenjem spremnika očekuje se sve veći porast udjela korištenja vjetra u elektromagnetskim

<sup>3</sup> Jerkić E., Značaj i vizija energije vjetra u budućnosti, vjetroelektrane.com, preuzeto s: [www.vjetroelektrane.com/znacaj-i-vizija](http://www.vjetroelektrane.com/znacaj-i-vizija), pristupljeno 28.8.2021.

sustavima. Predviđeno je kako će do 2050. godine vjetar uz navedenu tehnologiju električnom energijom moći opskrbiti 80% potreba čovjeka (Jerkić).<sup>4</sup>

Posljednje desetljeće energija vjetra smatra se najbrže rastućom granom industrije na svijetu. Uspjeh je postignut radi činjenice da je ovakav izvor energije dostatan za opskrbu u budućnosti bez upotrebe neobnovljivih izvora energije. Tako su upravo vjetroelektrane postale vrlo primamljive velikim investitorima koji u budućnosti u iste planiraju i ulagati.

Iako je prije deset godina bilo gotovo nemoguće zamisliti da će za dobivanje električne energije primaran izvor biti vjetar, on zbog svoje fizikalne osnove danas otvara i mnoga radna mjesta.

Vjetroelektrane su tako najzastupljenija tehnologija za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora, a vjetroagregati, od kojih se vjetroelektrana sastoji, proizvode se u raznim veličinama i prilagođeni su gotovo svim vrstama terena i klimatskim uvjetima. Visina jednog stupa zajedno s lopaticom doseže i do 200 metara kod svjetski najvećih vjetroagregata. Snaga jednog takvog vjetroagregata veća je od 6 MW.

Razvojem vjetroagregata došlo je i do razvoja tehnologija spajanja istih na elektromagnetsku mrežu. Tako se razvijaju i vjetroagregati koji pružaju potporu i osiguravaju stabilnost sustava. Razvijeni su i prognostički modeli, cijene proizvedenog dobra padaju, a nastaje čista i besplatna energija zbog čega je sve veća izgradnja vjetroelektrana u svijetu (Jerkić).<sup>5</sup>

Početak korištenja vjetra za potrebnu energiju vidljiv je još u vrijeme kada su ljudi postavljanjem jedra na brodove mogli otići na daleka putovanja. Vjetar se zato smatra i pokretačem istraživačkog doba i preoceanske trgovine robom. Također, pojava prvih vjetrenjača nastaje još u 9. stoljeću uz pretpostavku da su postojale i dva stoljeća ranije. One su se nalazile između Afganistana i Irana, a korištene su za mljevenje i pumpanje vode. U Kini su se primjerice vjetrenjače koristile za dobivanje soli iz morske vode, u Nizozemskoj su bile korištene za isušivanje delte Rajne, dok je vjetar u Velikoj Britaniji bio izvor energije namijenjen za niže staleže. Mnoge navedene vjetrenjače nastale od 10. do 15. stoljeća u Europi i danas postoje (Jerkić).<sup>6</sup>

Vjetroelektrane su također ekološki prihvatljiv proizvodnje energije. One ne proizvode štetne plinove, ne dovode do zagađenja i ne proizvode svojim radom opasan otpad. Samo 2009. godine

---

<sup>4</sup> Jerkić E., Značaj i vizija energije vjetra u budućnosti, vjetroelektrane.com, preuzeto s: [www.vjetroelektrane.com/znacaj-i-vizija](http://www.vjetroelektrane.com/znacaj-i-vizija), pristupljeno 28.8.2021.

<sup>5</sup> Jerkić E., Energija vjetra u energetici, vjetroelektrane.com, preuzeto s: [www.vjetroelektrane.com/energija-vjetra-u-energetici](http://www.vjetroelektrane.com/energija-vjetra-u-energetici), pristupljeno: 28.8.2021.

<sup>6</sup> Jerkić E., Povijest, vjetroelektrane.com, preuzeto s: [www.vjetroelektrane.com/povijest](http://www.vjetroelektrane.com/povijest), pristupljeno: 28.8.2021.

postavljeno je oko 160000 MW vjetroelektrana, čija snaga je 230 puta jača od Nuklearne elektrane Krško. U posljednjih 30 godina izgrađeno je više od 80000 vjetroagregata, od čega niti jedan nije prouzročio nikakvu štetu za čovječanstvo.

Vjetroelektrane osim zbog svoje učinkovitosti i činjenice da prate trend očuvanja okoliša svojim izgledom očaravaju ljude, zbog čega nerijetko elektrane postaju i turistička odredišta. Tako primjerice Njemačka u blizini svojih najvećih gradova ima izgrađenu vjetroelektranu ili postavljene vjetroagregate te time iskazuju svoju brigu za okoliš.

Iako vjetroelektrane proizvode manje energije u usporedbi s jednom nuklearnom elektranom, ukoliko su na dobroj lokaciji, jedan vjetroagregat čija snaga iznosi 2 MW može godišnje proizvesti dovoljnu količinu energije za opskrbu oko 2000 kućanstava.

Iako je vjetar nepredvidiv izvor energije i nije u cijelom svijetu zastupljen, odnosno raspoređen u jednakoj količini i snazi, u onim manje zastupljenim dijelovima svijeta vjetroelektrana može itekako opskrbljivati kućanstva uz pomoć primjerice solarnog oblika izvora energije ili hidroelektrana (Jerkić).<sup>7</sup>

### **2.1.3. Energija vode**

Uz mnoge druge obnovljive izvore energije među značajnijima je i energija vode ili hidroenergija. Energija koju dobivamo iz vode nastaje u hidroelektranama. Proces je gotovo isti kao i kod drugih postrojenja za dobivanje električne energije. Potencijalna energija vode prelazi u mehaničku energiju, koja se u generatoru pretvara električnu energiju. Snaga dobivena u hidroelektrani ovisi o neto padu vode, kojeg čini razlika gornje i donje vode, umanjena za hidrauličke gubitke potrebne za protok vode.

Hidroelektrane imaju tri podjele prema načinu korištenja vode, prema visini pada vodotoka i prema udaljenosti strojarnice od brane (Jerkić).<sup>8</sup>

Podjela hidroelektrana vidljiva je u Tablici 2.1. ovoga rada. Prva podjela odnosi se na način korištenja vode. Prva vrsta ove podjele je akumulacijska hidroelektrana kod koje se voda akumulira za korištenje kada je potrebna, druga vrsta je protočna hidroelektrana kod koje nema akumulacije, već se voda koristi u trenutku dotoka, a treća vrsta je reverzibilna ili crpno-akumulacijska koja je spoj dvije prethodne. Druga podjela je prema visini pada vodotoka, odnosno prema razlici visine između prihvata i ispuštanja vode. Prva vrsta navedene podjele je

---

<sup>7</sup> Jerkić E., Mitovi o vjetroelektranama, vjetroelektrane.com, preuzeto s: [www.vjetroelektrane.com/mitovi-faq](http://www.vjetroelektrane.com/mitovi-faq), pristupljeno: 28.8.2021.

<sup>8</sup> Jerkić L., Načini pretvorbe energije vodotoka u električnu energiju, obnovljivi.com, preuzeto s: [www.obnovljivi.com/energija-vode/57-nacini-pretvorbe-energije-vodotoka-u-elektricnu-energiju](http://www.obnovljivi.com/energija-vode/57-nacini-pretvorbe-energije-vodotoka-u-elektricnu-energiju), pristupljeno: 29.8.2021.

niskotlačna hidroelektrana čiji je pad manji od 25 metara, druga vrsta je srednjetlačna čiji pad je visok od 25 metara do 200 metara, a posljednja vrsta je visokotlačna hidroelektrana čiji je pad visine iznad 200 metara. Posljednja podjela je ona ovisna o udaljenosti strojarnice od brane hidroelektrane te se dijeli na pribransku hidroelektranu koja je smještena pored brane i derivacijsku hidroelektranu koja je smještena dalje od brane.

Tablica 2.1. Podjela hidroelektrana

Prema načinu korištenja vode	Prema visini pada vodotoka	Prema udaljenosti strojarnice od brane hidroelektrane
Akumulacijske	Niskotlačne	Pribranske
Protočne	Srednjetlačne	Derivacijske
Reverzibilne	Visokotlačne	

Izvor: autor prema: Jerkić L., Načini pretvorbe energije vodotoka u električnu energiju, obnovljivi.com, preuzeto s: [www.obnovljivi.com/energija-vode/57-nacini-pretvorbe-energije-vodotoka-u-elektricnu-energiju](http://www.obnovljivi.com/energija-vode/57-nacini-pretvorbe-energije-vodotoka-u-elektricnu-energiju), pristupljeno: 29.8.2021.

Postoji još jedna podjela, a to je ona prema snazi te tako poznajemo male i velike hidroelektrane. Jačina malih hidroelektrana je do 10 MW.

Iz hidroelektrana se godišnje u svijetu proizvede oko 20% električne energije, pri čemu je u Europi dosada razvijeno 65% potencijala za izgradnju, što je i najveća iskorištenost nekog kontinenta. Ipak iako je do sada iskoristila samo 20% svog potencijala Azija ima najveći postotak udjela električne energije dobivene putem hidroelektrana i iznosi 39%.

Već 1995. snaga svih postavljenih malih hidroelektrana u svijetu iznosila je 26582 MW, od čega je 11000 MW postavljeno u Europi. Procjenjuje se da bi do danas trebalo biti postavljeno oko 51705 MW ili 71905 MW u svijetu, ovisno o scenariju ekonomije odnosno razvoja. Najveći postotak korištenja vode za dobivanje električne energije u Europi ima Nizozemska s čak 99% udjela. Kako i mnoge druge zemlje Hrvatska vodu koristi 50% za opskrbu električnom energijom.<sup>9</sup>

Prvi oblici korištenja vode za potrebe stvaranja energije postojali su i 100 godina prije Krista. Grci i Rimljani tada su vodene kotače vidljive na Slici 2.3. postavljali vertikalno uz vodu te su bili korišteni za mljevenje kukuruza (Jerkić).<sup>10</sup>

<sup>9</sup> Jerkić L., Iskorištavanje energije vodotoka u energetici, obnovljivi.com, preuzeto s: [www.obnovljivi.com/energija-vode/55-iskoristavanje-energije-vodotoka-u-energetici](http://www.obnovljivi.com/energija-vode/55-iskoristavanje-energije-vodotoka-u-energetici), pristupljeno: 29.8.2021.

<sup>10</sup> Jerkić L., Povijest korištenja energije vode, obnovljivi.com, preuzeto s: [www.obnovljivi.com/energija-vode/54-povijest-koristenja-energije-vode](http://www.obnovljivi.com/energija-vode/54-povijest-koristenja-energije-vode), pristupljeno: 29.8.2021.



Slika 2.3. Kotač u sklopu Rimskog akvadukta



Izvor: Jerkić L., Povijest korištenja energije vode, obnovljivi.com, preuzeto s: [www.obnovljivi.com/energija-vode/54-povijest-koristenja-energije-vode](http://www.obnovljivi.com/energija-vode/54-povijest-koristenja-energije-vode), pristupljeno: 29.8.2021.

Europljani su 13. stoljeću preuzeli ovu tehnologiju od Kineza koji su od 1. stoljeća horizontalne kotače koristili za izvor energije. Krajem 16. stoljeća vodeni kotači su se počeli koristiti za potrebe ispumpavanja vode iz rudnika, ali i za hlađenje peći i mrvljenje sirovina (Jerkić).<sup>11</sup>

Također, kao i drugi obnovljivi izvori energije, niti ovaj nema štetan utjecaj na okoliš i ne ispušta štetne plinove. Međutim, kod korištenja ove tehnologije postoji utjecaj na ekološki disbalans nizvodno od brane. Ovaj štetan utjecaj moguće je uočiti kod velikih hidroelektrana, ali se uvjetima o zaštiti okoliša oni i reguliraju.

Kako je povijest ovog načina korištenja obnovljivih izvora najstarija, hidroelektrane se smatraju najrazvijenijim oblikom izvora energije te trenutno čine najveći dio proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora.

Trenutno se u svijetu proizvodi 950 GW snage kroz korištenje svih postojećih hidroelektrana, što je više proizvedene snage u odnosu na snagu dobivenu iz bilo kojeg drugog obnovljivog izvora. Danas je izgrađeno oko 60% potencijala (Jerkić).<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> Jerkić L., Povijest korištenja energije vode, obnovljivi.com, preuzeto s: [www.obnovljivi.com/energija-vode/54-povijest-koristenja-energije-vode](http://www.obnovljivi.com/energija-vode/54-povijest-koristenja-energije-vode), pristupljeno: 29.8.2021.

<sup>12</sup> Jerkić L., Značaj i vizija energije vodotoka u budućnosti, obnovljivi.com, preuzeto s: [www.obnovljivi.com/energija-vode/56-znacaj-i-vizija-energije-vodotoka-u-buducnosti](http://www.obnovljivi.com/energija-vode/56-znacaj-i-vizija-energije-vodotoka-u-buducnosti), pristupljeno 29.8.2021.

### 2.1.3. Geotermalna energija

Geotermalna energija jest ona dobivena iz Zemlje odnosno njezine topline i koju je moguće koristiti kao energiju za korištenje. Kako je vidljivo na Slici 2.4. što je dubina veća temperatura zemljine kore je viša. Tako na dubini od 80 metara temperatura stijena iznosi oko 600 stupnjeva dok na 6000 km iznosi 5000 stupnjeva, iako se toplina čitavo vrijeme kreće od izvora prema površini.

Slika 2.4. Temperaturna raspodjela unutar Zemlje



Izvor: Alerić I., Iskorištavanje geotermalne energije u energetici, obnovljivi.com, preuzeto s: [www.obnovljivi.com/geotermalna-energija/67-iskoristavanje-geotermalne-energije-u-energetici?showall=1](http://www.obnovljivi.com/geotermalna-energija/67-iskoristavanje-geotermalne-energije-u-energetici?showall=1), pristupljeno: 22.10.2021.

Spremnik energije u kori naziva se geotermalno ležište. Iz njega se može dobiti toplina koja se procesom na površini može pretvoriti u električnu energiju potrebnu za korištenje.

Geotermalna ležišta zapravo su vode pod zemljom i vode koje kroz ležišta prolaze.

Iako službena podjela izvora ne postoji, ona se trenutno dijele na nekoliko načina:

- prema temperaturi ležišnog fluida
- prema vrsti geotermalnih ležišta
- prema stupnju istraženosti izvora

Kako je tema ovog rada korištenje geotermalne energije u energetske svrhe, opisat će se primarno podjela ležišta prema temperaturi. S obzirom na ovu vrstu postoje ležišta vruće vode, ležišta suhe vodene pare, vruće i suhe stijene i ležišta tople vode pod visokim tlakom.

Većina ležišta je onih vruće vode te su ova ležišta trenutno jedini izvor komercijalne proizvodnje električne energije. Ovakav izvor podrazumijeva isparavanje vodene pare na površinu koja se u turbini koristi za pretvorbu u električnu energiju. Ležišta suhe vodene pare manje su zastupljena iako su najjeftinija za iskorištavanje. Vruće i suhe stijene se pak nalaze na većim dubinama i u njima je sačuvana toplinska energija, ali nisu bogate fluidom koji je potreban za proizvodnju električne energije stoga je upotreba ovog ležišta neiskoristiva. Trenutno se provode procesi proučavanja te je moguće kako će određenim metodama i ova vrsta izvora postati upotrebljiva. Kao i navedeno, i ležište tople vode pod visokim tlakom je neiskoristivo s obzirom da se nalaze vrlo duboko, nisu visoke temperature, a sadrže i čestice metana. Kako je stijena općenito nedovoljno učinkovit vodič, nije dovoljno doći do tople stijene već se za dobivanje topline moraju koristiti fluidi u šupljinama stijene. Tako je za dobivanje topline ovim putem potrebno izbušiti utisni i proizvodni otvor. Proizvodnim se dobiva toplina, dok se utisnim obnavlja ležište.

Geotermalnu energiju koristi se kao toplinska energija bez prethodne proizvodnje ili kao električna energija nakon što toplinska bude prerađena. Primaran način iskorištavanja geotermalnih izvora svakako je proizvodnja električne energije. Geotermalne elektrane rade svaki dan 24 sata dnevno, a većina koristi izvore za oba oblika korištenja topline. Danas je sve veći broj korištenja geotermalnih toplinskih crpki koje služe za grijanje ili hlađenje prostora te za korištenje tople vode u kućanstvima.

Kako i drugi obnovljivi izvori i ovaj nije jednako raspoređen po čitavom svijetu, odnosno geografski položaj utječe na broj izvora toplinske energije. Međutim, ovaj izvor energije, odnosno sama elektrana, za okoliš predstavlja određeno zagađenje ili uništavanje istog što podrazumijeva krčenje velikih površina za izgradnju, propadanje tla i emisiju plinova (Alerić).<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> Alerić I., Iskorištavanje geotermalne energije u energetici, obnovljivi.com, preuzeto s: [www.obnovljivi.com/geotermalna-energija/67-iskoristavanje-geotermalne-energije-u-energetici?showall=1](http://www.obnovljivi.com/geotermalna-energija/67-iskoristavanje-geotermalne-energije-u-energetici?showall=1), pristupljeno: 22.10.2021.

#### **2.1.4. Energija biomase**

Biomasa je prirodna tvar koja nastaje rastom biljaka i životinja te se kao takva smatra obnovljivim izvorom energije. Iako se biomasa koristi u proizvodnji i kao gorivo, najčešće se koristi kao izvor energije za grijanje i kuhanje u kućanstvima. Prednost biomase je činjenica kako je ona neprestan izvor energije, koji iako utječe na okoliš nije jako štetna. Prilikom svog izgaranja ne pušta ugljikov dioksid u atmosferu, kao što je to slučaj kod fosilnih goriva. Međutim, pretjeranom sječom drveća za potrebe biomase može doći do narušavanja prirodne ravnoteže što dovodi do globalnog zatopljenja. Ipak regulacijom sječe pazi se i na ravnotežu.

### **2.2. Učinkovitost obnovljivih izvora**

Korištenje obnovljivih izvora energije kao zamjena za one štetne neobnovljive izvore smatra se jeftinijim i prirodno prihvatljivijim načinom opskrbe električnom energijom. Kako bi se potvrdile navedene činjenice, iste će biti potkrepljene trenutnim stanjem učinkovitosti korištenja obnovljivih izvora u Europskim zemljama.

U Europi se u odnosu na posljednjih deset godina uvelike smanjila potrošnja električne energije radi ulaganja u energetske učinkovitost. Također, kako bi se povećale energetske uštede, na području Europe sve se manje upotrebljavaju fosilna goriva, ali uštedama doprinosi i činjenica da se u Europi obnovljivi izvori energije prihvaćaju brže od očekivanog.

Neke su zemlje aktivnije na putu prema promjeni i upotrebi energije dobivene iz obnovljivih izvora te one vide rezultate u uštedama. Tako je primjerice Portugal 2016. godine četiri dana za redom uspio zadovoljiti sve potrebe za električnom energijom iz obnovljivih izvora.

Također, Danska je potvrdila kako u nekim danima može proizvoditi više nego što je potrebno za njih te viškom proizvedene energije u vjetroelektranama napajati Švedsku i Njemačku.

Porast korištenja obnovljivih izvora energije iznenadio je sve na tržištu, a nastao je kao uspjeh političkih potpora obnovljivim izvorima.

Uspjeh je vidljiv i u brojkama. Do 2015. godine 77% proizvodnih kapaciteta činili su obnovljivi izvori. Od 2005. godine do 2015. godine udio obnovljivih izvora u ukupnoj potrošnji energije porastao je sa 9% na 17%, što je gotovo dvostruko više.

Najveće povećanje potrošnje iz obnovljivih izvora ima Švedska, koja od ukupne potrošnje 53,9% koristi iz obnovljivih izvora. S 39,3% na drugom je mjestu Finska, nakon koje slijede Latvija, Austrija i Danska. Uz navedene države ukupno je njih 11 ispunilo ili premašilo svoj cilj za proteklu godinu. Ovisno o geografskom položaju zemlje koriste se drugi izvori energije, pri čemu neki koriste kombinaciju različitih obnovljivih izvora, a neki se napajaju samo iz jednog. Primjerice Estonija se najviše koristi biomasom, dok se u Irskoj više od polovice energije dobivene iz obnovljivog izvora koristi energija vjetra. Kombinaciju vjetra, sunca, vode i biomase koristi Grčka i tako ju se koristi za primjer napajanja iz različitih obnovljivih izvora.<sup>14</sup>

### **3. HIBRIDNI SUSTAVI**

Hibridni sustav naziv je za rješenje koji podrazumijeva dobivanje, odnosno proizvodnju energije iz dvaju ili više izvora koji se međusobno nadopunjuju. Izvori električne energije ne moraju nužno biti obnovljivi, ali će se nastavku govoriti isključivo o obnovljivim izvorima. Najčešća kombinacija je ona koja uključuje vjetar i sunce kao izvore energije, ali su moguće i druge kombinacije kao primjerice hidroelektrane i spremnici za pohranu ili solarne elektrane i biomasa.

Hibridni sustav trenutno se smatra najučinkovitijom tehnikom proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora. S obzirom na promjenjivost resursa odnosno izvora, odnosno s obzirom na primjerice promjenjivu količinu sunca, jačinu vjetra ili razinu vode, pohrana energije koja se vrši u takozvanim spremnicima, čini ovaj sustav sigurnim za neprekidno napajanje. Spremnici se smatraju vodećim rješenjem za slučajeve veće odnosno manje potrošnje ili proizvodnje. Jedan hibridni sustav tako može proizvesti puno više energije za upotrebu i time osigurati neprekidno napajanje sustava ili kućanstva. Ono po čemu je specifičan je po činjenici da ne ovisi o jednom prirodnom resursu, već dva koja se međusobno nadopunjuju.

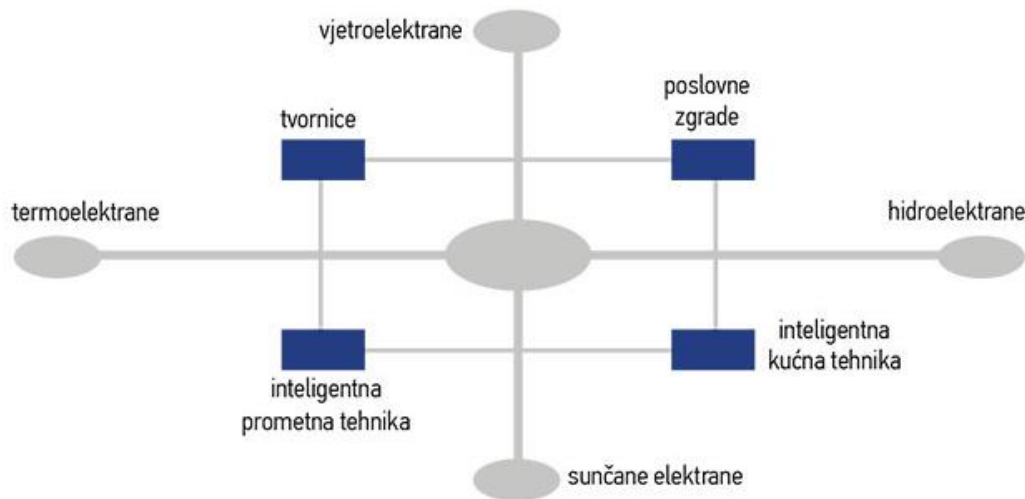
Hibridni sustav može funkcionirati i kao jedan prirodni resurs uz upotrebu spremnika, pri čemu se spremnik smatra drugim izvorom koji po nedostatku primarnog prirodnog izvora daje već unaprijed proizvedene dodatne količine prirodnog resursa koji napaja elektranu odnosno objekt ili kućanstvo. Hibridni sustavi češće će biti korišteni za potrebe industrije, jer za manja

---

<sup>14</sup> Eea, 11.5.2021., Energija u Europi – stanje stvari, eea.europa.eu, preuzeto s: [www.eea.europa.eu/hr/signals/eea-signali-2017-oblikovanje-buducnosti/clanci/energija-u-europi-2013-stanje-stvari](http://www.eea.europa.eu/hr/signals/eea-signali-2017-oblikovanje-buducnosti/clanci/energija-u-europi-2013-stanje-stvari), pristupljeno: 30.9.2021.

napajanja nerijetko je dovoljan i jedan prirodan izvor. Kako je vidljivo na Slici 3.1. hibridni sustavi mogu napajati različite poslovne i privatne zgrade i postrojenja pri čemu svaki od njih ne mora nužno koristiti isti izvor.<sup>15</sup>

Slika 3.1. Napajanje više objekata iz hibridnih sustava



Izvor: B.L., 5.2.2019., Hibridni energetske sustavi - budućnost energetike, energetika-net.com, preuzeto s: [www.energetika-net.com/specijali/nove-tehnologije/hibridni-energetski-sustavi-buducnost-energetike-27985](http://www.energetika-net.com/specijali/nove-tehnologije/hibridni-energetski-sustavi-buducnost-energetike-27985), 30.9.2021.

Kako bi prikaz bio jasniji, isti će biti pojašnjen u nastavku. Kako je već rečeno, hibridni sustav podrazumijeva korištenje dva različita izvora energije koji se međusobno nadopunjuju i na taj način osiguravaju dovoljnu količinu energije za opskrbu. Sa Slike 3.1. uzet je primjer napajanja četiri različita objekta odnosno sustava, pri čemu neki od njih koriste isti izvor. Model sa slike prikazuje kako zapravo funkcionira hibridni sustav, odnosno kako bi isti trebao funkcionirati. Na primjeru sa Slike 3.1. tvornica koristi kombinaciju termoelektrane i vjetroelektrane za pridobivanje električne energije. Poslovna zgrada koristi također hibridni sustav za svoje napajanje, ali osim hidroelektrane koristi i resurse iz iste vjetroelektrane kao i tvornica. Ono što se zapravo želi prikazati jest činjenica da jedna primjerice vjetroelektrana može proizvesti dovoljno električne energije za više različitih objekata odnosno funkcija. Također, prikazuje se i mogućnost potpune stanke jednog izvora u slučaju da preostala tri funkcioniraju, bez da dođe do prestanka napajanja. Primjerice, ukoliko termoelektrana zakaže, ali vjetroelektrana i sunčeva

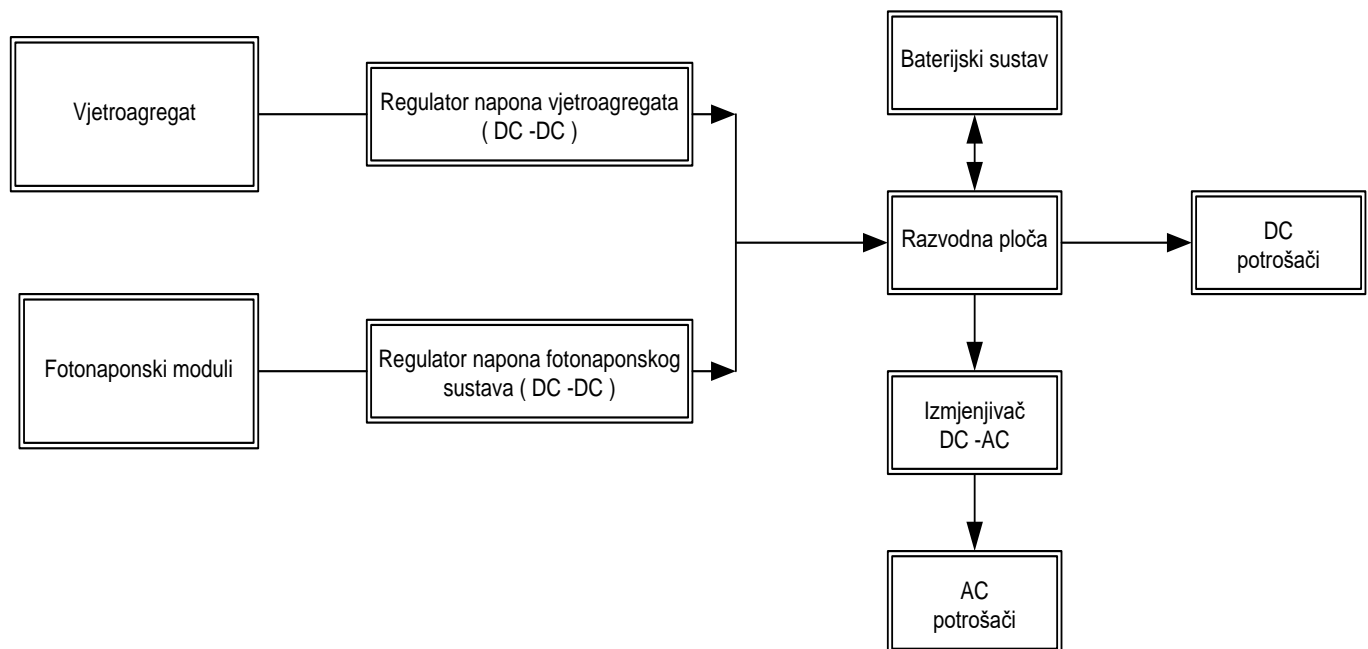
<sup>15</sup> B.L., 5.2.2019., Hibridni energetske sustavi - budućnost energetike, energetika-net.com, preuzeto s: [www.energetika-net.com/specijali/nove-tehnologije/hibridni-energetski-sustavi-buducnost-energetike-27985](http://www.energetika-net.com/specijali/nove-tehnologije/hibridni-energetski-sustavi-buducnost-energetike-27985), 30.9.2021.

elektrana budu u mogućnosti proizvoditi više energije u slučaju pojačane količine prirodnog izvora, objekti napajanja iz termoelektrane neće morati obustaviti svoj rad ili potrošnju, jer će navedeni izvor zamijeniti drugi izvori koji čine zajednički hibridni sustav.

Kako bi se pobliže objasnio način rada hibridnog sustava u nastavku je Slika 3.2.

Na prikazu su vidljiva dva izvora, vjetroagregat (izvor vjetar) i fotonaponski moduli (izvor sunce), svaki za sebe ima uređaj za prilagodbu oblika napona, a zatim proizvedena energija odlazi u razvodnu ploču koja dobivenu energiju raspodjeljuje prema potrebi. Energija se tako pretvara u AC napon, odnosno iz istosmjernog u izmjenični napon i odlazi u potrošnju ili ostaje u istosmjernom DC naponu za potrošnju, a sav proizvedeni višak odlazi u spremnik, odnosno bateriju iz koje će opet biti vraćena na raspodjelu u razvodnu ploču u slučaju potrebe.

Slika 3.2. Blok shema autonomnog hibridnog sustava



Izvor: Šegović N., 2012., Primjena malih autonomnih sustava obnovljivih izvora energije, seminarski rad, Tehničko veleučilište u Zagrebu, Zagreb.

### **3.1. Primjena hibridnog sustava**

Hibridni sustavi osmišljeni su kako bi se uz obnovljivi izvor smanjilo korištenje nekog neobnovljivog izvora za dobivanje potrebne količine električne energije. Za primjer se može navesti kombinacija sunca i vjetra. Međutim, trenutno je sam sustav još nedovoljno razvijen kako bi se neke važne ustanove prebacile na opskrbu iz isključivo obnovljivih izvora radi moguće nestabilnosti mreže. Zato se ustanove poput bolnica, banaka ili državnih ustanova, koje se napajaju iz hibridnog sustava, napajaju najčešće iz jednog prirodnog izvora i drugog neprirodnog izvora kako bi bili sigurni da neće ostati bez električne energije. Trenutno se većinom hibridnim sustavom napajanja koriste kuće udaljene od središta električne mreže, na primjer u planinama, zabačenim selima. Također hibridni sustavi napajanja iz prirodnih izvora pogodni su primjerice za brodove, svjetionike ili slična plovila odnosno objekte. Međutim, izgradnjom dodatnih spremnika energije biti će moguće napajati i puno veće sustave.

### **3.2. Prednosti hibridnog sustava**

Najveći porast korištenja hibridnog sustava bit će uskoro vidljiv u industrijskim pogonima, koji su veliki potrošači, a nerijetko su i proizvođači energije. Osim za industriju mnoge su prednosti i za druge pa će tako hibridni sustavi dovesti do snižavanja troškova ulaganja u postrojenja, bit će potrebno manje prostora za skladištenje, uštede će dovesti do mogućnosti ulaganja u infrastrukturu, smanjit će se i pogonski troškovi, energija će se proizvoditi lokalno zbog čega će svaka država ili manje područje ovisiti o sebi i svojoj proizvodnji, što neće dovoditi do nestabilnosti energetske mreže.<sup>16</sup>

## **4. HIBRIDNI SUSTAVI U HRVATSKOJ**

Hrvatska ima veliki potencijal kada je u pitanju napajanje iz obnovljivih izvora, a mnoga područja mogu se pohvaliti i s dobrim predispozicijama za postavljanje hibridnih sustava. Zbog velike količine sunca ljeti i vjetra zimi, mnogi Hrvatski gradovi već danas koriste obnovljive izvore za napajanje. U Tablici 4.1. prikazan je broj postavljenih elektrana iz obnovljivih izvora

---

<sup>16</sup> Izvor: B.L., 5.2.2019., Hibridni energetske sustavi - budućnost energetike, energetika-net.com, preuzeto s: [www.energetika-net.com/specijali/nove-tehnologije/hibridni-energetski-sustavi-buducnost-energetike-27985](http://www.energetika-net.com/specijali/nove-tehnologije/hibridni-energetski-sustavi-buducnost-energetike-27985), 30.9.2021.



podijeljenih prema Hrvatskim županijama. Ono što se može primijetiti jest činjenica kako kontinentalna Hrvatska ima veliki broj postrojenja, ali njihova ukupna zajednička snaga ne prelazi snagu jedne jadranske županije, iako je na tom području manje postrojenja. Ono što se dakle može zaključiti iz tablice jest činjenica kako je za sada na Jadranu mali broj elektrana i ima još prostora za izgradnju, a na tim mjestima je isplativije graditi jer će njihova pozicija zbog prirodnih utjecaja biti u mogućnosti proizvoditi više energije za opskrbu.

Osim potencijala i postojećih projekata, Hrvatska se može pohvaliti i provedenim projektom postavljanja hibridnog sustava iz domaće proizvodnje.

Tablica 4.1. Prikaz elektrana po županijama

<b>ŽUPANIJA</b>	<b>BROJ POSTROJENJA</b>	<b>SNAGA</b>
Osječko-baranjska	260	35,87 MW
Međimurska	119	4,62 MW
Brodsko-posavska	117	8,93 MW
Varaždinska	117	12,88 MW
Splitsko-dalmatinska	45	222,75 MW
Zadarska	34	147,78 MW
Šibensko-kninska	32	86,54 MW

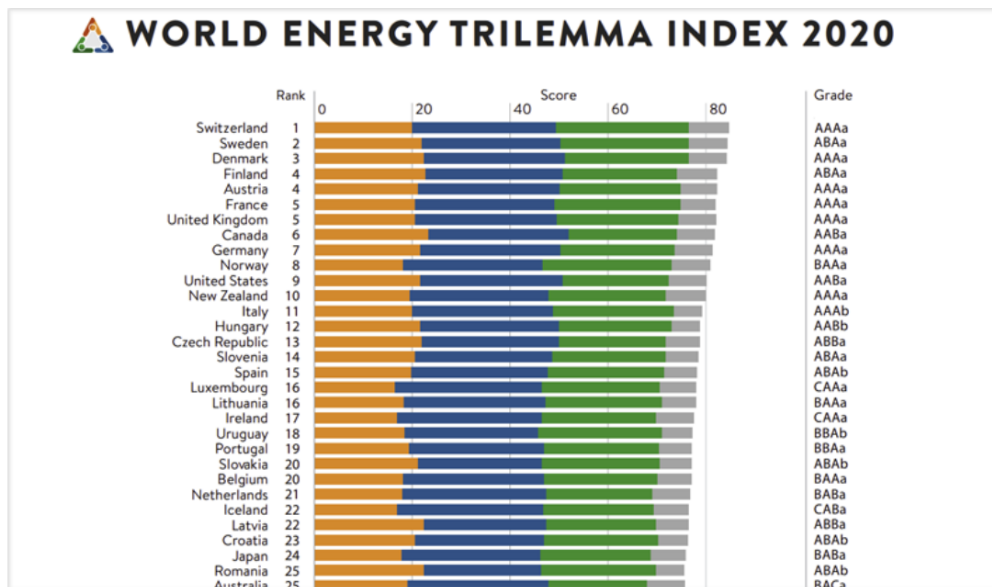
Izvor: autor prema EIZG, 20.1.2020., Obnovljivi izvori nastavljaju trend godišnjeg rasta u snazi i proizvodnji, oie.hr, preuzeto s: [oie.hr/eizg-obnovljivi-izvori-nastavljaju-trend-godisnjeg-rasta-u-snazi-i-proizvodnji/](http://oie.hr/eizg-obnovljivi-izvori-nastavljaju-trend-godisnjeg-rasta-u-snazi-i-proizvodnji/), pristupljeno: 31.10.2021.

Prema Zelenom planu donesenom od strane Europske Komisije, cilj je da do 2050. godine Europa, kao kontinent, postane klimatski neutralan kontinent. Ako sve zemlje budu sudjelovale i ako se plan i ostvari do 2050. Europa će biti i prvi kontinent u Svijetu koji je to postigao. Veliki je to izazov za sve zemlje, ali za članice Europske unije ovo je i prilika. Kao članica Europske unije, Hrvatska je trenutno u vrhu među državama Europske unije prema postotku udjela obnovljivih izvora energije u bruto potrošenoj energiji. Tako je zbog postotka od 48%, prema posljednjim podacima Eurostata iz 2018. godine, Hrvatska prema ukupnoj bruto potrošenoj električnoj energiji smještena na šesto mjesto u Europskoj uniji. Postotak je još i veći, ako bi se promatrala domaća proizvodnja energije. U Hrvatskoj je prema podacima

Energetskog instituta Hrvoje Požar iz 2018. godine ukupno u godini proizvedeno 13.631,7 GWh, od čega je proizvodnja iz obnovljivih izvora zastupljena s 72,4%.<sup>17</sup>

Iako šesta prema bruto potrošenoj električnoj energiji, Hrvatska je prema podacima iz 2020. na 23. mjestu prema dugoročno održivom, sigurnom i cjenovno dostupnom energetsom sustavu, što je ujedno i vidljivo na Tablici 4.2.<sup>18</sup>

Tablica 4.2. Svjetski poredak država prema dugoročnoj održivosti



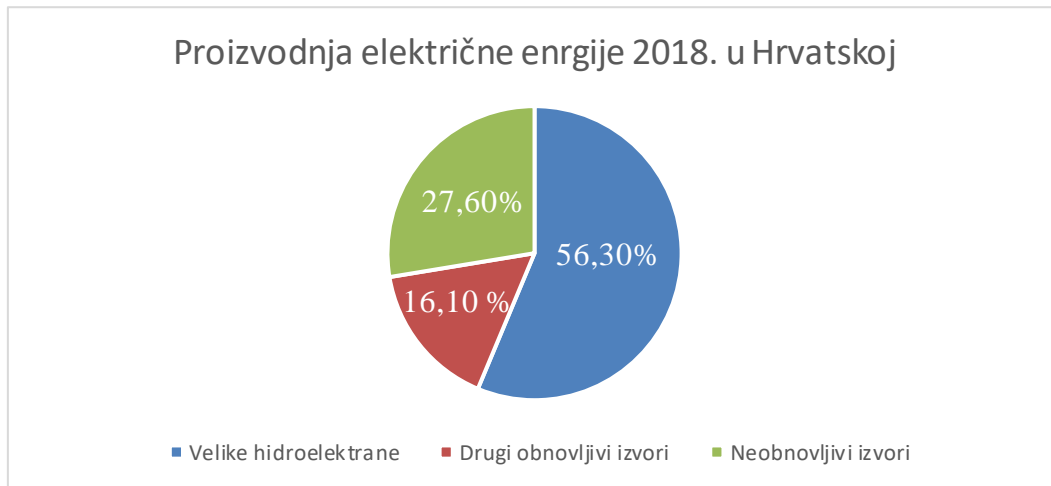
Izvor: WEC, 2020., preuzeto s: [trilemma.worldenergy.org/](http://trilemma.worldenergy.org/). pristupljeno: 31.10.2021.

Na Slici 4.2. vidljiva je raspodjela proizvedena količina električne energije 2018. godine prema načinima proizvodnje. Vidljivo je kako je najveći dio električne energije proizveden iz obnovljivih izvora od čega je 56,30% proizvedeno putem velikih hidroelektrana, a manji dio od 16,10% proizvedeno je putem malih hidroelektrana, energije vjetra, biomase, geotermalne energije, bioplina i fotonaponskih sustava. Preostali dio proizvedene energije iznosi 27,60% i ona je proizvedena iz neobnovljivih izvora.

<sup>17</sup> Poslovni.hr, 2020., Hrvatska je šesta u EU po udjelu OIE u finalnoj potrošnji, Poslovni.hr, Preuzeto s: [www.poslovni.hr/hrvatska/hrvatska-je-sesta-u-eu-po-udjelu-oie-u-finalnoj-potrosnji-4214791](http://www.poslovni.hr/hrvatska/hrvatska-je-sesta-u-eu-po-udjelu-oie-u-finalnoj-potrosnji-4214791), pristupljeno: 18.5.2021.

<sup>18</sup> WEC, 2020., preuzeto s: [trilemma.worldenergy.org/](http://trilemma.worldenergy.org/). pristupljeno: 31.10.2021.

Slika 4.2. Proizvodnja električne energije 2018. u Hrvatskoj



Izvor: a autor prema Poslovni.hr, 2020., Hrvatska je šesta u EU po udjelu OIE u finalnoj potrošnji, Poslovni.hr, Preuzeto s: [www.poslovni.hr/hrvatska/hrvatska-je-sesta-u-eu-po-udjelu-oie-u-finalnoj-potrosnji-4214791](http://www.poslovni.hr/hrvatska/hrvatska-je-sesta-u-eu-po-udjelu-oie-u-finalnoj-potrosnji-4214791), pristupljeno: 18.5.2021.

Prema trenutnim podacima HEP grupa, koja je među vodećim energetske tvrtkama u jugoistočnoj Europi, ima priliku ojačati svoju poziciju u energetske sektoru.

HEP je također razvio svoj plan za obnovljive izvore energije do 2030. godine prema Europskom zelenom planu. Cilj plana je doprinijeti i ispuniti hrvatske mogućnosti klimatske i energetske politike, ali je cilj i ispuniti Globalne ciljeve održivog razvoja. Čitav plan podijeljen je na četiri segmenta.<sup>19</sup>

Prvi segment je revitalizacija hidroelektrana, koje se kao takve smatraju najučinkovitijim izvorima energije u dosadašnjim HEP ulaganjima u obnovljive izvore. Tako će u dosad izgrađene hidroelektrane biti ukupno uloženo oko 3,6 milijardi kuna radi proizvodnje novih 160 megavata snage.

Drugi segment podrazumijeva izgradnju novih hidroelektrana, od kojih će najveće biti HES Kosinj i HE Senj2, čija će zajednička snaga iznositi 412 MW. U planu je još i izgradnja nekoliko manjih hidroelektrana čija bi funkcija bila korištena u svrhu većeg broja vjetroelektrana u energetske sustavu.

Treći segment je izgradnja vjetroelektrana, solarnih elektrana i svih ostalih elektrana koje energiju proizvode putem obnovljivih izvora. Mnoge od njih biti će spomenute u nastavku ovoga rada.

Četvrti segment sadrži izgradnju visokoučinkovitih kogeneracija koje rade na plin. Tako će Elektro-toplana Zagreb dobiti novi blok koji će posjedovati 115 MW toplinske i 150 MW

<sup>19</sup> PD VL native tim, 26.2.2020., Hrvatska je šesta u EU po udjelu OIE u finalnoj potrošnji, Poslovni.hr, Preuzeto s: [www.poslovni.hr/hrvatska/hrvatska-je-sesta-u-eu-po-udjelu-oie-u-finalnoj-potrosnji-4214791](http://www.poslovni.hr/hrvatska/hrvatska-je-sesta-u-eu-po-udjelu-oie-u-finalnoj-potrosnji-4214791), pristupljeno: 18.5.2021.

električne snage. Time će koeficijent korištenog goriva i topline u procesu proizvodnje iznositi 90%, što dovodi do primarne uštede energije kod energenata veće od 25%. U procesu je i izgradnja novog bloka u Osijeku, gdje je riječ o fosilnom gorivu i njegovom efikasnijem korištenju.

Ukupno bi tako do 2030. godine HEP ostvario povećanje snage od 1500 MW, od čega bi 350 MW posjedovale vjetroelektrane, koliko bi imale i sunčane elektrane. Kada se zbroje ta dva iznosa, isti bi dosegao snagu Nuklearne elektrane Krško. Realizacijom plana HEP bi povećao proizvodnju iz obnovljivih izvora, koji bi godišnje umjesto dosadašnjih šest milijardi proizveli devet milijardi kWh.

Kako bi se smanjila i vlastita potrošnja energije, HEP je na svojim zgradama ugradio oko 30 sunčanih elektrana.<sup>20</sup>

## 4.1. Geografski položaj

S obzirom na činjenicu da je Mediteransko okruženje idealno za postavljanje hibridnih sustava i gotovo se može reći da se u tom slučaju može garantirati stabilnost mreže, Hrvatska je u vrlo povoljnoj poziciji. Kombinacijom vjetra i sunca na Jadranu gotovo bi se čitavu godinu moglo napajati stanovništvo i pogoni. S obzirom da je mnogo sunca i zimi, a i klima osigurava dovoljno vjetra zbog cirkulacije zraka, već sada je na Jadranu mnogo vjetroelektrana i solarnih elektrana. Osim na Jadranu, Hrvatska broji i mnoge druge elektrane vidljive na Slici 4.3.

---

<sup>20</sup> PD VL native tim, 26.2.2020., Hrvatska je šesta u EU po udjelu OIE u finalnoj potrošnji, Poslovni.hr, Preuzeto s: [www.poslovni.hr/hrvatska/hrvatska-je-sesta-u-eu-po-udjelu-oie-u-finalnoj-potrosnji-4214791](http://www.poslovni.hr/hrvatska/hrvatska-je-sesta-u-eu-po-udjelu-oie-u-finalnoj-potrosnji-4214791), pristupljeno: 18.5.2021.

Slika 4.3. Elektrane u Hrvatskoj



Izvor: Klen D., Elektro mreža u Hrvatskoj, preuzeto s: [sites.google.com/site/elektromrezauhrvatskoj/home](https://sites.google.com/site/elektromrezauhrvatskoj/home), pristupljeno: 10.10.2021.

## 4.2. Financijske uštede

Prvobitno ulaganje u autonomni hibridni sustav podrazumijeva veliki izdatak kako za kućne male sustave tako i one velike. Međutim, isplativost koju hibridni sustavi mogu ostvariti u budućnosti je zagarantirana. Hrvatska zbog svog geografskog područja ima sigurnost mreže iz obnovljivih izvora te je gotovo nemoguće dovesti projekt do neupotrebljivosti radi nedovoljne proizvodnje.

Kao primjer na temelju čitave Europe, može se navesti činjenica kako će se u slučaju ulaganja od 290 milijardi dolara u obnovljive izvore do 2030. dovesti do neto uštede od 1200 do 4200 milijarde dolara. Osim ušteta u zdravlju i očuvanju planeta, otvoriti će se i nova radna mjesta čime će se smanjiti nezaposlenost.<sup>21</sup>

<sup>21</sup> Lider, 18.3.2016., Udvostručenje udjela obnovljivih izvora energije osigurava radna mjesta i uštedu od 4.200 milijardi dolara godišnje, Lider, preuzeto s: [lider.media/aktualno/biznis-i-politika/svijet/udvostrucenje-udjela-obnovljivih-izvora-energije-osigurava-radna-mjesta-i-ustedu-od-4-200-milijardi-dolara-godisnje-55950](https://lider.media/aktualno/biznis-i-politika/svijet/udvostrucenje-udjela-obnovljivih-izvora-energije-osigurava-radna-mjesta-i-ustedu-od-4-200-milijardi-dolara-godisnje-55950), pristupljeno: 30.10.2021.

### 4.3. Postojeći projekti

Još 2012. godine Končar i Vipnet su osvojili zajedničku nagradu za projekt implementacije hibridnih baznih stanica. Vipnet je sudjelovao kao investitor, Končar kao kreator rješenja. Proizvod se napaja iz obnovljivih izvora sunca i vjetra, a iste je godine postavljen u Slavonski Brod, s idejom postavljanja i u ostale hrvatske gradove (Labovik, 2012.).<sup>22</sup>

Slika 4.4. Hibridni sustav Končar



Izvor: Končar Elektroindustrija d.d., 16.2.2017., Nova primjena a autonomnih sustava napajanja, Končar elektroindustrija d.d., preuzeto s: [www.koncar.hr/nova-primjena-autonomnih-sustava-napajanja/](http://www.koncar.hr/nova-primjena-autonomnih-sustava-napajanja/), pristupljeno: 1.10.2021.

Na Slici 4.4. vidljiv je jedan primjerak Končar hibridnog sustava. Do 2017. godine isporučena su ukupno tri primjerka, od kojih jedan napaja telekomunikacijsku mrežu, a ostala dva napajaju instrumentacijsku i komunikacijsku opremu.<sup>23</sup>

---

<sup>22</sup> Lahovik M, 13.6.2012., Vipnet i Končar nagrađeni za hibridni sustav baznih stanica, Lider, preuzeto s: [lider.media/poslovna-scena/tehnopolis/vipnet-i-koncar-nagrada-za-hibridni-sustav-baznih-stanica-106245](http://lider.media/poslovna-scena/tehnopolis/vipnet-i-koncar-nagrada-za-hibridni-sustav-baznih-stanica-106245), pristupljeno: 1.10.2021.

<sup>23</sup> Končar Elektroindustrija d.d., 16.2.2017., Nova primjena autonomnih sustava napajanja, Končar – elektroindustrija d.d., preuzeto s: [www.koncar.hr/nova-primjena-autonomnih-sustava-napajanja/](http://www.koncar.hr/nova-primjena-autonomnih-sustava-napajanja/), pristupljeno: 1.10.2021.

Osim hibridnih sustava potrebno je navesti općenito projekte izgradnje elektrana iz obnovljivih izvora, jer možda upravo one jednoga dana postanu dijelom nekog hibridnog sustava.

Do 2030. godine HEP planira izgradnju novih 1500 MW proizvodnih kapaciteta, a polovicu će činiti vjetroelektrane i solarne elektrane. Ova količina tako će biti dovoljna za zamjenu korištenja struje proizvedene u nuklearnoj elektrani Krško.

Ukupna investicija izgradnje solarnih elektrana u periodu od 2019. do 2023. iznositi će ukupno 750 000 000 kuna. U procesu izgradnje trenutno je šest elektrana, a to su solarne elektrane vidljive u Tablici 4.2.

Tablica 4.2. Solarne elektrane u izgradnji i planu do 2023. godine

NAZIV	MW	CIJENA u kunama
Marići	1	9 milijuna
Kaštelir	2	15 milijuna
Vrlika Jug	2,1	11 milijuna
Stankovci	2,5	26,3 milijuna
Obrovac	5,5	42,6 milijuna
Cres	6,5	41 milijun

Izvor: autor prema Hep.hr, Solarna elektrana, Hep.hr, preuzeto s: [www.hep.hr/projekti/obnovljivi-izvori-energije/neintegrirane-suncane-elektrane/3422](http://www.hep.hr/projekti/obnovljivi-izvori-energije/neintegrirane-suncane-elektrane/3422), pristupljeno: 5.5.2021.

Iz prethodnog prikaza vidljivo je kako će Hrvatska osim postojeće solarne elektrane na Visu dobiti i veće elektrane u Obrovcu i onu na Cresu, koja će ujedno tada biti i najveća elektrana u Hrvatskoj, te će tako još jedan Hrvatski otok dobiti svoju sunčanu elektranu.

Očekuje se kako će solarne elektrane uvelike pokriti svoje teritorije. Tako će solarna elektrana Cres kapaciteta 6,5 MW godišnje proizvesti oko 8,5 milijuna kWh električne energije, što je dostatno za oko 2.500 kućanstava.

Elektrana na Cresu, vidljiva na Slici 4.4. nalazit će se na površini od 17 hektara, a bit će podijeljena u 13 segmenata. Snaga svakog iznosit će 500 kW, a posjedovat će ukupno 20.330 ploča Solvis 360W.<sup>24</sup>

Slika 4.5. Solarna elektrana Cres – simulacija



Izvor: Hep.hr, 25.6.2018., HEP će na Cresu izgraditi najveću solarnu Elektranu u Hrvatskoj, Hep.hr, preuzeto s: [www.istramet.hr/vijesti/hep-ce-na-cresu-izgraditi-najvecu-solarnu-elektranu-u-hrvatskoj/](http://www.istramet.hr/vijesti/hep-ce-na-cresu-izgraditi-najvecu-solarnu-elektranu-u-hrvatskoj/), pristupljeno: 7.5.2021.

Na Slici 4.6. vidljiva je simulacija elektrane Marići koja je u izgradnji u Istri, u općini Žminj. Iako se ne nalazi na otoku, bit će to još jedna solarna elektrana na obali. Elektrana Marići čija jačina je 1 MW, u godini će moći proizvesti oko 1,2 milijuna kWh električne energije. Sama izgradnja koštat će 9 milijuna kuna, a važno za napomenuti jest činjenica da su ploče proizvedene u varaždinskoj tvrtki Solvis, čime se još jednom potvrđuje korištenje domaćih tvrtki za proizvodnju.<sup>25</sup>

Slika 4.6. Solarna elektrana Marići



Izvor: Telegram.hr, 23.7.2020., HEP će ove godine izgraditi sedam, a u suradnji s gradovima i općinama čak 11 novih sunčanih elektrana, Telegram.hr., Preuzeto s: [www.telegram.hr/partneri/projektima-velikih-suncanih-elektrana-u-hrvatskoj-hep-planira-povecati-udio-obnovljivih-izvora-energije/](http://www.telegram.hr/partneri/projektima-velikih-suncanih-elektrana-u-hrvatskoj-hep-planira-povecati-udio-obnovljivih-izvora-energije/), pristupljeno: 7.5.2021.

<sup>24</sup> Telegram.hr, 23.7.2020., HEP će ove godine izgraditi sedam, a u suradnji s gradovima i općinama čak 11 novih sunčanih elektrana, Telegram.hr., Preuzeto s: [www.telegram.hr/partneri/projektima-velikih-suncanih-elektrana-u-hrvatskoj-hep-planira-povecati-udio-obnovljivih-izvora-energije/](http://www.telegram.hr/partneri/projektima-velikih-suncanih-elektrana-u-hrvatskoj-hep-planira-povecati-udio-obnovljivih-izvora-energije/), pristupljeno: 7.5.2021.

<sup>25</sup> Telegram.hr, 23.7.2020., HEP će ove godine izgraditi sedam, a u suradnji s gradovima i općinama čak 11 novih sunčanih elektrana, Telegram.hr., Preuzeto s: [www.telegram.hr/partneri/projektima-velikih-suncanih-elektrana-u-hrvatskoj-hep-planira-povecati-udio-obnovljivih-izvora-energije/](http://www.telegram.hr/partneri/projektima-velikih-suncanih-elektrana-u-hrvatskoj-hep-planira-povecati-udio-obnovljivih-izvora-energije/), pristupljeno: 7.5.2021.



Također, u Istri će biti izgrađena i elektrana Kaštelir 2, koja će biti proširenje već postojeće TE Kaštelir 1, koja radi od kraja 2018. godine. Paneli ove elektrane također su proizvedeni u varaždinskoj tvrtki Solvis.

Navedena tvrtka proizvest će i ploče koje će biti ugrađene u solarne elektrane Zadarske županije, a to su Obrovac i Stankovci. Izgradnjom ove dvije elektrane na području Zadarske županije ukupno će biti moguće opskrbiti oko 5000 kućanstava.<sup>26</sup>

Iz Tablice 4.1. potrebno je predstaviti još jednu solarnu elektranu, a to je Vrlika Jug. Izgradnjom iste, Splitsko-dalmatinska županija dobiti će još jednu solarnu elektranu čija će godišnja proizvodnja iznositi oko 2,9 milijuna kWh.<sup>27</sup>

Važno je za primjetiti kako je Hrvatska prepoznala potencijal juga Hrvatske za izgradnju novih elektrana, te će time broj postrojenja, ali i ukupne njihove snage, uvelike porasti zbog čega će Hrvatska imati gotovo dovoljno za napajanje svih kućanstava u Hrvatskoj.

#### **4.3.1. Prvi hibridni sustav u Hrvatskoj**

Osim solarnih ove je godine u rad puštena i vjetroelektrana Korlat snage 58 MW, koja je ujedno i prva vjetroelektrana u HEP-ovom proizvodnom portfelju (vrijednost investicije veća od 500 milijuna kuna). Vjetroelektrana Korlat biti će tako prva u Hrvatskoj koja će bez poticaja proizvoditi električnu energiju. Ona će proizvoditi ukupnu protuvrijednost od 1% godišnje potrošnje električne energije u Hrvatskoj. Ta brojka znači opskrbu za nešto više od 50000 kućanstava u Hrvatskoj.

Vjetroelektranu Korlat čini 18 vjetroagregata, od kojih svaki agregat ima snagu od 3,6 MW. Nalazi se u blizini Benkovca, što potvrđuje činjenicu kako je Jadran pogodan za izgradnju elektrana.

Ova elektrana specifična je zbog činjenice da će u bliskoj budućnosti postati dijelom prvog velikog hibridnog sustava u Hrvatskoj. U blizini vjetroelektrane Korlat uskoro će biti započeta

---

<sup>26</sup> Telegram.hr, 23.7.2020., HEP će ove godine izgraditi sedam, a u suradnji s gradovima i općinama čak 11 novih sunčanih elektrana, Telegram.hr., Preuzeto s: [www.telegram.hr/partneri/projektima-velikih-suncanih-elektrana-u-hrvatskoj-hep-planira-povecati-udio-obnovljivih-izvora-energije/](http://www.telegram.hr/partneri/projektima-velikih-suncanih-elektrana-u-hrvatskoj-hep-planira-povecati-udio-obnovljivih-izvora-energije/), pristupljeno: 7.5.2021.

<sup>27</sup> Telegram.hr, 23.7.2020., HEP će ove godine izgraditi sedam, a u suradnji s gradovima i općinama čak 11 novih sunčanih elektrana, Telegram.hr., Preuzeto s: [www.telegram.hr/partneri/projektima-velikih-suncanih-elektrana-u-hrvatskoj-hep-planira-povecati-udio-obnovljivih-izvora-energije/](http://www.telegram.hr/partneri/projektima-velikih-suncanih-elektrana-u-hrvatskoj-hep-planira-povecati-udio-obnovljivih-izvora-energije/), pristupljeno: 7.5.2021.

gradnja sunčane elektrane. Njih dvije zajedno će tako činiti prvi hibridni energetski park u Hrvatskoj, vidljiv na Slici 4.7.<sup>28</sup>

Slika 4.7. Prvi hibridni energetski park u Hrvatskoj



Izvor: Nova Studio, 30.4.2021., Posjetili smo prvu novoizgrađenu vjetroelektranu u Hrvatskoj koja ne koristi poticaje za obnovljive izvore, opskrbljivat će više od 50 tisuća kućanstava, Dnevnik.hr, preuzeto s: [dnevnik.hr/vijesti/hrvatska/posjetili-smo-prvu-hepovu-vjetroelektranu-opskrbljivat-ce-vise-od-50-tisuca-kucaanstava---649960.html](http://dnevnik.hr/vijesti/hrvatska/posjetili-smo-prvu-hepovu-vjetroelektranu-opskrbljivat-ce-vise-od-50-tisuca-kucaanstava---649960.html), pristupljeno: 30.10.2021.

## 5. PRIMARNO ISTRAŽIVANJE

Primarno istraživanje provedeno je putem intervjua s jednim privatnim prodavačem električne energije u Hrvatskoj. Intervju je proveden u želji za dodatnim saznanjima o hibridnim sustavima i koliko je Hrvatska pogodna za razvoj takvih sustava. Pitanja za intervju nalaze se u prilogu 1 ovog rada.

Primarno istraživanje provedeno je putem intervjua iz kojeg je bilo potrebno doznati nešto više o hibridnim sustavima i stanju u Hrvatskoj. Sugovornik je prije svega pobliže objasnio razlog postojanja ovakvog sustava. Naveo je kako su hibridni sustavi već dugo opcija napajanja, ali trenutno su to većinom kombinacije obnovljivih i neobnovljivih izvora. Kao primjer naveo je jednu hrvatsku bolnicu koja se napaja iz solarnih panela u kombinaciji s neobnovljivim izvorom. Razlog za kombinaciju dva različita izvora je nestabilnost korištenja

---

<sup>28</sup>Hep.hr, 28.4.2021., URAD Puštena 500 Milijuna Kuna Vrijedna Vjetroelektrana Korlat, Hep.hr., preuzeto s [www.hep.hr/u-rad-pustena-500-milijuna-kuna-vrijedna-vjetroelektrana-korlat/3605](http://www.hep.hr/u-rad-pustena-500-milijuna-kuna-vrijedna-vjetroelektrana-korlat/3605), pristupljeno: 7.5.2021.

obnovljivog izvora radi prirodnih promjena. Navodi kako hibridne sustave koji proizvode energiju iz obnovljivih izvora sve češće primjećuje u kućanstvima. Smatra kako Hrvatska ima jako veliki potencijal ne samo za dostatnu proizvodnju za napajanje u Republici Hrvatskoj već i za prodaju proizvedene energije u inozemstvo. Kaže kako veliki potencijal za gradnju ima svaka veća livada u Hrvatskoj od Istre do Dubrovnika, a navedenim površinama svakako se može pribrojiti i kontinentalna Hrvatske uz mogućnost manje proizvodnje. Smatra kako u Hrvatskoj nije tako velika potreba za hibridnim sustavima, jer je i jedan izvor dovoljan za napajanje s obzirom na konstantnost proizvodnje resursa bilo da se radi o suncu ili vjetru. Prema njegovom mišljenju hibridni sustavi će ubuduće biti češće vidljivi u nekim skandinavskim zemljama ili privatnim postrojenjima.

## **6. ZAKLJUČAK**

U čitavom svijetu sve je veća potreba za korištenjem obnovljivih izvora u svrhu proizvodnje električne energije. Sve se češće govori o implementaciji istih za potrebe prometa i industrije. Sve navedeno proizlazi iz činjenice kako čovječanstvo uvelike istrebljuje trenutne izvore energije i uskoro će doći do njihova istrebljenja. Ono što se postavlja kao problem jest činjenica da obnovljivi izvori mogu biti promjenjivi i samim time i nepouzdan u opskrbi. Upravo iz navedenog razloga na početku ovoga rada postavljena je teza: Obnovljivi izvori ne mogu opskrbiti dnevnu potrebu za električnom energijom. Međutim, kroz istraživanje je predstavljen takozvani hibridni sustav, čijom pojavom i postavljanjem ova teza postaje neistinita. Naime, hibridni sustav upravo je osmišljen radi nepouzdanosti prirodnih izvora te postaje trend u svijetu.

U Hrvatskoj hibridni sustavi još uvijek nisu trend, ali iz razloga što je geografski položaj Hrvatske jako pogodan za izgradnju mnogobrojnih elektrana. Neke su već izgrađene, neke su u planu, ali sigurno je kako u Hrvatskoj nema potrebe za strahom od nemogućnosti opskrbe iz vlastitih proizvodnja iz obnovljivih izvora u budućnosti.

Kako hibridni sustav podrazumijeva i kombinaciju jednog prirodnog izvora i spremnika, može se zaključiti kako će Hrvatska, ukoliko se javi potreba za korištenjem hibridnog sustava, koristiti eventualno taj oblik.

Hibridni sustavi svakako su budućnost, pogotovo kada je riječ o industriji. Također, i same elektrane u ne tako dalekoj budućnosti postati će jedini izvor električne energije zbog čega nerijetko na krovovima kuća vidamo solarne panele, a i vozeći se po Hrvatskoj može se uočiti značajan broj vjetroelektrana.

## LITERATURA

### a) KNJIGE

1. Čehajić, N. (2013.): Pasivno korištenje Sunčeve energije u zgradarstvu – Trombov zid. Tehnički glasnik, Vol. 7, No.4
2. Kavedžija, I. (2009.): Energija i odgovornost – model obrazovanja za demokratsko građanstvo i obnovljivi izvori energije, Socijalna ekologija: časopis za ekološku misao i sociologijska istraživanja okoline, Vol. 18, No. 1
3. Kolundžić, S. (2014.): Trendovi u energetici upućuju na traženje novih paradigmi, Nafta, Vol. 65, No. 2
4. Koški, Ž., Zorić, G. (2010.): Akumulacija Sunčeve energije u obiteljskim pasivnim kućama, e-GFOS, Vol. 1, No. 1
5. Sutlović, I. (2011): Oblici energije: Potrošnja energije u svijetu. Energetika, fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu
6. Šimleša, D. (2010.): Uloga države u razvoju obnovljivih izvora energije, Socijalna ekologija: časopis za ekološku misao i sociologijska istraživanja okoline, Vol. 19, No. 2

### b) ČLANCI

1. Odras.hr, 2021., Održivi razvoj, Odras.hr, preuzeto s: [www.odraz.hr/nase-teme/odrzivi-razvoj/](http://www.odraz.hr/nase-teme/odrzivi-razvoj/), pristupljeno: 11.10.2020.

### c) INTERNETSKI IZVORI

1. Alerić I., Iskorištavanje geotermalne energije u energetici, obnovljivi.com, preuzeto s: [www.obnovljivi.com/geotermalna-energija/67-iskoristavanje-geotermalne-energije-u-energetici?showall=1](http://www.obnovljivi.com/geotermalna-energija/67-iskoristavanje-geotermalne-energije-u-energetici?showall=1), pristupljeno: 22.10.2021.
2. B.L., 5.2.2019., Hibridni energetske sustavi - budućnost energetike, energetika-net.com, preuzeto s: [www.energetika-net.com/specijali/nove-tehnologije/hibridni-energetski-sustavi-buducnost-energetike-27985](http://www.energetika-net.com/specijali/nove-tehnologije/hibridni-energetski-sustavi-buducnost-energetike-27985), 30.9.2021.

3. Eea, 11.5.2021., Energija u Europi – stanje stvari, eea.europa.eu, preuzeto s: [www.eea.europa.eu/hr/signals/eea-signali-2017-oblikovanje-buducnosti/clanci/energija-u-europi-2013-stanje-stvari](http://www.eea.europa.eu/hr/signals/eea-signali-2017-oblikovanje-buducnosti/clanci/energija-u-europi-2013-stanje-stvari), pristupljeno: 30.9.2021.
4. Hep.hr, Solarna elektrana, Hep.hr, preuzeto s: [www.hep.hr/projekti/obnovljivi-izvori-energije/neintegrirane-suncane-elektrane/3422](http://www.hep.hr/projekti/obnovljivi-izvori-energije/neintegrirane-suncane-elektrane/3422), pristupljeno: 5.5.2021.
5. Hep.hr, 28.4.2021., U rad puštena 500 Milijuna Kuna Vrijedna Vjetroelektrana Korlat, Hep.hr., preuzeto s [www.hep.hr/u-rad-pustena-500-milijuna-kuna-vrijedna-vjetroelektrana-korlat/3605](http://www.hep.hr/u-rad-pustena-500-milijuna-kuna-vrijedna-vjetroelektrana-korlat/3605), pristupljeno: 7.5.2021.
6. Hep.hr, 25.6.2018., HEP će na cresu izgraditi najveću solarnu Elektranu u Hrvatskoj, Hep.hr, preuzeto s: [www.istramet.hr/vijesti/hep-ce-na-cresu-izgraditi-najvecu-solamu-elektranu-u-hrvatskoj/](http://www.istramet.hr/vijesti/hep-ce-na-cresu-izgraditi-najvecu-solamu-elektranu-u-hrvatskoj/), pristupljeno: 7.5.2021.
7. EIZG, 20.1.2020., Obnovljivi izvori nastavljaju trend godišnjeg rasta u snazi i proizvodnji, oie.hr, preuzeto s: [oie.hr/eizg-obnovljivi-izvori-nastavljaju-trend-godisnjeg-rasta-u-snazi-i-proizvodnji/](http://oie.hr/eizg-obnovljivi-izvori-nastavljaju-trend-godisnjeg-rasta-u-snazi-i-proizvodnji/), pristupljeno: 31.10.2021.
8. Jerkić E., Energija vjetra u energetici, vjetroelektrane.com, preuzeto s: [www.vjetroelektrane.com/energija-vjetra-u-energetici](http://www.vjetroelektrane.com/energija-vjetra-u-energetici), pristupljeno: 28.8.2021.
9. Jerkić E., Mitovi o vjetroelektranama, vjetroelektrane.com, preuzeto s: [www.vjetroelektrane.com/mitovi-faq](http://www.vjetroelektrane.com/mitovi-faq), pristupljeno: 28.8.2021.
10. Jerkić E., Povijest, vjetroelektrane.com, preuzeto s: [www.vjetroelektrane.com/povijest](http://www.vjetroelektrane.com/povijest), pristupljeno: 28.8.2021.
11. Jerkić E., Značaj i vizija energije vjetra u budućnosti, vjetroelektrane.com, preuzeto s: [www.vjetroelektrane.com/znacaj-i-vizija](http://www.vjetroelektrane.com/znacaj-i-vizija), pristupljeno 28.8.2021.
12. Jerkić L, Iskorištavanje energije vodotoka u energetici, obnovljivi.com, preuzeto s: [www.obnovljivi.com/energija-vode/55-iskoristavanje-energije-vodotoka-u-energetici](http://www.obnovljivi.com/energija-vode/55-iskoristavanje-energije-vodotoka-u-energetici), pristupljeno: 29.8.2021.
13. Jerkić L., Moderni vjetroagregati i pretvorba energije, vjetroelektrane.com, preuzeto s: [www.vjetroelektrane.com/moderni-vjetroagregati-i-pretvorba-energije](http://www.vjetroelektrane.com/moderni-vjetroagregati-i-pretvorba-energije), pristupljeno: 28.8.2021.
14. Jerkić L., Načini pretvorbe energije vodotoka u električnu energiju, obnovljivi.com, preuzeto s: [www.obnovljivi.com/energija-vode/57-nacini-pretvorbe-energije-vodotoka-u-elektricnu-energiju](http://www.obnovljivi.com/energija-vode/57-nacini-pretvorbe-energije-vodotoka-u-elektricnu-energiju), pristupljeno: 29.8.2021.

15. Jerkić L., Povijest korištenja energije vode, obnovljivi.com, preuzeto s: [www.obnovljivi.com/energija-vode/54-povijest-koristenja-energije-vode](http://www.obnovljivi.com/energija-vode/54-povijest-koristenja-energije-vode), pristupljeno: 29.8.2021.
16. Jerkić L., Značaj i vizija energije vodotoka u budućnosti, obnovljivi.com, preuzeto s: [www.obnovljivi.com/energija-vode/56-znacaj-i-vizija-energije-vodotoka-u-buducnosti](http://www.obnovljivi.com/energija-vode/56-znacaj-i-vizija-energije-vodotoka-u-buducnosti), pristupljeno 29.8.2021.
17. Klen D., Elektro mreža u Hrvatskoj, preuzeto s: [sites.google.com/site/elektromrezauhrvatskoj/home](https://sites.google.com/site/elektromrezauhrvatskoj/home), pristupljeno: 10.10.2021.
18. Končar Elektroindustrija d.d., 16.2.2017., Nova primjena autonomnih sustava napajanja, Končar – elektroindustrija d.d., preuzeto s: [www.koncar.hr/nova-primjena-autonomnih-sustava-napajanja/](http://www.koncar.hr/nova-primjena-autonomnih-sustava-napajanja/), pristupljeno: 1.10.2021.
19. Lahovik M, 13.6.2012., Vipnet i Končar nagrađeni za hibridni sustav baznih stanica, Lider, preuzeto s: [lider.media/poslovna-scena/tehnopolis/vipnet-i-koncar-nagradeni-za-hibridni-sustav-baznih-stanica-106245](http://lider.media/poslovna-scena/tehnopolis/vipnet-i-koncar-nagradeni-za-hibridni-sustav-baznih-stanica-106245), pristupljeno: 1.10.2021.
20. Lider, 18.3.2016., Udvostručenje udjela obnovljivih izvora energije osigurava radna mjesta i uštedu od 4.200 milijardi dolara godišnje, Lider, preuzeto s: [lider.media/aktualno/biznis-i-politika/svijet/udvostrucenje-udjela-obnovljivih-izvora-energije-osigurava-radna-mjesta-i-ustedu-od-4-200-milijardi-dolara-godisnje-55950](http://lider.media/aktualno/biznis-i-politika/svijet/udvostrucenje-udjela-obnovljivih-izvora-energije-osigurava-radna-mjesta-i-ustedu-od-4-200-milijardi-dolara-godisnje-55950), pristupljeno: 30.10.2021.
21. Nova Studio, 30.4.2021., Posjetili smo prvu novoizgrađenu vjetroelektranu u Hrvatskoj koja ne koristi poticaje za obnovljive izvore, opskrbljivat će više od 50 tisuća kućanstava, Dnevnik.hr, preuzeto s: [dnevnik.hr/vijesti/hrvatska/posjetili-smo-prvu-hepovu-vjetroelektranu-opskrbljivat-ce-vise-od-50-tisuca-kucanstava---649960.html](http://dnevnik.hr/vijesti/hrvatska/posjetili-smo-prvu-hepovu-vjetroelektranu-opskrbljivat-ce-vise-od-50-tisuca-kucanstava---649960.html), pristupljeno: 30.10.2021.
22. PD VL native tim, 26.2.2020., Hrvatska je šesta u EU po udjelu OIE u finalnoj potrošnji, Poslovni.hr, Preuzeto s: [www.poslovni.hr/hrvatska/hrvatska-je-sesta-u-eu-po-udjelu-oie-u-finalnoj-potrosnji-4214791](http://www.poslovni.hr/hrvatska/hrvatska-je-sesta-u-eu-po-udjelu-oie-u-finalnoj-potrosnji-4214791), pristupljeno: 18.5.2021.
23. Telegram.hr, 23.7.2020., HEP će ove godine izgraditi sedam, a u suradnji s gradovima i općinama čak 11 novih sunčanih elektrana, Telegram.hr., Preuzeto s: [www.telegram.hr/partneri/projektima-velikih-suncanih-elektrana-u-hrvatskoj-hep-planira-povecati-udio-obnovljivih-izvora-energije/](http://www.telegram.hr/partneri/projektima-velikih-suncanih-elektrana-u-hrvatskoj-hep-planira-povecati-udio-obnovljivih-izvora-energije/), pristupljeno: 7.5.2021.
24. Zelenko I., Što je vjetar i kako nastaje, vjetroelektrane.com, preuzeto s: [www.vjetroelektrane.com/sto-je-vjetar](http://www.vjetroelektrane.com/sto-je-vjetar), pristupljeno: 28.8.2021.

25. Vuković P., 26.4.2013., Dan obnovljivih izvora energije- 26. 04., OŠ Milna Brač, preuzeto s: [os-milna.skole.hr/nastava/predmetna/geografija?news\\_id=312](http://os-milna.skole.hr/nastava/predmetna/geografija?news_id=312), pristupljeno: 31.10.2021.
26. WEC, 2020., preuzeto s: [trilemma.worldenergy.org/](http://trilemma.worldenergy.org/). pristupljeno: 31.10.2021.

#### **d) OSTALO**

1. Martić D, Kriteriji odabira generatora u vjetroelektranama (2016), diplomski rad, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek, Osijek
2. Šegović N., 2012., Primjena malih autonomnih sustava obnovljivih izvora energije, seminarski rad, Tehničko veleučilište u Zagrebu, Zagreb

## **POPIS TABLICA I SLIKA**

- Slika 2.1. Vrste obnovljivih izvora, str. 5
- Slika 2.2. Pretvorba energije kod vjetroelektrana, str. 8
- Slika 2.3. Kotač u sklopu Rimskog akvadukta, str. 12
- Slika 2.4. Temperaturna raspodjela unutar Zemlje, str. 13
- Slika 3.1. Napajanje više objekata iz hibridnih sustava, str. 17
- Slika 3.2. Blok shema autonomnog hibridnog sustava, str. 18
- Slika 4.1. Svjetski poredak država prema dugoročnoj održivosti, str. 21
- Slika 4.2. Proizvodnja električne energije 2018. u Hrvatskoj, str. 22
- Slika 4.3. Elektrane u Hrvatskoj, str. 24
- Slika 4.4. Hibridni sustav Končar, str. 25
- Slika 4.5. Solarna elektrana Cres – simulacija, str. 27
- Slika 4.6. Solarna elektrana Marići, str. 27
- Slika 4.7. Prvi hibridni energetska park u Hrvatskoj, str.29
- Tablica 2.1. Podjela hidroelektrana, str. 11
- Tablica 4.1. Prikaz elektrana po županijama, str. 20
- Tablica 4.2. Solarne elektrane u izgradnji i planu do 2023. godine, str. 26



## **PRILOZI**

### **PRILOG 1: INTERVJU S PRIVATNIM PRODAVAČEM ELEKTRIČNE ENERGIJE**

1. Koja je prednost hibridnog sustava?
2. Je li Hrvatska pogodna za proizvodnju iz obnovljivih izvora?
3. Zašto Hrvatska ne gradi više hibridnih sustava?
4. Gdje ćemo najviše susretati hibridne sustave?