

# Energetske zajednice teritorija

---

**Topić, Katarina**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Engineering / Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:190:102793>

*Rights / Prava:* [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-24**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Engineering](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI  
**TEHNIČKI FAKULTET**  
Diplomski studij Elektrotehnike

Diplomski rad

**Energetska zajednica teritorija**

Rijeka, srpanj 2023.

Katarina Topić

0069077186

**SVEUČILIŠTE U RIJECI**  
**TEHNIČKI FAKULTET**  
Diplomski studij Elektrotehnike

Diplomski rad

**Energetska zajednica teritorija**

Mentor: izv.prof.dr.sc. Alfredo Višković

Rijeka, srpanj 2023.

Katarina Topić  
0069077186

**Umjesto ove stranice umetnuti zadatak  
za završni ili diplomski rad**

## **Izjava o samostalnoj izradi rada**

Izjavljujem da sam samostalno izradila ovaj rad.

Rijeka, srpanj 2023.

---

Ime Prezime

# Zahvala

Zahvaljujem roditeljima i prijateljima na potpori tijekom studiranja te motivaciji tijekom pisanja ovoga rada. Zahvaljujem mentoru Alfredu Viškoviću na pobuđivanju interesa za struku od početka diplomskog studija te na podršci u pisanju rada i korisnim savjetima. Također, zahvaljujem Vjeranu Piršiću na dodatnoj motivaciji za pisanje rada.

# Sadržaj

1	Uvod . . . . .	1
2	Definicija lokalnih energetske zajednice . . . . .	4
2.1	Pojam i uvjeti energetske zajednice . . . . .	4
2.2	Svrha i ideja energetske zajednice . . . . .	5
3	Energetske aktivnosti . . . . .	8
3.1	Proizvodnja energije . . . . .	8
3.2	Skladištenje energije . . . . .	9
3.3	Energetska učinkovitost i očuvanje . . . . .	10
3.4	Dijeljenje i trgovanje energijom . . . . .	11
3.5	Obrazovanje i svjesnost o energiji . . . . .	13
3.6	Politika i zagovaranje o energiji . . . . .	14
4	Tehnologije za proizvodnju energije . . . . .	15
4.1	Krovni fotonaponski paneli . . . . .	15
4.2	Zajedničke solarne farme . . . . .	19
4.3	Vjetroturbine . . . . .	20
4.4	Mikrohidroenergetski sustavi . . . . .	21

4.5	Energija iz biomase . . . . .	22
4.6	Geotermalna energija . . . . .	24
4.7	Sustavi kombinirane topline i električne energije (CHP) . . . . .	26
4.8	Vjetroelektrane na moru . . . . .	26
4.9	Energija valova . . . . .	27
4.10	Koncentrirana solarna energija . . . . .	28
4.11	Gorivne ćelije . . . . .	29
4.12	Plutajuća solarna energija . . . . .	30
5	Tehnologije za skladištenje energije . . . . .	31
5.1	Baterijsko skladištenje . . . . .	31
5.2	Pohranjivanje energije korištenjem pumpanog hidroenergetskog sustava . . . . .	32
5.3	Pohranjivanje toplinske energije . . . . .	33
5.4	Pohranjivanje energije vodika . . . . .	33
5.5	Skladištenje energije zamašnjaka . . . . .	34
6	Virtualna povezanost i komunikacija . . . . .	35
6.1	Online platforme i aplikacije . . . . .	35
6.2	Tehnologije pametnih mreža . . . . .	35
6.3	Uređaji interneta stvari (IoT) . . . . .	36
6.4	Sustavi upravljanja energijom . . . . .	36
7	Organizacijski moduli . . . . .	38
7.1	Energetske zadruge . . . . .	38
7.2	Udruge energetske zajednice . . . . .	41
7.3	Partnerske energetske zajednice . . . . .	42



7.4	Energetske zajednice razvojnih fondova . . . . .	44
7.5	Privatne tvrtke ili subjekti s javnim sudjelovanjem . . . . .	44
8	Prednosti energetske zajednice . . . . .	45
8.1	Ekonomski ušteda i utjecaj na okoliš . . . . .	45
8.2	Borba protiv energetske krize . . . . .	46
8.3	Ušteda energije . . . . .	47
8.4	Budućnost zajedničke ekonomije . . . . .	48
9	Pravna strana: europske i hrvatske regulative . . . . .	51
9.1	Europa: "Čista energija za sve Europljane" . . . . .	51
9.2	Utjecaj donesenih zakona u Hrvatskoj . . . . .	55
10	Socijalna i politička strana energetske zajednice . . . . .	57
10.1	Očekivanja energetske zajednice . . . . .	57
10.2	Socijalna strategija . . . . .	57
10.3	Uloga institucija . . . . .	58
11	Planiranje energetske zajednice . . . . .	66
11.1	Osnivanje energetske zajednice . . . . .	66
11.2	Sudjelovanje na tržištu električne energije . . . . .	67
11.3	Gradnja elektrane . . . . .	67
12	Simulacija: Izvedivost energetske zajednice . . . . .	69
12.1	Ekonomija elektrana . . . . .	69
12.2	Simulacija zajednice s industrijom i kućanstvima . . . . .	70
13	Zaključak . . . . .	77

<b>Sažetak</b>	<b>80</b>
<b>Bibliografija</b>	<b>82</b>

# 1 Uvod

Preko 200 godina koristimo fosilna goriva za naše energetske, ali zapravo, svakodnevne potrebe, za transport, grijanje/hlađenje, kuhanje, kao i proizvodnju električne energije koja se u nekim slučajevima smatra "čistom" bez da uzimaju u obzir njezin izvor. No, pojavila se potreba za energetsom tranzicijom i supstitucijom obnovljivih izvora energije. Tranzicija započinje prvenstveno radi rasta potrošnje zaliha fosilnih goriva, ali i zbog pobuđivanja svijesti o negativnom utjecaju istih na okoliš te neravnomjerne ili čak možemo reći nepravedne raspodjele fosilnih goriva koja izaziva trzavice među državama. Trenutno se nalazimo u energetske tranziciji jer se sve više koristi "prijelazno gorivo" kojim smatramo prirodni plin koji je manje štetan od fosilnih, no krajnji cilj su obnovljivi izvori energije. U suprotnosti od fosilnih goriva, obnovljivi izvori energije su neograničeni, čisti i u svakom dijelu svijeta postoje raspoloživi izvori obnovljive energije.

Hrvatska ima visok potencijal iskorištavanja energije Sunca i vjetra. Uz to što je Sunce dostupno, razvoj fotovoltaičnih sustava je u konstantnom porastu i svake godine je sve isplativiji. Pojavljuje se pitanje treba li čim prije uložiti ili pričekati još isplativiji sustav, ali odgovor je došao s energetsom krizom za vrijeme rusko-ukrajinskog rata koja je pokazala nestabilnost fosilnih izvora radi neravnomjerne raspodjele. Takva bi nas kriza jednostavno zaobišla kada bismo bili energetski neovisni. Iako se fotovoltaični sustavi čine kao rješenje svih problema, treba pogledati potpunu sliku. Iz istog razloga zbog kojeg biramo PV sustave, što imamo i više nego dovoljno sunca, postoji i nedostatak. Kao i svi obnovljivi izvori energije, nepredvidljivost proizvodnje električne energije iz Sunca je nedostatak PV sustava što iziskuje poticanje potrošača na potrošnju energije za vrijeme vršne proizvodnje ili skladištenje energije u drugim oblicima iz kojih se kasnije može proizvesti električna energija.

Uz današnju tehnologiju i tehnologiju koja je u razvoju, manje elektrane do par megavata uz skladištenje energije su prepoznati kao inovativan način za opskrbu kućanstva električnom energijom. Velike elektrane, bez obzira koriste li obnovljive izvore ili ne, mogu se suočiti s izazovima profitabilnosti. Jedan značajan čimbenik je gubitak snage tijekom prijenosa i distribucije. Elek-

trična energija proizvedena u elektrani mora se transportirati na velike udaljenosti kako bi došla do krajnjih potrošača, a ovaj proces prijenosa uzrokuje gubitke energije zbog otpora u dalekovodima, smanjujući količinu električne energije dostupne za prodaju. Osim toga, velike elektrane zahtijevaju značajna početna ulaganja u izgradnju, opremu i infrastrukturu. Zastarjela infrastruktura i troškovi održavanja doprinose financijskim izazovima s kojima se suočavaju velike elektrane. S vremenom se oprema i infrastruktura mogu pogoršati, zahtijevajući skupe popravke, nadogradnje ili zamjene. Nadalje, elektrane se često suočavaju s troškovima usklađivanja s ekološkim propisima, osobito ako ispuštaju zagađivače. Zadovoljavanje strogih ekoloških propisa može zahtijevati skupe tehnologije za kontrolu onečišćenja ili naknadne ugradnje, što utječe na profitabilnost. Također, promjene energetske tržišta i politika mogu utjecati na profitabilnost velikih elektrana. Promjene u državnim propisima, energetske subvencijama ili tržišnoj dinamici mogu unijeti neizvjesnosti, utječući na tokove prihoda i financijsku održivost ovih postrojenja. Uz profitabilnost, bitan razlog za odvajanje od velikih elektrana je postizanje neovisnosti potrošača o velikim proizvođačima, ali ne i o sustavu od kojeg će biti potrebna unaprijeđena distribucijska mreža.

Ovi izazovi potaknuli su razvoj energetske zajednice. Usredotočujući se na lokaliziranu proizvodnju i potrošnju energije, energetske zajednice minimiziraju gubitak energije tijekom prijenosa i distribucije. Često se oslanjaju na manja, isplativa postrojenja za obnovljivu energiju, smanjujući teret velikih početnih troškova. Nadalje, energetske zajednice mogu dati prioritet održavanju i nadogradnji svoje infrastrukture, osiguravajući učinkovitost i smanjujući dugoročne troškove održavanja. Zaobilazeći izazove s kojima se suočavaju velike elektrane, energetske zajednice nude ekonomski isplativiji i održiviji pristup proizvodnji i potrošnji energije.

Jedan od ključnih ciljeva energetske zajednice je smanjiti ovisnost o fosilnim gorivima i ublažiti utjecaj proizvodnje energije na okoliš. Ulaganjem u infrastrukturu obnovljivih izvora energije i promicanjem praksi energetske učinkovitosti, te zajednice doprinose smanjenju emisija stakleničkih plinova i prijelazu na održiviji i otporniji energetski sustav. Energetske zajednice također potiču društvene i ekonomske koristi. Oni potiču lokalno vlasništvo na angažman, omogućujući članovima zajednice da postanu aktivni sudionici na tržištu energije. Proizvodnjom vlastite električne

energije i upravljanjem lokalnim energetske sustavima, zajednice potencijalno mogu smanjiti troškove energije, stvoriti nove mogućnosti zapošljavanja i ojačati lokalno gospodarstvo. Nadalje, energetske zajednice olakšavaju dijeljenje energetske resursa i znanja među svojim članovima. Putem platformi za trgovanje energijom i peer-to-peer platforme za dijeljenje energije, višak energije može se distribuirati unutar zajednice, optimizirajući korištenje energije i smanjujući otpad.

## 2 Definicija lokalnih energetske zajednice

### 2.1 Pojam i uvjeti energetske zajednice

Za pojam "lokalne energetske zajednice" se po novim odredbama Europske unije definiraju dva pojma u različitim direktivama:

- "energetske zajednice građana" po Direktivi o zajedničkim pravilima za unutarnje tržište električne energije 2019/944,
- "zajednice obnovljivih izvora energije" po Direktivi o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora 2018/2001.

U kasnijem poglavlju će direktive biti detaljnije ispitane.

Zajednica obnovljivih izvora energije se može definirati kao tip energetske zajednice građana za čiju se proizvodnju električne energije koriste obnovljivi izvori [1].

Oba pojma energetske zajednice opisuju inovativne načine za organiziranje kolektivne suradnje građana te efikasnu kontrolu aktivnosti povezanih s energijom, najčešće aktivnostima proizvodnje, potrošnje i razmjene energije, ali i skladištenje električne energije, distribucija, opskrba, pružanje energetske usluga itd. Sudjelovanje u takvim zajednicama mora biti dobrovoljno i transparentno te je kontrola strogo predodređena članovima zajednice ili dionicima koji su nekomercijalni akteri elektroenergetskog tržišta čiji primarni izvor zarade nije povezan s elektroenergetskim tržištem radi poštenog postupanja i jednakih uvjeta za sve sudionike koji mogu biti fizičke osobe, lokalna tijela, uključujući općine ili mala poduzeća. Uvjet energetske zajednice je da ostane zadržan osnovni cilj; stjecanje ekološke, gospodarske ili socijalne koristi, a ne postizanje ekonomske dobiti [2].

## 2.2 Svrha i ideja energetske zajednice

Rastuća potreba za integracijom obnovljivih izvora energije u elektroenergetski sustav, potreba za alternativnim načinima organizacije i upravljanja takvim sustavom, svjesnost građana da i na lokalnoj razini mogu pridonijeti sprječavanju klimatskih promjena, decentralizacija izvora radi smanjenja gubitaka prijenosa energije te mnogi drugi razlozi doveli su do razvitka energetske zajednice.

Distribuirana proizvodnja, kao što su fotonaponski sustavi, doprinosi energetske tranziciji i razvoju energetske održivosti rješavajući prepreke navedene na početku ovog potpoglavlja. Fotonaponski sustavi omogućuju građanima da postanu prepoznati na razini sustava kao prosumeri jer istovremeno proizvode (eng. *produce*) i troše (eng. *consume*) električnu energiju. Danas, uz to što postoji mogućnost prosumera, postoji i legitiman oblik energetske zajednice. S ulogom prosumera, građani mogu prodavati svoju energiju sustavu po vrlo niskoj cijeni i kasnije ju kupovati po višoj cijeni, a s ulogom sudionika energetske zajednice energiju mogu razmjenjivati po razumnim cijenama s drugim sudionicima zajednice. Na primjer, vlasnik fotonaponskih sustava za vrijeme vršne proizvodnje svoju energiju prodaje drugom sudioniku koji mu kasnije tu energiju može prodati ako posjeduje skladište energije u obliku električnog auta. Također, izjednačavanje ponude i potražnje na razini energetske zajednice čija razina snaga ne prelazi nekoliko megavata je jednostavnije nego na razini cijelog elektroenergetskog sustava te time olakšava i rad samog sustava [3].



Slika 1 Primjer energetske zajednice

Slika 1 prikazuje energetska zajednicu povezanu na distribucijsku mrežu te se sastoji od: skupine aktivnih kupaca koji proizvode električnu energiju pomoću fotonaponskih panela i međusobno ju troše, primjera susjedstva gdje je jedno kućanstvo prosumer i višak svoje energije dijeli s drugim kućanstvom te agregatori koji proizvode električnu energiju, trguju električnom energijom s vanjskim proizvođačima i imaju električno vozilo. Kućanstva i agregatori koriste skladište električne energije za pohranu i potrošnju po potrebi [4].

Pojedinačna kućanstva aktivno sudjeluju u proizvodnji električne energije unutar energetske zajednice postavljanjem fotonaponskih panela, vjetroturbina ili dr., pridonoseći lokalnoj proizvodnji obnovljive energije i smanjujući ovisnost o centraliziranim izvorima energije.



Energetske zadruge omogućuju članovima zajednice zajedničko ulaganje i upravljanje projektima obnovljive energije, kao što su zajedničke solarne farme ili zajedničke vjetroturbine, potičući osjećaj vlasništva i sudjelovanja u proizvodnji električne energije.

Sustavi za skladištenje energije na razini zajednice olakšavaju skladištenje viška obnovljive energije proizvedene unutar energetske zajednice, osiguravajući pouzdanu i otpornu opskrbu električnom energijom tijekom razdoblja velike potražnje ili niske proizvodnje. Pojedinačna kućanstva i poduzeća mogu instalirati sustave za pohranu baterija, omogućujući im pohranu i korištenje energije iz obnovljivih izvora, promičući samodostatnost.

Aktivni kupci unutar energetske zajednice uključeni su u programe odgovora na potražnju, strategije upravljanja opterećenjem i prakse očuvanja energije kako bi optimizirali svoju potrošnju energije i smanjili vršnu potražnju. Potrošači mogu sudjelovati kao aktivni kupci usvajanjem pametnih sustava upravljanja energijom, omogućavanjem praćenja i kontrole potrošnje energije u stvarnom vremenu te donošenjem informiranih odluka za usklađivanje njihove potrošnje energije s isplativim i ekološki prihvatljivim opcijama.

Vlasnici električnih vozila sudjeluju u energetske zajednici korištenjem baterija svojih vozila kao fleksibilnog izvora energije, sudjelovanjem u programima "Vozilo-na-Mrežu" (eng. *vehicle-to-grid, V2G*) za pružanje mrežnih usluga i podržavanje uravnoteženja opterećenja, čime se pridonosi stabilnosti mreže i uključuje održivi prijevoz unutar energetski ekosustav. Također, mogu optimizirati svoje obrasce punjenja kako bi se uskladili s razdobljima viška proizvodnje obnovljive energije, maksimizirajući iskorištavanje čiste energije i smanjujući ugljični otisak povezan s prijevozom.

## **3 Energetske aktivnosti**

Ovo potpoglavlje opisuje energetske aktivnosti koje pojedinci mogu poduzeti unutar energetskih zajednica. Raspon energetskih aktivnosti o kojima se ovdje raspravlja obuhvaća proizvodnju energije, skladištenje, učinkovitost, dijeljenje i trgovanje, obrazovanje i zagovaranje.

### **3.1 Proizvodnja energije**

Pojedinci mogu sudjelovati u energetskim zajednicama postavljanjem fotonaponskih panela na svoje krovove, omogućujući im proizvodnju električne energije iz sunčeve svjetlosti i doprinos lokalnoj opskrbi energijom. Članovi zajednice mogu se uključiti u proizvodnju energije sudjelovanjem u lokalnim vjetroelektranama ili instaliranjem malih vjetroturbina, iskorištavajući snagu vjetra za proizvodnju čiste električne energije. Sudjelovanje u energetskim zajednicama uključuje korištenje malih hidroenergetskih sustava za proizvodnju električne energije iz tekuće vode u lokalnim potocima ili rijekama. Slika 2 prikazuje jednostavan način za proizvodnju energije u vlastitom kućanstvu.



Slika 2 Osobna proizvodnja energije preko solarnih panela i vjetroturbine

### 3.2 Skladištenje energije

Članovi zajednice mogu doprinijeti skladištenju energije unutar energetske zajednice uvođenjem sustava za skladištenje energije, koji obično koriste litij-ionske baterije, za pohranjivanje viška električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora. Ova pohranjena energija može se koristiti u vrijeme velike potražnje ili kada je proizvodnja obnovljivih izvora niska. Posjedovanjem električnih vozila pojedinci mogu aktivno sudjelovati u energetske zajednicama (eng. Vehicle-to-Grid ili V2G). Električna vozila mogu se spojiti na mrežu, omogućujući njihovim baterijama da pohranjuju energiju tijekom razdoblja izvan vršnog opterećenja i daju je natrag u mrežu kada je to potrebno, održavajući stabilnost i balansiranje mreže. Slika 3 prikazuje Tesla Powerwall + bateriju koja pruža energetski kapacitet od 13,5 kWh i nazivnu snagu od 7,6 kW, isporučujući kontinuiranu snagu od 5,8 kW u nedostatku sunčeve svjetlosti. Dolazi s desetogodišnjim jamstvom

i može se nadzirati i upravljati putem njegove aplikacije. No, kompatibilna je jedino s Teslinim solarnim panelima.



Slika 3 Baterijsko skladištenje u kućanstvu

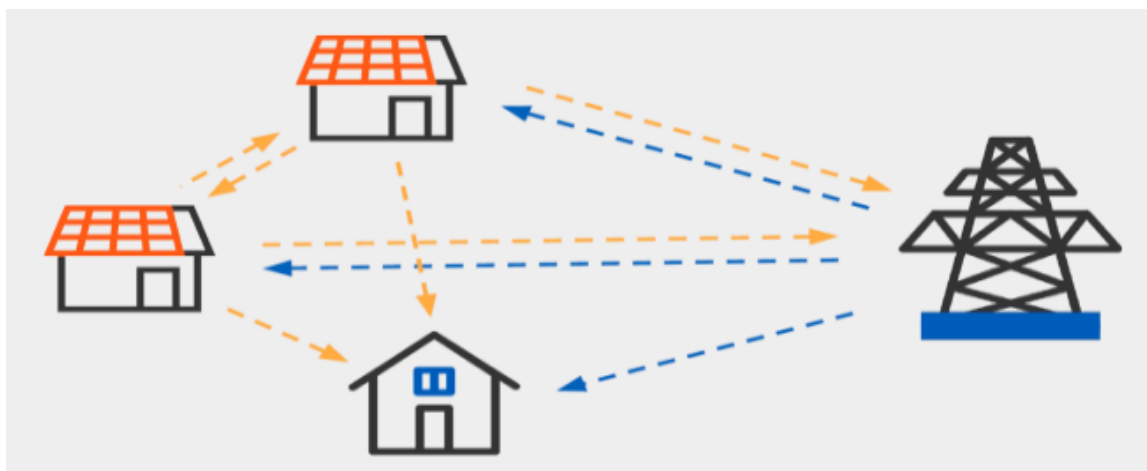
### **3.3 Energetska učinkovitost i očuvanje**

Uključivanje u energetske nadzor ključna je aktivnost unutar energetskih zajednica. Provođenjem revizija članovi zajednice mogu procijeniti i identificirati prilike za uštedu energije u zgradama, preporučujući mjere učinkovitosti kao što su izolacija, učinkoviti uređaji i rasvjeta. Pojedinci mogu sudjelovati u energetskim zajednicama implementacijom pametnih tehnologija, kao što su pametni termostati i uređaji za praćenje energije. Ovi sustavi omogućuju optimiziranu potrošnju energije, bolju kontrolu nad potrošnjom energije i mogućnost prebacivanja potrošnje na razdoblja izvan vršnog opterećenja. Sudjelovanje u programima upravljanja potražnjom omogućuje članovima zajednice da prilagode svoju potrošnju električne energije na temelju signala cijena ili uvjeta

mreže. Smanjenjem ili prebacivanjem potrošnje energije tijekom vršnih razdoblja, pojedinci doprinose upravljanju opterećenjem i stabilnosti mreže.

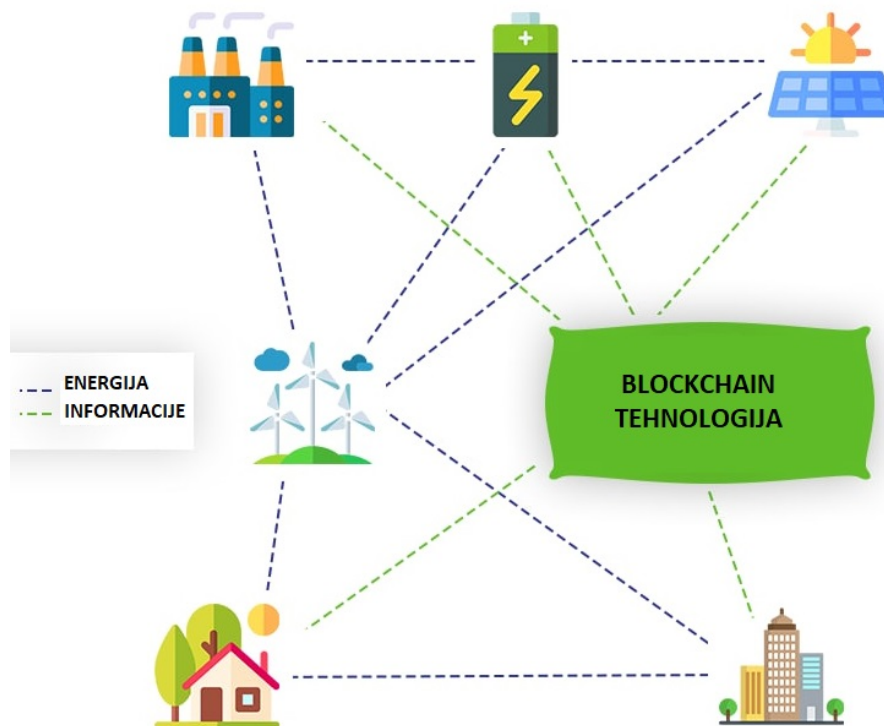
### 3.4 Dijeljenje i trgovanje energijom

Članovi zajednice mogu sudjelovati u platformama za dijeljenje energije i trgovanje unutar energetske zajednice (eng. Peer-to-Peer (P2P)). Preko ovih platformi pojedinci mogu kupovati i prodavati višak energije izravno s drugim članovima, omogućujući lokalizirano energetske tržište i promičući samodostatnost. Također, uključivanje u virtualne elektrane uključuje suradnju s drugim članovima zajednice u prikupljanju i upravljanju distribuiranim energetske resursima. Udruživanjem resursa članovi zajednice mogu zajedno djelovati kao virtualna elektrana, pridonoseći stabilnosti mreže i podržavajući integraciju obnovljive energije. Ulaganjem u projekte obnovljive energije u vlasništvu zajednice, pojedinci sudjeluju u energetske zajednicama i dijele prednosti instalacija obnovljive energije. Ovi projekti mogu uključivati solarne farme, vjetroelektrane ili hidroelektrane koje su u zajedničkom vlasništvu i kojima upravljaju članovi zajednice. Slika 4 prikazuje jednostavnu shemu razmjene energije između energije proizvedene od dva kućanstva sa solarnim panelima, energije iz mreže i kućanstvom koje nema proizvodne objekte.



Slika 4 Razmjena energije među korisnicima

Uz dijeljenje i trgovanje energijom i važnost umreženja u tu svrhu, bitna je i izmjena informacija. Komunikacija u stvarnom vremenu između subjekata u današnje vrijeme ne predstavlja problem, a važna je u slučaju energetske zajednice radi energije uravnoteženja u mreži i što veće energetske učinkovitosti. Tome uveliko pridonosi blockchain tehnologija. Blockchain tehnologija je važna za razmjenu informacija energetske zajednice zbog svojih svojstvenih značajki. Prvo, blockchain omogućuje sigurne i transparentne transakcije. To je ključno za provjeru proizvodnje, potrošnje i dijeljenja energije unutar zajednice. Drugo, blockchain omogućuje decentraliziranu i peer-to-peer interakciju. Treće, pametni ugovori na blockchainu mogu automatizirati i provoditi pravila i sporazume koji reguliraju dijeljenje energije, pojednostavljujući složene procese i osiguravajući pravednu distribuciju. Konačno, sljedivost i revizija blockchaine omogućuju učinkovito praćenje obnovljivih izvora energije i emisija ugljika, podržavajući napore održivosti unutar energetske zajednice.



Slika 5 Razmjena energije i informacija među korisnicima

Slika 5 prikazuje kompleksniju shemu razmjene među subjektima od slike 4 jer su u ovom slučaju uključene i tehnologije skladištenja te drugi proizvođači, ali i bitna stavka razmjena informacija preko blockchain tehnologije.

### 3.5 Obrazovanje i svjesnost o energiji

Organiziranje radionica i obuka vitalna je aktivnost unutar energetske zajednice. Ovi događaji pružaju prilike za obrazovanje i razmjenu znanja, osnažujući članove zajednice informacijama o energetske učinkovitosti, obnovljivim tehnologijama i održivim praksama. Aktivno sudjelovanje i uključivanje članova zajednice u procese donošenja odluka vezanih uz energiju je ključno. Sudjelovanje s članovima zajednice kroz rasprave, ankete i konzultacije potiče svijest, vlasništvo i kolektivno djelovanje u energetskim zajednicama.



Slika 6 Predavanje o solarnoj energiji

Slika 6 je s predavanja Solarna večer na Drenovi održana uz pomoć Vjerana Piršića iz Eko Kvarnera i dr. sc. Damira Juričića iz Centra za podršku pametnim i održivim gradovima Sveučilišta u Rijeci u cilju približavanja građana solarnoj energiji te konkretno odgovoriti na pitanja kako i zašto montirati fotonaponski sustav, koji su dostupni poticaji i zašto je važno biti energetska neovisna. Inače, udruga Eko Kvarner i udruga Bez granica redovito održavaju teme održivih zajednica i međuostalim i energetska zajednica kojih su i sami dio.

### **3.6 Politika i zagovaranje o energiji**

Uključivanje u političke aktivnosti i zagovaranja uključuje interakciju s kreatorima politika kako bi se podržali povoljni propisi i poticaji za obnovljivu energiju i energetske projekte zajednice. Zagovaranjem politika koje olakšavaju razvoj energetska zajednica, pojedinci doprinose stvaranju mogućnosti.



## **4 Tehnologije za proizvodnju energije**

U ovom poglavlju će biti opisani načini za proizvodnju energije koje je moguće implementirati u energetske zajednice, detaljnije će se opisati oni koji su sve češće korišćeni, kao što su fotonaponski paneli koji su već desetljećima u uporabi, ali i iskorištavanje geotermalne energije kao sve zastupljenije u obliku dizalica topline ili toplinskih pumpi te gorivne ćelije koje koriste vodik kao gorivo.

### **4.1 Krovni fotonaponski paneli**

Krovni fotonaponski paneli omogućuju članovima energetske zajednice da proizvode električnu energiju u svojim zgradama. Ovi fotonaponski sustavi pretvaraju sunčevu svjetlost u električnu energiju pomoću fotonaponskih ćelija. Instaliranjem fotonaponskih panela na krovove, članovi zajednice mogu iskoristiti čistu i obnovljivu energiju dok istovremeno smanjuju svoje oslanjanje na električnu energiju iz mreže. Ovaj decentralizirani pristup omogućuje pojedincima da preuzmu kontrolu nad svojom proizvodnjom energije, smanje svoj ugljični otisak i potencijalno uštede na troškovima energije [5]. Slika 7 prikazuje instalirane krovne fotonaponske panele.



Slika 7 Krovni fotonaponski paneli

Prema načinu rada postoje dvije vrste fotonaponskih sustava:

1. samostalni, koji nisu spojeni na elektroenergetski sustav
2. mrežni, spojeni na sustav
  - (a) pasivni, kojima mreža služi kao rezervni izvor energije
  - (b) aktivni (prosumeri), koji koriste mrežu kao rezervni izvor, ali i mogu predati višak proizvedene energije u mrežu

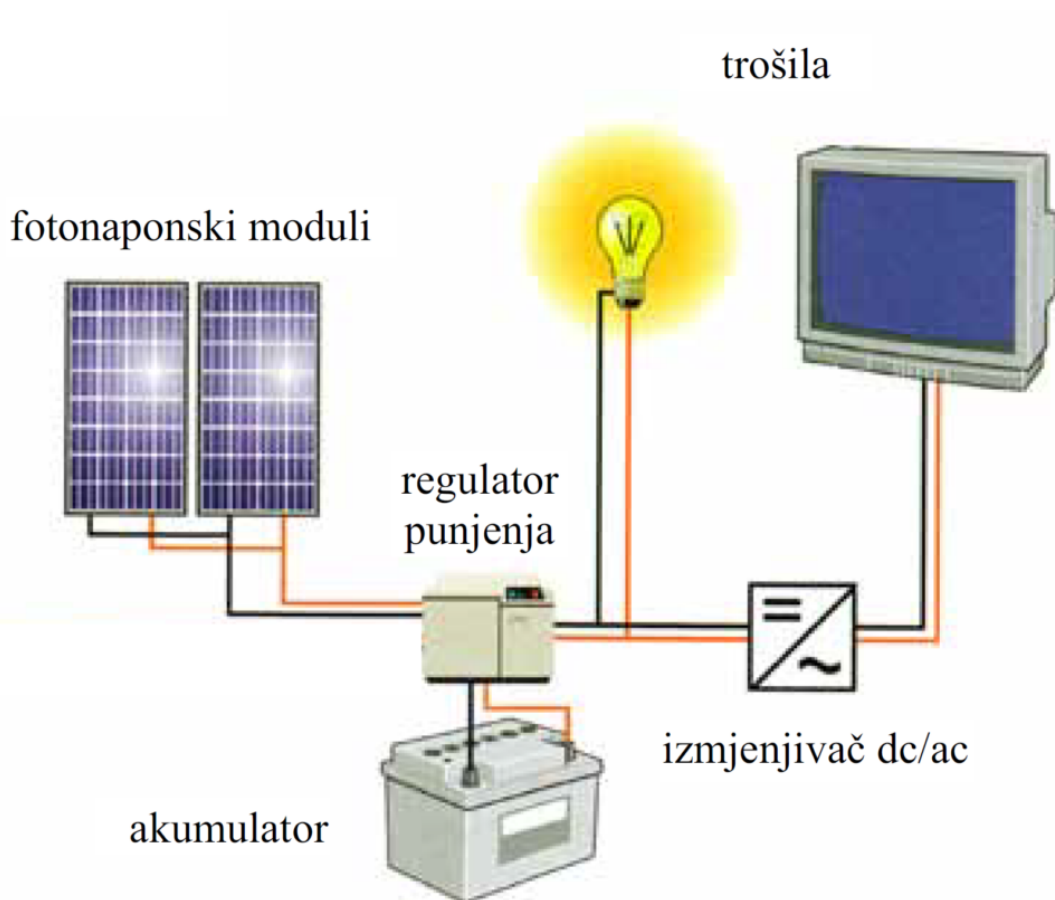
Samostalni sustavi nisu priključeni na elektroenergetsku mrežu. Za korištenje samostalnih sustava koje se odvija noću ili za vrijeme perioda malog intenziteta sunčeve energije potreban je sustav skladištenja energije, akumulator tj. baterija te mora sadržavati regulator punjenja i pražnjenja te pretvarač.

- Fotonaponska ćelija - pretvaranje sunčeve energije u električnu energiju vrši se uz pomoć fotonaponskih modula. Princip rada zasniva se na svojstvu materijala kod kojeg se pri izlaganju sunčevoj svjetlosti javlja razlika električnog potencijala, uslijed čega dolazi do toka

jednosmjerne struje, izrađuju se od poluvodničkih materijala i o njihovoj kvaliteti i izboru ovisi njihova energetska učinkovitost

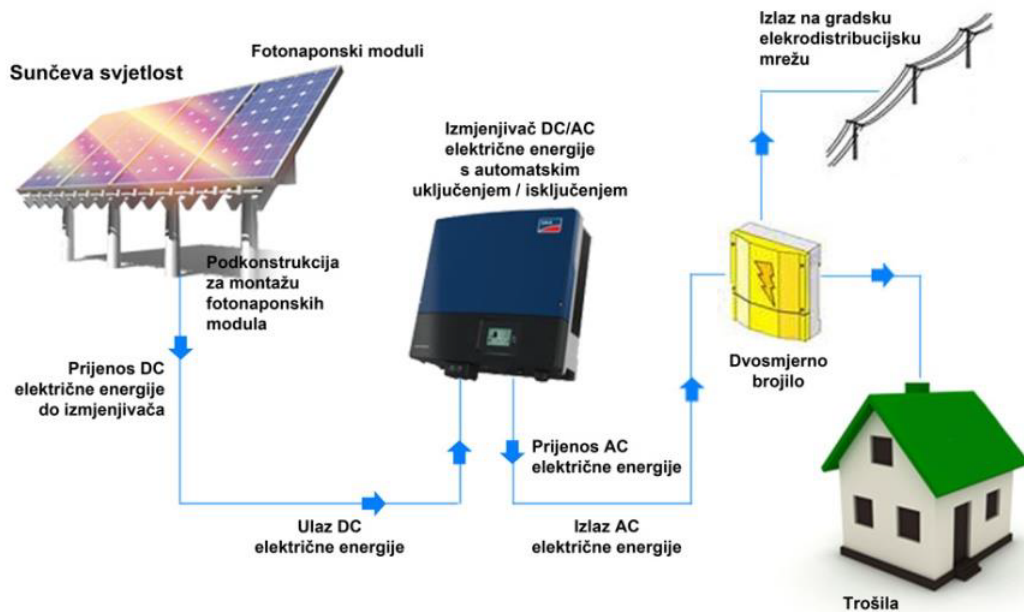
- Regulator napona (DC kontroler) - uređaj koji se postavlja između fotonaponskog panela i baterije, a njegov osnovni zadatak je kontrola punjenja baterije pazeći da ne dođe do preopterećenja baterije, on pretvara promjenjivi DC napon fotonaponskih ćelija u precizno kontrolirane napone kojima se puni baterija te napajaju DC potrošači
- Baterija - služi za skladištenje energije koju od Sunca prikupi fotonaponska ćelija
- DC/AC pretvarač (inverter) - je elektronski uređaj koji služi za pretvaranje DC napona baterije od 12 ili 24 V u AC napon od 220V
- Potrošač

Fotonaponski sustav je ograničen izvor energije, za razliku od elektroenergetske mreže koja se može smatrati neograničenim izvorom. Ovisno o snazi invertera i njegove izlazne snage moguće je priključiti određen broj izmjeničnih potrošača čija potrošnja neće prelaziti ukupnu izlaznu snagu invertera. U protivnom može doći do preopterećenja sustava. Ako baterija daje 2,0 kWh, to znači da jedan potrošač od 100W (žarulja) može raditi 20 sati neprekidno uz uvjet da se baterija u međuvremenu ne puni električnom energijom iz fotonaponskih ćelija. Na ovakav sustav nije sigurno je priključiti potrošače koji nemaju konstantnu ulaznu snagu (npr. pećnica ili električno kuhalo za vodu).



Slika 8 Shema samostalnog solarnog sustava

Mrežni fotonaponski sustavi su direktno spojeni na mrežu. Shodno tome, u slučaju proizvodnje energije više nego je potrebno, višak energije se predaje u mrežu te u slučaju nedovoljne proizvodnje potrošač se energijom opskrbljuje iz električne mreže. Također, nemaju ograničenja u korištenju potrošača s fluktuirajućom ulaznom snagom. Uz opremu koja je potrebna za samostalni fotonaponski sustav (fotonaponski modul, regulator punjenja, akumulator, izmjenjivač), aktivni mrežni fotonaponski sustav (prosumer) iziskuje i dvosmjerno brojilo, dok pasivni fotonaponski sustav iziskuje brojilo u jednom smjeru.



Slika 9 Shema aktivnog mrežnog fotonaponskog sustava tzv. prosumera

## 4.2 Zajedničke solarne farme

Solarne farme zajednice pružaju priliku članovima energetske zajednice da zajednički ulažu u proizvodnju solarne energije i imaju koristi od nje. Ove centralizirane instalacije obično se nalaze na velikim otvorenim prostorima unutar ili u blizini zajednice. Udruživanjem resursa i dijeljenjem proizvedene električne energije, članovi zajednice koji možda nemaju odgovarajuće krovove ili financijska sredstva za instaliranje pojedinačnih fotonaponskih panela još uvijek mogu pristupiti obnovljivoj energiji i pridonijeti ciljevima održivosti zajednice. Slika 10 prikazuje plan izgradnje solarne farme za rezidencijalnu četvrt u blizini Venecije do 2030. godine.



Slika 10 Solarna farma u planiranju

### 4.3 Vjetroturbine

Vjetroturbine koriste kinetičku energiju vjetra i pretvaraju je u električnu energiju. Unutar energetske zajednice, strateški smještene vjetroturbine mogu pružiti značajan izvor obnovljive energije. Rotirajuće lopatice pokreću generator, proizvodeći čistu električnu energiju koju mogu koristiti članovi zajednice. Snaga vjetra nudi prednost skalabilnosti, jer zajednice mogu odabrati odgovarajuće veličine turbina na temelju lokalnih resursa vjetra i potražnje za energijom [6]. Slika 11 prikazuje zajednicu Sandywoods s Rhode Island-a koja ima vjetroturbinu za proizvodnju energije.



Slika 11 *Vjetroturbina zajednice Sandywoods*

#### **4.4 Mikrohidroenergetski sustavi**

Mikrohidroenergetski sustavi koriste energiju tekuće vode u lokalnim potocima ili rijekama za proizvodnju električne energije. Preusmjeravanjem dijela toka vode kroz turbine, mehanička energija se pretvara u električnu. Članovi energetske zajednice mogu iskoristiti ovaj obnovljivi izvor, posebno u područjima s odgovarajućim hidrološkim uvjetima. Mikrohidroenergija nudi dosljedan i pouzdan izvor proizvodnje električne energije, što je čini održivom opcijom za zajednice smještene u blizini vodenih tijela [5]. Hidroenergija nije potpuno čista energija radi uništavanja flore i faune rijeka te se sve manje spominje u kontekstu obnovljivih izvora energije, ali je i dalje prihvatljivija

od fosilnih izvora energije.



Slika 12 *Mikrohidroenergetski sustav*

## 4.5 Energija iz biomase

Energija biomase uključuje pretvaranje organskog otpada ili poljoprivrednih ostataka u bioplin ili biogoriva, koja se mogu koristiti za proizvodnju električne energije. Anaerobni digestori razgrađuju organski otpad prirodnim procesom razgradnje, proizvodeći bioplin koji može biti gorivo za generatore ili turbine. Ova metoda ne samo da proizvodi obnovljivu električnu energiju, već također pomaže u upravljanju otpadom i smanjenju emisije metana. Energija biomase može pružiti lokalni i održivi izvor energije, posebno u poljoprivrednim ili ruralnim zajednicama s obilnim resursima biomase [6]. Slika 13 prikazuje stočarsku farmu koja koristi organski otpad za proizvodnju



enerije.

U Hrvatskoj postoji dobar primjer takvog cirkularnog sustava. OPG Vrčec u blizini Varaždina koji se 2016. godine odlučio sagraditi bioplinsku elektranu snage 250 kWh. Na taj način gnoj s farme uz dodatak organske mase koriste kao obnovljivi izvor energije za proizvodnju električne energije. Ujedno, fermentacijom nastaje visokovrijedno humusno gnojivo za ekološku gnojidbu njiva [7].



Slika 13 *Bioplinska proizvodnja stočarske farme*

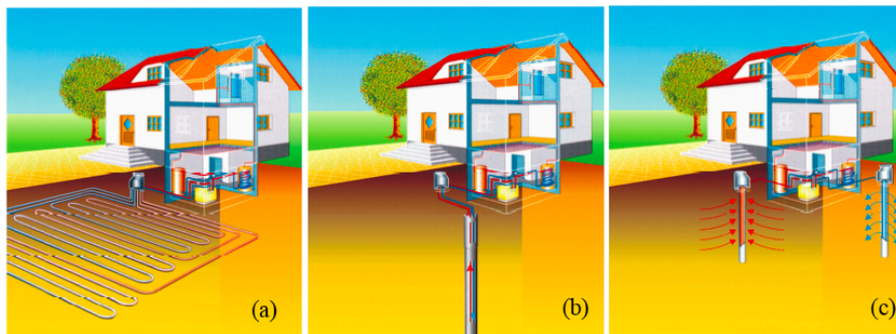
## 4.6 Geotermalna energija

Geotermalna energija iskorištava toplinu pohranjenu u zemljinoj kori za proizvodnju električne energije. U energetske zajednici, ovaj obnovljivi izvor može se iskoristiti putem toplih izvora, geotermalnih dizalica topline ili geotermalnih elektrana. Bušenjem duboko u tlo izvlači se topla voda ili para koja se koristi za pogon turbina, proizvodeći električnu energiju. Geotermalna energija pruža dosljedan i pouzdan izvor energije, s minimalnim emisijama stakleničkih plinova i malom tlocrtnom površinom, što je čini vrijednom opcijom za zajednice koje se nalaze u geološki aktivnim područjima [6].

Geotermalnu energiju koriste dizalice topline voda-voda koje koriste toplinu podzemnih voda. Potopna pumpa koja se položi na određenu dubinu dovodi vodu iz eksploatacijskog bunara (koji je uglavnom pod zemljom) do isparivača dizalice topline gdje se akumulirana energija iz podzemne vode predaje radnom mediju te se na taj način pospješuje njegovo isparavanje. Ohlađena podzemna voda potom se vraća u upojni bunar odnosno u prirodni podzemni tok vode.

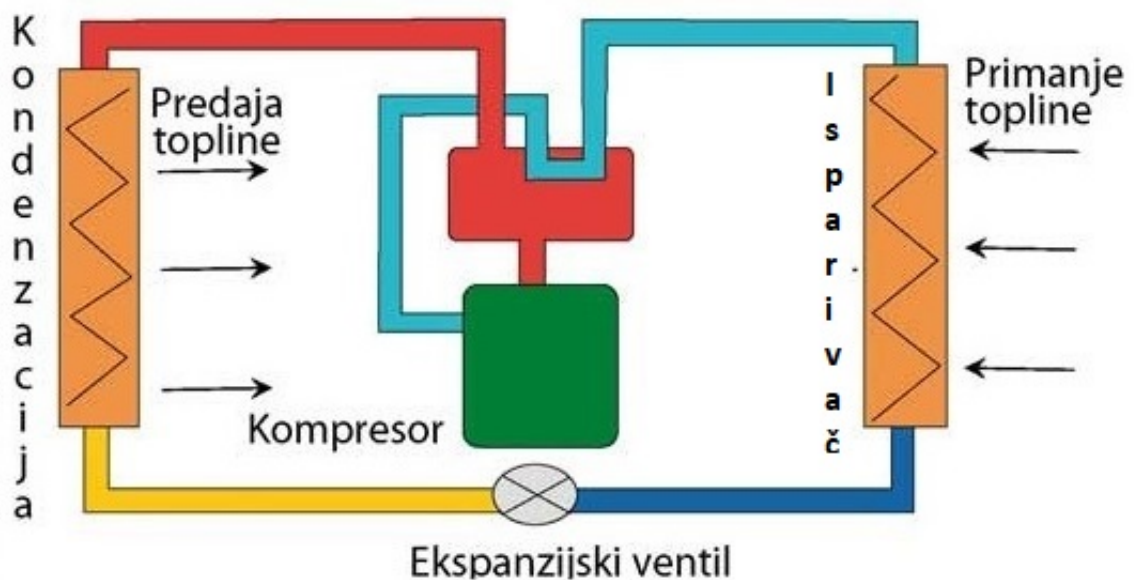
Dizalice topline zemlja-voda koriste geotermalne izvore topline akumulirane u zemlji. Za rad dizalice topline neophodno je postavljanje površinskih kolektora ili bušenje dubinskih sondi u zavisnosti o raspoloživom prostoru objekta u koji se ugrađuje ovakav sustav. U oba slučaja kao mediji za prijenos topline se koristi specijalna tekućina (rasolina) otporna na smrzavanje [8]. Slika 14 prikazuje na koje načine u kućanstvu iskorištavamo geotermalnu energiju, s time i način instalacije:

- (a) vodoravna instalacija s tlom kao izvorom topline,
- (b) okomita instalacija s tlom kao izvorom topline (sonda),
- (c) podzemna voda kao izvor topline (dovodna i odvodna bušotina)



Slika 14 Najčešći načini uporabe geotermalne energije u kućanstvu

Slika 15 prikazuje osnovnu shemu dizalice topline. Princip rada dizalice topline: radni medij dizalice topline isparava u isparivaču gdje prima toplinu vanjskog izvora, radni medij u plinovitom stanju se komprimira u kompresoru s čime mu se povećava temperatura te se nakon toga odvodi u kondenzator gdje izmjenjuje toplinu s ogrjevnim medijem. Radna tvar se nakon toga dekomprimira u ekspanzijskom ventilu kako bi se ponovno omogućila apsorpcija dodatne topline u isparivaču te početak novog ciklusa.



Slika 15 Shema dizalice topline [9]

## 4.7 Sustavi kombinirane topline i električne energije (CHP)

Sustavi kombinirane topline i električne energije (eng. *Combined Heat and Power, CHP*), također poznati kao kogeneracijski sustavi, istovremeno proizvode električnu energiju i iskorištavaju otpadnu toplinu za grijanje ili druge toplinske primjene. Unutar energetske zajednice, kogeneracijski sustavi mogu se instalirati u zgrade, industrije ili sustave daljinskog grijanja. Hvatanjem i iskorištavanjem otpadne topline koja bi inače bila izgubljena, CHP sustavi poboljšavaju ukupnu energetske učinkovitost i smanjuju emisije stakleničkih plinova. Ovi sustavi mogu igrati ključnu ulogu u opskrbi električnom i toplinskom energijom na decentraliziran i održiv način, povećavajući energetske otpornost unutar zajednice [6].

## 4.8 Vjetroelektrane na moru

Vjetroelektrane na moru smještene su u vodenim tijelima, gdje vjetroturbine iskorištavaju snažne i postojeće vjetrove s obale za proizvodnju električne energije. Unutar energetske zajednice, vjetroelektrane na moru zahtijevaju suradnju između zajednica i mogu uključivati projekte većih razmjera. Postavljanjem turbina na offshore platforme ili temelje, električna energija se proizvodi dok vjetar okreće lopatice turbine, koje potom pokreću generator. Vjetroelektrane na moru nude znatan energetske potencijal i pomažu diverzificirati mješavinu obnovljive energije, pridonoseći energetske tranziciji zajednice i smanjenju emisije ugljika [6]. Slika 16 prikazuje vjetroturbinu na moru u Danskoj koju je pokrenula građanska inicijativa.



Slika 16 Zajednička vjetroturbina na moru u Danskoj

## 4.9 Energija valova

Energija plime i valova se još nalazi na početku razvoja, ali je svuda u svijetu jedna od najzanimljivijih tehnologija na kojoj se radi. Tehnologije energije plime i valova koriste snagu oceanskih plima ili valova za proizvodnju električne energije. Sustavi energije plime i oseke koriste podvodne turbine za hvatanje kinetičke energije plimnih struja, dok pretvarači energije valova pretvaraju kretanje valova gore i dolje u električnu energiju. Ove metode osiguravaju dosljedan i predvidljiv izvor obnovljive energije, osobito u obalnim zajednicama. Tehnologije energije plime i valova mogu doprinijeti lokalnoj proizvodnji energije i podržati ciljeve zajednice u pogledu obnovljive energije, smanjujući ovisnost o fosilnim gorivima i minimalizirajući utjecaj na okoliš.



Slika 17 Primjer iskorištavanja energije valova

Slika 17 prikazuje projekt podvodnog plimnog toka od 10 MW između hebridskih otoka Islay i Jura u Škotskoj.

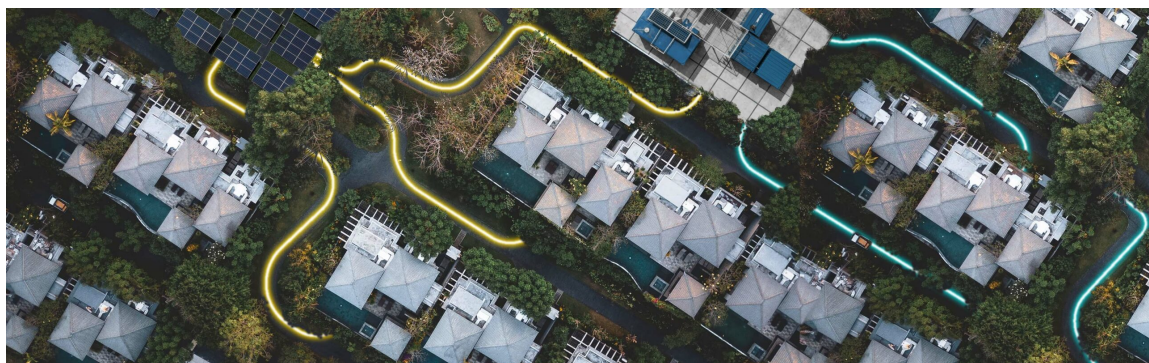
#### **4.10 Koncentrirana solarna energija**

Sustavi koncentrirane solarne energije (eng. *Concentrated Solar Power, CSP*) koriste zrcala ili leće za koncentriranje sunčeve svjetlosti na prijemnik, stvarajući toplinu visoke temperature. Ta se toplina zatim koristi za proizvodnju pare, koja pokreće turbinu povezanu s generatorom za proizvodnju električne energije. Omogućuje pohranjivanje energije, jer se višak topline može pohraniti u sustave za pohranu topline i koristiti za proizvodnju električne energije kada sunčeva svjetlost nije dostupna. U energetske zajednici mogu doprinijeti diverzificiranom energetske portfelju, smanjujući ovisnost o konvencionalnoj proizvodnji električne energije temeljenoj na fosilnim gorivima.

## 4.11 Gorivne ćelije

Gorivne ćelije proizvode električnu energiju kroz elektrokemijski proces koji kombinira vodik (ili druge izvore goriva) s kisikom, proizvodeći vodenu paru i električnu energiju. U energetske zajednici, gorivne ćelije mogu se koristiti za proizvodnju električne energije za različite primjene, uključujući stacionarne energetske sustave i prijenosne uređaje. Nude visoku energetske učinkovitost, niske emisije i tih rad. Vodikove gorivne ćelije mogu se napajati obnovljivim vodikom, dobivenim elektrolizom napajanim obnovljivim izvorima energije, što ih čini privlačnom opcijom za održive energetske zajednice [10].

Vodik nudi obećavajuće rješenje za dekarbonizaciju različitih sektora kao što su transport, industrija i proizvodnja električne energije. Njegova sposobnost da se proizvodi iz obnovljivih izvora i koristi u različitim primjenama čini ga privlačnom opcijom za postizanje ciljeva održivosti. No, postoji potreba za značajnim ulaganjem u istraživanje, razvoj i inovacije kako bi se oslobodio puni potencijal vodikovih tehnologija. Napredak u tehnologijama proizvodnje, skladištenja i transporta vodika, kao i smanjenje troškova, ključni su za postizanje konkurentnosti i široku primjenu. Postoji značajan potencijal za implementaciju vodikovih tehnologija u energetske zajednice. Slika 19 prikazuje primjer energetske zajednice koja koristi vodik kao skladište električne energije.



Slika 18 Primjer gorivnih ćelija s vodikom

## 4.12 Plutajuća solarna energija

Plutajuća solarna energija odnosi se na ugradnju fotonaponskih panela na plutajuće platforme, obično postavljene na vodenim tijelima kao što su rezervoari, ribnjaci ili jezera. Ove platforme omogućuju proizvodnju solarne energije dok minimiziraju korištenje zemljišta i potencijalno pružaju dodatne pogodnosti poput smanjenog isparavanja s vodene površine. U energetske zajednici projekti plutajuće solarne energije mogu doprinijeti proizvodnji obnovljive energije, osobito u područjima s ograničenim raspoloživim zemljištem. Plutajuća solarna energija kombinira prednosti solarne energije s očuvanjem vode, što je čini privlačnom opcijom za održivi razvoj.



Slika 19 Eksperiment plutajućih fotonaponskih panela u Latviji



## 5 Tehnologije za skladištenje energije

### 5.1 Baterijsko skladištenje

Sustavi za pohranu energije iz baterija pohranjuju električnu energiju u punjive baterije, omogućujući zajednicama pohranu viška električne energije proizvedene tijekom razdoblja niske potražnje ili velike proizvodnje obnovljive energije. Te se baterije mogu puniti i prazniti prema potrebi, pružajući fleksibilnost u upravljanju opskrbom i potražnjom energije. Baterije mogu pomoći u ublažavanju povremenih obnovljivih izvora energije i osigurati rezervno napajanje tijekom prekida. Energetske zajednice mogu koristiti različite tehnologije baterija kao što su litij-ionske, redoks protočne baterije ili olovno-kisele, ovisno o njihovim specifičnim potrebama i zahtjevima. Skladištenje energije u baterijama igra ključnu ulogu u omogućavanju integracije obnovljivih izvora energije i optimiziranju upravljanja energijom unutar zajednica.

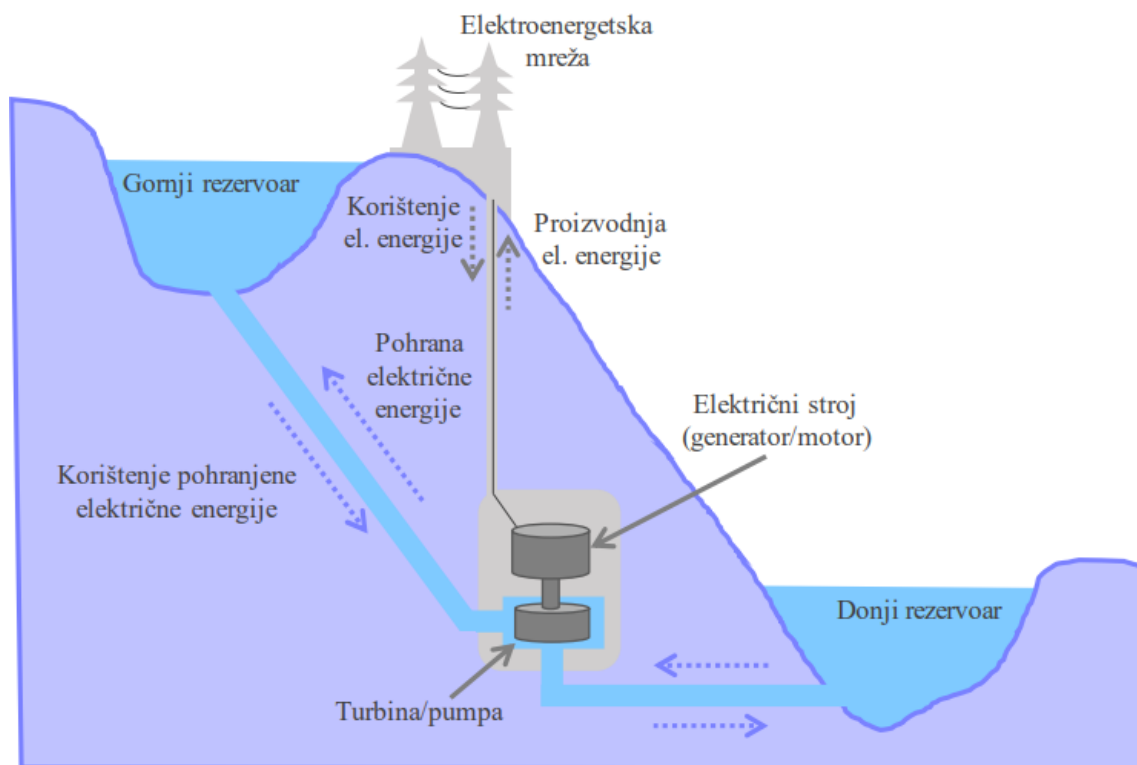
Li-ionske baterije imaju najveću gustoću energije i smatraju se sigurnima. Za produljenje trajanja baterije nije potrebna memorija ili planirano mijenjanje. Li-Ion baterije se koriste u elektroničkim uređajima kao što su kamere, kalkulatori, prijenosna računala i mobilni telefoni, a sve više se koriste za električnu mobilnost.

Olovno-kisele baterije, sekundarne ćelije koje se široko koristi u vozilima i drugim aplikacijama koje zahtijevaju visoke vrijednosti struja opterećenja. Njegove glavne prednosti su niski kapitalni troškovi, zrelost tehnologije i učinkovito recikliranje. Najčešće korištene za skladištenje energije u sustavima energetske zajednice:

- Zatvorena olovo-kiselinska baterija - za male UPS-ove, rasvjeta za slučaj opasnosti, invalidska kolica, zbog niske cijene, pouzdane usluge i niske zahtjeve za održavanjem je preferirani izbor za zdravstvenu njegu u bolnicama i domovima za umirovljenike
- Ventilom regulirana olovo-kiselinska baterija - sigurnosno napajanje za repetitorske tornjeve, internetska čvorišta, banke, bolnice, zračne luke [11]

## 5.2 Pohranjivanje energije korištenjem pumpanog hidroenergetskog sustava

Crpna hidroelektrana dobro je uspostavljena i naširoko korištena metoda skladištenja energije. To uključuje korištenje viška električne energije tijekom razdoblja izvan vršnog opterećenja za pumpanje vode iz nižeg rezervoara u viši. Kada je potražnja za električnom energijom velika, pohranjena voda se vraća natrag u niži spremnik kroz turbine, stvarajući električnu energiju. Pumpna hidro akumulacija nudi veliki kapacitet skladištenja energije, dugo trajanje i visoku učinkovitost. Međutim, zahtijeva odgovarajuću topografiju s dovoljnim vodnim resursima. Ova metoda je uspješno primijenjena u cijelom svijetu i poznata je po svojoj pouzdanosti, dugom životnom vijeku i sposobnosti da pruži stabilnost mreže i rezervno napajanje. Za pohranu se najčešće koriste postojeće reverzibilne hidroelektrane što prikazuje slika 20.



Slika 20 Princip rada reverzibilnih hidroelektrana [12]

### **5.3 Pohranjivanje toplinske energije**

Sustavi za pohranu toplinske energije pohranjuju višak energije u obliku topline ili hladnoće za kasniju upotrebu. To se može postići različitim metodama, kao što je skladištenje tople ili ohlađene vode, fazno promjenjivih materijala ili toplinskih spremnika. Tijekom razdoblja proizvodnje viška električne energije, toplinska energija se skladišti, a kasnije se može izdvojiti za grijanje, hlađenje ili proizvodnju električne energije kada je potražnja velika. Skladištenje toplinske energije posebno je pogodno za primjene kao što su sustavi daljinskog grijanja i hlađenja, industrijski procesi i termoelektrane. Omogućuje način prebacivanja potražnje za energijom u razdoblja izvan vršne potrošnje, poboljšava učinkovitost sustava i smanjuje ovisnost o konvencionalnim izvorima energije.

### **5.4 Pohranjivanje energije vodika**

Skladištenje energije vodika uključuje pretvaranje viška električne energije u vodik kroz proces elektrolize, koji razdvaja vodu na vodik i kisik. Proizvedeni vodik može se pohraniti i kasnije koristiti u gorivim ćelijama za proizvodnju električne energije ili koristiti kao sirovina za industrijske procese. Skladištenje energije vodika nudi visoku gustoću energije i mogućnosti dugotrajnog skladištenja. Može igrati ključnu ulogu u energetske zajednicama omogućujući skladištenje viška obnovljive energije i pružajući svestrani nositelj energije za različite primjene. Međutim, za široku primjenu potrebno je pozabaviti se izazovima kao što su učinkovitost proizvodnje vodika, razvoj infrastrukture i sigurnosna razmatranja.



Slika 21 Spremnik vodika

## 5.5 Skladištenje energije zamašnjaka

Sustavi za pohranu energije na zamašnjaku pohranjuju energiju vrteći masivni rotor pri velikim brzinama, a zatim otpuštaju pohranjenu energiju kada je to potrebno. Kada je dostupan višak električne energije, rotor ubrzava, pohranjujući kinetičku energiju. Kada se potražnja poveća, energija rotora pretvara se natrag u električnu energiju. Spremanje energije na zamašnjaku nudi veliku izlaznu snagu, brzo vrijeme odziva i dug životni ciklus. Može podržati stabilnost mreže, regulaciju frekvencije i ublažiti povremenu proizvodnju obnovljive energije. Međutim, tehnologija zahtijeva precizno projektiranje [13].

## **6 Virtualna povezanost i komunikacija**

Energetske zajednice virtualno su povezane i komuniciraju putem kombinacije online platformi i aplikacija, tehnologija pametnih mreža, uređaja Interneta stvari (IoT), sustava upravljanja energijom te sastanaka i radionica zajednice.

### **6.1 Online platforme i aplikacije**

Energetske zajednice mogu koristiti online platforme i aplikacije posebno dizajnirane za komunikaciju i koordinaciju među članovima zajednice. Ove platforme mogu pružiti značajke kao što su forumi, sobe za razgovor i funkcije društvenih mreža, omogućujući članovima da se povežu, razmjenjuju informacije i surađuju na pitanjima vezanim uz energiju. Ove platforme također mogu olakšati praćenje i dijeljenje energetske podataka, omogućujući članovima zajednice da prate svoju proizvodnju, potrošnju i skladištenje energije u stvarnom vremenu.

### **6.2 Tehnologije pametnih mreža**

Tehnologije pametnih mreža igraju ključnu ulogu u virtualnom povezivanju energetske zajednice. Napredni sustavi mjerenja i infrastruktura pametne mreže omogućuju praćenje i komunikaciju u stvarnom vremenu između proizvođača energije, potrošača i sustava za pohranu. Pametna brojlara instalirana u pojedinačnim kućanstvima ili zgradama mogu pružiti informacije o korištenju energije, omogućujući stanovnicima da donose informirane odluke o svojoj potrošnji energije i sudjeluju u programima upravljanja potražnjom. Te tehnologije omogućuju dvosmjernu komunikaciju i razmjenu podataka, stvarajući virtualnu mrežu unutar energetske zajednice.

### **6.3 Uređaji interneta stvari (IoT)**

IoT uređaji mogu se postaviti unutar energetske zajednice za prikupljanje i prijenos podataka koji se odnose na proizvodnju, potrošnju i skladištenje energije. Ovi uređaji mogu se ugraditi u solarne panele, vjetroturbine, baterije i druge energetske sustave, omogućujući daljinski nadzor i kontrolu. IoT uređaji mogu komunicirati sa centraliziranim sustavima ili platformama u oblaku, pružajući podatke u stvarnom vremenu o proizvodnji energije, razinama skladištenja i obrascima potrošnje. Te se informacije mogu koristiti za optimizaciju upravljanja energijom, prepoznavanje potencijalnih problema i olakšavanje donošenja odluka unutar zajednice.

### **6.4 Sustavi upravljanja energijom**

Sustavi upravljanja energijom (EMS) su softverske aplikacije ili platforme koje integriraju i analiziraju podatke iz različitih izvora energije, sustava za pohranu i obrazaca potrošnje. Ovi sustavi omogućuju energetske zajednicama da nadziru i učinkovito upravljaju svojim energetske resursima. EMS može pružiti uvid u proizvodnju, potrošnju i skladištenje energije u stvarnom vremenu, omogućujući članovima zajednice da donose informirane odluke o korištenju energije, optimiziraju tokove energije i maksimiziraju prednosti obnovljivih izvora energije. Putem EMS-a, energetske zajednice mogu komunicirati i koordinirati svoje energetske aktivnosti, osiguravajući učinkovito i održivo upravljanje energijom.

Primjer takvog softvera je MARS razvijena u poduzeću KONČAR. Softverska platforma MARS pomaže energetske zajednicama prikupiti, izračunati i analizirati podatke o proizvodnji i potrošnji energije, kako u kućanstvima tako i na razini zajednice, čime korisnicima omogućuje donošenje informiranih odluka u pravo vrijeme. Softverska platforma MARS koristi Internet stvari (IoT) za automatsko prikupljanje i integraciju podataka iz pametnih mjerača i naprednih senzora. Podržava širok raspon uređaja kao što su pretvarači fotonaponskih panela, mjerači energije, senzori i drugi. Podaci u stvarnom vremenu o potrošnji i proizvodnji energije iz fotonaponskih panela instaliranih u privatnim kućama i javnim zgradama provjeravaju se i potvrđuju, pohranjuju, izračunavaju, ana-

liziraju i prikazuju na način koji ih čini lakim za razumijevanje. Platforma također nudi izvješća i alarme u stvarnom vremenu, koji se mogu prilagoditi u skladu s potrebama i preferencijama korisnika. Platforma MARS podržava softverska rješenja za pametne gradove. Može se koristiti za razvoj i upravljanje novim uslugama pametnog grada uključujući upravljanje energetskom učinkovitošću, pametnu javnu rasvjetu, parkiranje i e-mobilnost i druge aplikacije. Ova robusna i pouzdana platforma može se lako usvojiti i integrirati s postojećim sustavima i novim uslugama [14].



Slika 22 Zaslone softvera MARS [15]

## 7 Organizacijski moduli

Energetske zajednice su vrlo heterogene u pogledu organizacijskih modela i pravnih oblika, ali energetska zadruga je najčešći tip. Također je moguće pronaći udruge energetske zajednice, partnerske energetske zajednice, energetske zajednice razvojnih fondova te privatne tvrtke ili subjekte s javnim sudjelovanjem [16]. U Hrvatskoj je razvoj energetske zajednice tek na pomolu te energetske zadruga ima 12, ali su samo uspostavljene i na čekanju su radi pravnih prepreka.

### 7.1 Energetske zadruge

Energetske zadruge najčešći su organizacijski modul energetske zajednice. Obično ih formira skupina pojedinaca, zajednica ili poduzeća koji se udružuju kako bi zajednički razvijali, posjedovali i upravljali projektima obnovljive energije. Strukturu zadruga karakteriziraju načela zadruga, kao što su demokratsko upravljanje, dobrovoljno članstvo i kontrola članova. Svaki član obično ima jednaka prava glasa bez obzira na veličinu ulaganja. Vlasništvo zajednice je bitna karakteristika energetske zajednice tako da i energetske zadruga daju prednost lokalnom vlasništvu i uključenosti zajednice. Cilj im je osigurati da dobiti projekata obnovljive energije ostanu unutar zajednice reinvestirajući dobit na lokalnoj razini. Članovi zadruga svjesni su zajedničkog rizika, ali i koristi. Članovi energetske zadruga dijele i rizike i koristi povezane s projektima zadruga. Ova zajednička odgovornost potiče osjećaj angažmana i suradnje u zajednici. Energetske zadruga često uključuju svoje članove u procese donošenja odluka, uključujući odabir projekata, financiranje i rad. Ovaj participativni pristup povećava angažman zajednice i promiče osjećaj vlasništva.

Primjeri energetske zadruga u Hrvatskoj:

- "BAN-UNION"

Misija zadruga BAN-UNION koja se nalazi u Sisačko-moslavačkoj županiji je proizvodnja zdrave, organske i ekološke hrane. Uključujući korištenje vlastite energije (električne, toplinske i rashladne) koju samostalno proizvode iz obnovljivih izvora energije s očuvanjem



okoliša. Zadruga broji sedam članova, a polovica njih ima visoku stručnu spremu, što je dobar ljudski kapital za vođenje zadruge i obavljanje poslova. Smještena u brdovitom, šumovitom okruženju s obiljem biomase, sunčeve svjetlosti i vodnih resursa za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora energije. Lokalno stanovništvo i zajednica jako su zainteresirani za nastojanja zadruge da provede projekt zdrave prehrane (uzgoj koza, proizvodnja sira i uzgoj gljiva). Za ovaj primamljivi i unosni poljoprivredni pothvat proizvodnje organske hrane postoje značajni neiskorišteni resursi. Zadruga posjeduje imovinu, poslovni prostor i strojeve za proizvodnju mlijeka i sira [17].



Slika 23 Logo energetske zajednice BAN-UNION

- "Energetska zadruga otok Krk"

Energetska zajednica koristi različite izvore energije, uključujući solarne panele, vjetroelektrane i hidroelektrane. Što se tiče skladištenja energije, energetska zajednica na otoku Krku koristi baterije za pohranu energije kako bi optimizirala korištenje obnovljivih izvora. Osim toga, energetska zajednica na otoku Krku također provodi programe energetske učinkovitosti i edukacije, te potiče lokalne građane da se uključe u projekte obnovljive energije i postanu aktivni sudionici u održivom energetsom razvoju otoka.



Slika 24 Logo energetske zajednice Energetska zadruga otok Krk

- Energetska zadruga Lug

Osnovana je nakon inicijativa i projekata Lokalne akcijske grupe Vallis Colapis u cilju poticanja obnovljivih izvora energije na području Karlovačke i Zagrebačke županije. Osnovana je u svibnju 2013. godine te obuhvaća 10 gradova i općina na sjeveru Karlovačke županije i jugu Zagrebačke županije: Karlovac, Duga Resa, Ozalj, Kamanje, Draganić, Netretić, Ribnik, Lasinja, Žakanje i Pokupsko. Zadruga broji 8 zadrugara, 6 fizičkih i dvije pravne osobe.

Neke od registriranih djelatnosti zadruge:

- proizvodnja energije
- prijenos, odnosno transport energije
- skladištenje energije
- distribucija energije
- upravljanje energetske objektima
- opskrba energijom
- trgovina energijom
- organiziranje tržišta energijom
- djelatnosti proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinskom energijom
- djelatnost javne odvodnje
- proizvodnja gnojiva i poboljšivača tla
- promet gnojivima i poboljšivačima tla
- proizvodnja baterija i akumulatora
- proizvodnja električne opreme za rasvjetu i ostale električne opreme
- proizvodnja električne i elektroničke opreme za motorna vozila i ostalih dijelova i pribora za motorna vozila

- popravak elektroničke i optičke opreme

## 7.2 Udruge energetske zajednice

Udruge energetske zajednice formirane su kao neprofitne organizacije koje okupljaju pojedince, tvrtke ili zajednice zainteresirane za promicanje praksi održive energije. Iako možda ne upravljaju izravno energetske projektima, služe kao platforma za razmjenu znanja, zagovaranje i suradnju. Udruge energetske zajednice često se uključuju u aktivnosti poput organiziranja događanja, radionica i obrazovnih programa vezanih uz obnovljive izvore energije.

U Hrvatskoj ne postoji Udruga energetske zajednice u kontekstu koji obrađuje ovaj rad, ali postoji udruga koja potiče rad energetske aktivnosti.

Primjer udruge u Italiji je GECO Zelena Energetska Zajednica koja koristi tehnologije solarnih panela i bioplina te koriste tehnologije skladištenja energije. U udruzi su mala i srednja poduzeća te građani. Slika 25 prikazuje logo, lokaciju i prikaz iz satelita energetske zajednice GECO.



Slika 25 GECO Udruga Energetske Zajednice

### 7.3 Partnerske energetske zajednice

Partnerske energetske zajednice uključuju suradnju između različitih dionika, kao što su lokalne vlasti, poduzeća i grupe zajednice. Ova partnerstva imaju za cilj zajednički razvoj i upravljanje projektima obnovljive energije. Partnerske energetske zajednice iskorištavaju stručnost i resurse više subjekata za pokretanje inicijativa za održivu energiju.

Primjer partnerske energetske zajednice u Hrvatskoj:

- Energetska zadruga Kaštela

Osnovana je od strane 14 osnivača radi ekološke osvještenosti, brige za lokalnu zajednicu te sve skupljih energenata. Partnersvo s građanima uspostavila je Osnovna škola Ostrog, čiji su djelatnici ušli u zadrugu kako bi educirali učenike o novim oblicima energije i brizi za okoliš. Prethodno je u sklopu UNDP-ova projekta “Solarni suncokreti” postavljen fotonaponski treker snage 1kW na krovu škole. Osnivači zadruge naglašavaju kako su o osnivanju bili potaknuti primjerima uspješnih energetske zadruga u Europi.

Primjer partnerske energetske zajednice u Njemačkoj:

- Sprakebüll (Sjeverna Frizija)

Godine 1998. seljaci su odlučili postaviti prvi vjetropark (5 vjetrenjača, svaka od 1,65 Mw), koji su u vlasništvu lokalnih seljana. Ubrzo je uslijedio drugi vjetropark u lokalnom vlasništvu (1. vjetropark s 22 stanovnika, 2. vjetropark sa 183 stanovnika). Godine 2011. vjetropark Stadum-Sprakebüll dodatno je izgrađen s 3 vjetrenjače i proizvodnim kapacitetom od 2,5 Mw svaka. U 2014. godini proveden je prvi projekt repoweringa. Prvotnih 5 vjetrenjača, svaka od 1,65 Mw, zamijenjene su onima koje proizvode 3,6 MW svaka.

Nakon početnog ulaganja u vjetroturbine, jedna se lokalna obitelj posebno zainteresirala za solarnu energiju te je 2009. godine izgradila fotonaponsku instalaciju snage 100 MW na 7 hektara zemlje, s namjerom da postavi park solarne energije. Kako nisu mogli dobiti

dozvolu za solarni park komercijalne veličine, počeli su prodavati solarne ploče lokalnim investitorima.

Uz proizvodnju električne energije vjetra i sunca, mještani su koristili privatno bioplinsko postrojenje. Osnovali su toplinarsku zadrugu i uz pomoć općine dobili predfinanciranje ulaganja, za satelitsku kogeneraciju (kombinirana toplinska i električna energija), kotlovnice i toplinsku mrežu. Općina ga je tada dala u najam zadruzi, da proizvodi i toplinsku i električnu energiju. Veličina bioplinskog postrojenja je 1,7 MW s 3 toplinske mreže. Mreža grijanja postavljena je u središtu sela, gdje zadružna opskrba električnom energijom Sprakebüll eG kupuje toplinu iz privatnog bioplinskog postrojenja koje se nalazi na kraju sela i distribuira je preko mreže grijanja stanovnicima. Velika je gustoća priključka (preko 90 % ) prema svim kućanstvima. Ova tri oblika proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora međusobno se nadopunjuju, jer može biti sunčano i vjetrovito u različito vrijeme, a proizvodnja bioplina se može prilagoditi tako da bude veća u vrijeme kada nema sunca i vjetra [18].



Slika 26 Grad Sprakebüll u sjevernoj Njemačkoj

## **7.4 Energetske zajednice razvojnih fondova**

Energetske zajednice razvojnih fondova strukturirane su kao organizacije u vlasništvu zajednice koje su usmjerene na poticanje lokalnog razvoja i održivosti. Cilj im je uhvatiti se u koštac s izazovima povezanim s energijom unutar zajednice poduzimanjem projekata obnovljivih izvora energije, inicijativa za energetske učinkovitost i aktivnosti uključivanja zajednice. Zaklade za razvoj energetske zajednice često reinvestiraju dobit natrag u projekte razvoja zajednice.

## **7.5 Privatne tvrtke ili subjekti s javnim sudjelovanjem**

Neke energetske zajednice uključuju privatne tvrtke ili subjekte s javnim sudjelovanjem. U tim slučajevima, privatni subjekti surađuju s lokalnim zajednicama ili javnim organizacijama na razvoju i vođenju projekata obnovljive energije. Ova partnerstva mogu uključivati zajedničke pothvate, zajedničko vlasništvo ili posebne mehanizme za sudjelovanje javnosti kako bi se osigurala pravedna podjela koristi od projekta.

## 8 Prednosti energetske zajednice

Mnoge su prednosti povezane s energetsom zajednicom. Energetske zajednice mogu provoditi akcije za poboljšanje uštede energije i učinkovitosti na razini kućanstava i, posljedično, pridonijeti borbi protiv energetske siromaštva. Na komercijalnoj i industrijskoj razini, oni mogu učiniti lokalna poduzeća konkurentnijima, smanjujući potrošnju i snižavajući cijene nabave. Glavne koristi koje mogu proizaći iz stvaranja energetske zajednice opisane su u nastavku.

### 8.1 Ekonomska ušteda i utjecaj na okoliš

Građani, susjedstva, javne uprave ili poduzeća koja odaberu biti prosumeri uživaju sljedeće benefite:

- Ušteda na računu: što se više energije proizvodi i troši, to se više smanjuju troškovi varijabilnih komponenti računa (udio energije, naknade za mrežu i povezani porezi kao što su trošarine i PDV)
- Vrednovanje proizvedene energije: proizvodnja energije fotonaponskim sustavom može biti izvor prihoda zahvaljujući mehanizmima poticaja,
- Porezne olakšice (odbitci ili amortizacija): za pojedince, instalacija fotonaponskog sustava na krovu zgrade spada u djelokrug radova obnove zgrade te omogućuju pristup olakšicama
- Smanjeni utjecaji na okoliš: budući da se energija proizvodi pomoću fotonapona, izbjegavaju se emisije  $CO_2$  ili drugih plinova koji mijenjaju klimu

No, potrebno je sagledati i aspekt isplativosti za korisnika. Postoje određeni energetske-ekonomski uvjeti koji moraju biti zadovoljeni:

- proizvodna jedinica prikladna da zadovolji opterećenje kućanstva koje varira tijekom dana i godine

- trošak proizvedenog kWh (također uključuje troškove instalacije, troškove održavanja, poticaje itd.) mora biti manji ili jednak trošku kWh kupljenog iz mreže

Na ove aspekte također utječe varijabilnost nekih vrsta obnovljivih izvora (npr. fotonaponski), godišnji gubitak učinkovitosti tehnologije. S ekonomskog gledišta, korisno je razjasniti kako je stopa koja se odnosi na cijenu energije samo dio koji se odnosi na cijenu kWh. Stoga je mogućnost utjecaja na troškove neenergetske komponente u tarifi posebno atraktivna u svrhu ekonomskog povrata ulaganja. U praksi, kada bi se sva električna energija proizvedena PV-om mogla sama potrošiti, početna investicija bi se brže vratila. Nažalost, često je teško da sva proizvedena energija bude u potpunosti iskorištena od strane korisnika i obrnuto, veliki dio energije koju koristi korisnik kupuje iz mreže. Upravo da bi se poboljšali ovi aspekti, uveden je koncept kolektivne samokonsumacije. To omogućuje smanjenje troškova transporta i naknada sustava angažiranjem samo dijela električne mreže i smanjenjem izgubljene energije za transport u dalekovodima [3].

## 8.2 Borba protiv energetske krize

Energetsko siromaštvo se očituje u pretjeranom preusmjeravanju nećijih prihoda za podmirivanje računa za energiju ili nemogućnost kupnje osnovnih energetske usluga. U manje razvijenim zemljama to poprima upečatljive konotacije, jer oko osam stotina milijuna ljudi nema pristup električnoj energiji. Posljednjih je godina energetsko siromaštvo postalo primarni fokus pozornosti u institucionalnim okruženjima, uključujući europska i nacionalna. Njegova je dimenzija također vrlo relevantna u Europi, koja je uključila posebne mjere u Energetski paket 2030. Podaci Opservatorija Europske komisije u 2018. pokazuju da 80 milijuna ljudi nije moglo kupiti onu minimalnu energetske robu, potrebnu za njihovu dobrobit, od ovih oko 4 milijuna je u Italiji [3].

U Europi su u nekim zemljama uspostavljeni nacionalni opservatoriji koji djeluju u okviru europskih koordinacijskih aktivnosti i prate fenomen i politike ublažavanja; iako još uvijek uz veliku nehomogenost u korištenim pokazateljima, procjena veličine problema u osnovi se temelji na godišnjoj potrošnji energije. Akcije ublažavanja također su nehomogene i ponekad se uzimaju kao



dio socijalne politike za borbu protiv siromaštva, ponekad u energetske politikama, ili oboje. Akcije ublažavanja usmjerene su na podršku adekvatnoj potrošnji energije i na financijsko i kulturno poticanje energetske učinkovitosti u domovima kako bi se osigurala životna udobnost smanjenjem izdataka za potrošnju energije. Zapravo, jedan od pokazatelja energetske siromaštva je visoka učestalost potrošnje energije (više od dvostruko veće od prosjeka) i visok omjer potrošnje energije i ukupnog kapaciteta potrošnje.

U scenariju u kojem bi do 2050. polovica građana EU-a mogla sama proizvoditi vlastitu energiju, bilo pojedinačno ili kolektivno kroz energetske zajednice su važan alat za ublažavanje energetske siromaštva. Svi građani, uključujući najslabije i one s niskim prihodima, trebali bi imati koristi od sudjelovanja u energetske zajednici; koje mogu uključivati oblike energetske solidarnosti, osiguravajući svojim članovima jeftin pristup obnovljivim izvorima energije i strategije za uštedu energije.

Uz ovaj uvjet solidarnosti, neka temeljna načela za stvaranje energetske zajednice sama po sebi predstavljaju prakse za ublažavanje energetske siromaštva jer uključuju i ugradnju zajedničkih sustava za praćenje individualne potrošnje energije i protokole za njihovu optimizaciju, ali u isto vrijeme uključuju potrošače, osvještavajući ih o vlastitom ponašanju i također o izvedivosti radnji za učinkovitost. Kolektivni pristup i izvedivost razmjene između sudionika Energetske zajednice mogu biti još jedan način uključivanja stanovnika u obnove s operacijama ekonomskog razmjera ili ponovnim ulaganjem dobiti.

### **8.3 Ušteda energije**

Među preinakama koje omogućuje razvoj energetske zajednice su one koje se odnose na pitanje očuvanja energije. Ušteda energije odnosi se na smanjenje potrošnje energije potrebne za obavljanje aktivnosti. To se odnosi kako na pojedinog građanina i poduzeća, tako i na zajednicu koja se sastoji od skupa aktera koji, u različitim svojstvima, djeluju na nekom području. Smanjenje potrošnje energije može se postići na različite načine, npr. akcijama koje imaju upravljački karakter,

ali i zahvatima u pogonu koji za isti ostvareni učinak smanjuju njegovu potrošnju energije.

Energetska učinkovitost može se postići kroz intervencije upravljanja. Može ga predstavljati korisnik kućanstva koji regulira potrošnju unutar vlastitog doma; kućna automatizacija posljednjih godina to omogućuje povezivanjem usluge s osobnim načinima korištenja uređaja i druge opreme. Mogućnost razlikovanja, po prostorijama i dobu dana, temperature, osvjetljenja i sl. svakako doводи do toga da se energija troši samo kada je to stvarno potrebno i da se time postižu smanjenja, čak i značajna, u potrošnji. Slično tome, tvrtke u mnogim slučajevima mogu djelovati za ažurnije upravljanje energetske potrebama, također optimiziranjem tijeka rada i, prema tome, upravljanja komunalnim uslugama unutar njega. Energetska učinkovitost se može postići kroz korištenje tehnologija s boljim performansama. Primjerice, kućanski korisnik može smanjiti svoju potrošnju zamjenom starog bojlera novim, boljim. Može uštedjeti još više usvajanjem novije tehnologije, na primjer, usvajanjem kondenzacijskog kotla ili usvajanje dizalica topline. Sličan kontekst i za tvrtke, korištenje novih strojeva opremljenih učinkovitijim elektromotorima i većom modularnošću radnog opterećenja omogućuje postizanje značajnih smanjenja u smislu potrošnje. Ovo su samo neki od postupaka energetske učinkovitosti koji se mogu primijeniti kako bi se smanjila potrošnja u individualnom i društvenom smislu.

Intervencije potaknute razvojem energetske zajednice s obzirom na očuvanje energije stoga su izražene u elementima tipa upravljanja i u radnjama učinkovitosti koje se odnose na korištenje tehnologija s boljim učinkom ili korištenje obnovljivih izvora, ali se također kreću u logici vlastite potrošnje zajednice.

## **8.4 Budućnost zajedničke ekonomije**

Ekonomija suradnje, poznata kao ekonomija dijeljenja, ekonomski je model koji se temelji na dijeljenju dobara i usluga. Dijeljenje je jedna od strategija iza kružnog gospodarstva, ekološki prihvatljivog gospodarstva koje omogućuje prevladavanje postojećeg sustava koji proizvodi otpad.

Ekonomija dijeljenja uglavnom je izgrađena na povezanim mrežama pojedinaca, organizacija

ili zajednica koje se temelje na suradnji, dijeljenju, razmjeni i trgovini proizvodima i/ili uslugama. Načela ekonomije dijeljenja mogu se primijeniti i u kontekstu energetske zajednice, a to može rezultirati pojavom novih pravila unutar zajednice koja olakšavaju razmjenu dobara i usluga među članovima sudionicima [19].

Načelo koje najviše nadahnjuje ekonomiju dijeljenja jest načelo "pristupa dobru", u kojem više nije vlasništvo ono što diskriminira, već funkcija kojoj služi. Zahvaljujući ekonomiji dijeljenja, imovina se može dijeliti na različite načine:

- Ostati u posjedu vlasnika, kao u slučaju iznajmljivanja imovine ili nuđenja usluge.
- Biti u vlasništvu treće strane korisničke mreže/zajednice.
- Promjena vlasništva kao kod prodaje rabljene robe.

Energetske zajednice omogućuju dijeljenje izvora energije među svojim članovima. Pojedinci ili organizacije unutar zajednice mogu zajednički ulagati i upravljati sustavima obnovljive energije kao što su solarni paneli ili vjetroturbine. Proizvedena energija može se dijeliti među sudionicima, osiguravajući pravedniju distribuciju čiste energije i smanjujući potrebu za individualnom proizvodnjom energije. Energetske zajednice olakšavaju ravnopravno trgovanje energijom, dopuštajući članovima da kupuju i prodaju višak energije izravno među sobom. Putem digitalnih platformi i tehnologija pametnih mreža, pojedinci mogu trgovati svojim viškom obnovljive energije s drugima u zajednici, promičući lokalnu energetske samodostatnost i smanjujući ovisnost o centraliziranim dobavljačima energije. Energetske zajednice često koriste zajedničke sustave skladištenja energije. Višak energije koju proizvedu članovi zajednice može se kolektivno pohraniti. Ova zajednička infrastruktura za pohranu osigurava učinkovitije korištenje obnovljive energije i pomaže u ravnoteži ponude i potražnje unutar zajednice. Energetske zajednice potiču suradničke prakse upravljanja energijom. Zajedničko upravljanje energijom može uključivati programe odgovora na potražnju, gdje članovi zajednice prilagođavaju svoju potrošnju energije tijekom razdoblja najveće potražnje kako bi uravnotežili mrežu i smanjili opterećenje sustava. Energetske zajednice često prihvaćaju model infrastrukture u vlasništvu zajednice, gdje su projekti obnovljive energije i

povezana infrastruktura u zajedničkom vlasništvu i pod upravom članova zajednice. To osigurava da se dobiti obnovljive energije, kao što su smanjeni troškovi energije i emisije ugljika, dijele među zajednicom, promičući pravedniju energetska tranziciju.

Prihvatanjem načela ekonomije dijeljenja, energetska zajednice potiču suradnju, optimizaciju resursa i lokaliziranu otpornost, osnažujući pojedince da aktivno sudjeluju u energetska sustavu i promiču održiviju i distribuiraniju energetska budućnost.

## 9 Pravna strana: europske i hrvatske regulative

### 9.1 Europa: "Čista energija za sve Europljane"

Godine 2019., Europska Unija je donijela rješenje o paketu Čista energija za sve Europljane koja se sastoji od osam Direktiva koje reguliraju energetska pitanja, a sadržavaju: energetske performanse građevina, energetska efikasnost, obnovljivu energiju te tržište električne energije.

EU direktive nastoje uspostaviti odgovarajuće pravne okvire da bi omogućili energetskej tranziciji daljnji razvoj i daju građanima vodeću ulogu u energetskom sektoru. Tih direktiva se moraju držati sve države svojim nacionalnim zakonima s odgovarajućim predmetima direktive. Krajni rok za zemlje članice EU da provedu direktive i posljedično urede nacionalno zakonodavstvo je bio lipanj 2021. Uz razne predmete, ispitat će sljedeće dvije direktive:

- Direktiva o zajedničkim pravilima za unutarnje tržište električne energije (2019/944) u kojoj se spominju **energetske zajednice građana**,
- Direktiva o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora (2018/2001) u kojoj se spominju **zajednice obnovljivih izvora energije**.

Iako direktive koriste različite definicije, obje se odnose na energetska zajednica kao "pravni subjekt" koji se temelji na "otvorenom i dobrovoljnom sudjelovanju" i čiji je primarni cilj postizanje ekoloških, gospodarskih i društvenih dobrobiti za svoje članove ili suradnike ili teritoriju na kojem djeluje, a ne stvaranju financijske dobiti. Energetske tvrtke (dobavljači i ESCO) ne smiju sudjelovati u energetska zajednicama kao članovi kako bi se osigurala neprofitna priroda; međutim, dopušteno im je pružanje usluga opskrbe i infrastrukture.

Glavne razlike *energetskih zajednica građana* i *zajednica obnovljivih izvora energije* su:

- *zajednica obnovljivih izvora energije* se temelji na načelu autonomije članova i potrebi blizine proizvodnih objekata, ona može upravljati energijom u različitim oblicima (električna energija, toplina, plin) sve dok se proizvode iz obnovljivog izvora

- *energetskih zajednica građana* ne osigurava načela autonomije i blizine i može rukovati samo električnom energijom, bilo proizvedenom iz obnovljivih ili fosilnih goriva

### **Direktiva o zajedničkim pravilima za unutarnje tržište električne energije (2019/944)**

Energetska zajednica građana razvila se u učinkovitu i pristupačnu metodu zadovoljavanja zahtjeva i očekivanja građana o izvorima energije, uslugama i lokalnom sudjelovanju. To je zbog disperziranih energetskih tehnologija i osnaživanja potrošača. Energija zajednice daje svim potrošačima priliku da aktivno sudjeluju u proizvodnji, korištenju ili razmjeni energije. Za razliku od tipičnih elektroenergetskih tvrtki, kojima je prvenstveno stalo do profita, energetski projekti zajednice više se bave nuđenjem svojim članovima ili vlasnicima jedinica pristupa pristupačnoj energiji određene vrste, kao što je obnovljiva energija. Energetski programi zajednice pokazuju svoju sposobnost podržavanja integracije novih tehnologija i obrazaca potrošnje, uključujući pametne distribucijske mreže i kontrolu potrošnje s izravnom interakcijom s korisnicima. Energija zajednice može povećati energetske učinkovitost obitelji i pomoći u sprječavanju energetskog siromaštva smanjenjem troškova opskrbe i potrošnje. Također, omogućuje da se neke skupine kupaca iz kategorije kućanstva uključe u tržište električne energije, nešto što im inače ne bi bilo dopušteno. Ove bi inicijative, ako su uspješno provedene, zajednici pružile ekonomske, društvene i ekološke prednosti koje nadilaze jednostavne prednosti povezane s opskrbom energetskim uslugama. Uz pomoć ove Direktive, specifične vrste energetskih projekata građana bit će priznate na europskoj razini kao "energetske zajednice građana", dajući im pristup sustavu poticaja, pravednom tretmanu, jednakim mogućnostima i skupu jasno definiranih prava i obveza. Kupci kućanstva trebali bi imati mogućnost dobrovoljno se pridružiti energetskim projektima zajednice i odustati od njih u bilo kojem trenutku bez gubitka pristupa mreži koju vodi inicijativa ili svojih potrošačkih prava. Potrebno je omogućiti pristup energetskoj zajednici svakodnevnih građana pod poštenim i financijski primjerenim uvjetima.

Sve vrste subjekata trebale bi se moći pridružiti energetskim zajednicama građana. Međutim,

samo oni dioničari ili članovi energetske zajednice koji nisu uključeni u opsežne komercijalne aktivnosti i kojima energetska sektor nije primarna gospodarska djelatnost trebali bi imati ovlasti za donošenje odluka. Energetske zajednice stanovnika smatraju se vrstom suradnje među lokalnim sudionicima ili stanovnicima koja se mora priznati i zaštititi prema pravu Unije. Ostale građanske inicijative, poput onih koje proizlaze iz privatnopravnih ugovora, nisu zabranjene ograničenjima energetske zajednice građana. Državama članicama trebala bi biti dostupna sposobnost da se osigura da energetske zajednice građana budu subjekti bilo koje vrste, poput udruga, zadruga, partnerstava, neprofitnih organizacija ili malih ili srednjih poduzeća.

### **Direktiva o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora (2018/2001)**

Države članice osiguravaju da krajnji korisnici imaju pravo sudjelovati u zajednici obnovljivih izvora energije uz pridržavanje prava ili obveza koje imaju kao krajnji korisnici te da ne podliježu proizvoljnim ili diskriminirajućim uvjetima ili postupcima koji bi onemogućili sudjelovanje u zajednici obnovljivih izvora energije. U slučaju privatnih tvrtki, pod uvjetom da njihovo sudjelovanje nije primarna djelatnost. Osigurava se da zajednice obnovljivih izvora energije ostvaruju pravo na:

- proizvodnju, potrošnju, skladištenje i prodaju električne energije putem ugovora o kupnji obnovljive energije
- razmjenjivanje, unutar zajednice, obnovljive energije koja je proizvedena unutar te zajednice u skladu s drugim zahtjevima direktive te zadržavajući prava i obveze članova kao korisnika
- pristupanje tržištu energije direktno ili putem agregacije na nepristran i pravičan način

Države članice su zadužene da sprovedu procjenu postojećih prepreka na koje nailaze zajednice u razvoju. Također, proučava se potencijal za razvoj zajednica u cilju uspostave poticajnog okvira za promicanje i olakšavanje razvoja. Osigurava se sljedeće:

- uklanjanje neosnovanih regulacija i birokratskih prepreka,
- primjenjuju se odredbe relevantne za aktivnosti u kojima sudjeluju,

- odgovorni operator distribucijskog sustava surađuje sa zajednicama radi olakšavanja prijenosa energije unutar zajednice,
- postupa se pravednim i transparentnim postupcima bez diskriminacije,
- dostupno je svim potrošačima bez financijske diskriminacije,
- ponuđeni su alati za lakše osnivanje i planiranje,
- regulatorna potpora komunalnim poduzećima,
- te potpora za izgradnju proizvodnih jedinica.

Države članice moraju biti slobodne za sudjelovanje izvan granica države.

### **Direktiva 2009/28/EZ**

Ukratko iz preambule Direktive 2009/28/EZ Europskog parlamenta i Vijeća o promicanju uporabe energije iz obnovljivih izvora (Direktiva EU-a o energiji iz obnovljivih izvora):

- Proizvodnja energije iz obnovljivih izvora često ovisi o lokalnim ili regionalnim malim i srednjim poduzećima. Mogućnosti za rast i otvaranje novih radnih mjesta koje donose ulaganja u regionalnu i lokalnu proizvodnju energije iz obnovljivih izvora u državama članicama i njihovim regijama veoma su važne.
- Pri davanju prednosti razvoju tržišta za obnovljive izvore energije potrebno je uzeti u obzir pozitivan utjecaj na regionalni i lokalni razvoj, izvozne mogućnosti, socijalnu koheziju te mogućnosti zapošljavanja, ponajprije kad je riječ o malim i srednjim poduzećima i nezavisnim proizvođačima energije.
- Pomak prema decentraliziranoj proizvodnji energije ima više prednosti, uključujući i iskorištavanje lokalnih izvora energije, veću lokalnu sigurnost opskrbe energijom, kraće prijevozne putove i smanjeni gubitak energije pri prijenosu.
- Kako bi potaknuli doprinos pojedinaca ispunjavanju ciljeva postavljenih ovom Direktivom,



odgovarajuća tijela trebaju razmisliti o mogućnosti uvođenja jednostavne obavijesti nadležnome tijelu umjesto zahtijevanja dozvole pri postavljanju manje decentraliziranih uređaja za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora.

## **9.2 Utjecaj donesenih zakona u Hrvatskoj**

Uz direktive iz potonjeg potpoglavlja, zakoni i pravilnici koji utječu na energetske zajednice u Hrvatskoj su Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (NN 138/21), Zakon o tržištu električne energije (NN 111/2021) i Pravilnik o dozvolama za obavljanje energetske djelatnosti i vođenju registra izdanih i oduzetih dozvola za obavljanje energetske djelatnosti (NN 44/2022). Od donošenja navedenih pravila i zakona, energetske zajednice su dobile mogućnost za osnivanje u Republici Hrvatskoj. U svrhu zajedničkog djelovanja građana, poduzetnika i drugih pravnih tijela mogu se osnivati energetske zajednice radi poticanja zajedničke proizvodnje i potrošnje u blizini mjesta proizvodne jedinice te razmjena proizvedene energije među članovima. Misija formiranja energetske zajednice je postizanje energetske neovisnosti, snižavanje i stabiliziranje cijene energenata. Također, dijeljenjem energije postiže se veća energetska učinkovitost.

Zakonom o tržištu električne energije omogućeno je zajedničko djelovanje građana, poduzetnika i drugih pravnih tijela u svrhu obavljanja energetske djelatnosti u obliku zajednice. Pravilnikom o dozvolama za obavljanje energetske djelatnosti i vođenju registra izdanih i oduzetih dozvola za obavljanje energetske djelatnosti dan je postupak i pravila po kojima se energetske zajednice mogu formirati. Donošenjem članka 26. Zakona o tržištu električne energije propisano je da se subjekti mogu ujediniti kako bi zajednički proizvodili i razmjenjivali energiju. Sama energetska zajednica se identificira kao pravna osoba koja djeluje na području Hrvatske. Vlasnici dionica zajednice ili članovi se dobrovoljno uključuju kako bi pozitivno djelovali na razvoj zajednice. Kako bi se bolje iskoristio potencijal za proizvodnju i zajedničku potrošnju proizvedene energije (razmjenu), pravilo dopušta građanima da surađuju s tijelima kojima upravlja javno pravo, kao što su gradovi, općine, institucije ili komunalna poduzeća. Predviđene aktivnosti energetske zajednice

su, između ostalog, proizvodnja iz obnovljivih izvora, opskrba električnom energijom, upravljanje potrošnjom, okupljanje članova, skladištenje energije, poboljšanje energetske učinkovitosti te punjenje električnih vozila proizvedenom energijom i ostalo.

Ključno je istaknuti činjenicu da su energetske zajednice izgrađene na otvorenom, dobrovoljnom sudjelovanju i da je njihov glavni cilj dobrobit svojih članova na društvenoj, ekonomskoj ili ekološkoj razini, a ne stvaranje profita. Zakonodavac potonju svrhu osnivanja energetske zajednice nastoji ostvariti prisilom na način da se računovodstvo zajednice mora voditi principima neprofitnih organizacija, čime je, odabir pravnog oblika zajednice u Hrvatskoj ograničen na udruge, neprofitne zadruge, zaklade i fondacije, vjerske organizacije, ustanove, udruženja udruga ili političke stranke. Sve te organizacije imaju ograničenu mogućnost gospodarskog djelovanja, a postoje i ograničenja vezana uz investicije koje takve pravne osobe ukoliko postanu energetske zajednice mogu provoditi. Ovdje se hrvatsko zakonodavstvo razlikuje od načela Direktive (EU) 2019/944, koja izričito priznaje trgovačko društvo kao legitimnog člana energetskog sektora [?].

Dodatno ograničenje u zakonu koje usporava osnivanje i razvoj energetske zajednice je taj da obračunsko mjerno mjesto svakog sudionika zajednice mora biti na istoj niskonaponskoj transformatorskoj stanici. Tako su energetske zajednice ograničene geografski na jedinicu lokalne samouprave, a u nekim slučajevima i na jednu ulicu ili zgradu te na otocima čija se mreža sastoji od mnoštva niskonaponskih transformatora s malim brojem priključaka. Time se smanjuje broj potencijalnih članova zajednice i moguća korist koja bi se ostvarila. Također, ukupna priključna snaga koju zajednica predaje u mrežu na mjestu priključka ne smije biti veća od 80% ukupne snage preuzimanja iz mreže. Time se ograničava zajednica da optimalno planira proizvodnju energije i omogući bolje uvjete i svoj položaj na tržištu električne energije. Jedino ograničenje koje je potrebno je ograničenje s tehničkim uvjetima mreže na mjestu priključka zajednice. Tako bi se iskoristio potpun potencijal lokalnih obnovljivih izvora energije kao što su krovovi stambenih objekata te krovovi firmi za fotonaponske panele.

## **10 Socijalna i politička strana energetske zajednice**

### **10.1 Očekivanja energetske zajednice**

Energetske zajednice zahtijevaju suradnju između pojedinaca, poduzeća i organizacija kako bi uspjele. Od članova energetske zajednice očekuje se da rade zajedno prema zajedničkom cilju stvaranja održivijeg energetske sustava. Očekuje se da energetske zajednice daju prioritet održivosti i korištenju obnovljivih izvora energije. Članovi se potiču da usvoje prakse koje smanjuju njihov ugljični otisak i doprinose održivoj budućnosti. Energetske zajednice često zahtijevaju usvajanje novih tehnologija i praksi. Od članova se očekuje da budu otvoreni za nove ideje i voljni eksperimentirati s inovativnim rješenjima za energetske izazove. Energetske zajednice često rade na transparentan način, a članovi dijele informacije o svojoj potrošnji energije, proizvodnji i troškovima. Ova je transparentnost ključna za izgradnju povjerenja i osiguravanje da svatko pošteno doprinosi zajednici. Očekuje se da energetske zajednice imaju pozitivan društveni utjecaj na svoje članove i širu zajednicu. To uključuje pružanje pristupa pristupačnoj i održivoj energiji, potporu lokalnim poduzećima i promicanje socijalne jednakosti i uključenosti [?].

### **10.2 Socijalna strategija**

Stvaranje strategije za privlačenje investitora, građenje odnosa u zajednici i uspješna komunikacija koraci su u razvoju društvene strategije u energetske sektoru. Prije svega, treba definirati koji su ključni sudionici koje treba privući, a za početak su to sami građani te kasnije investitori ako je potrebno. Zatim se mora postaviti jasan cilj s obzirom na želje sudionika te utvrditi jesu li svi fokusirani na isti cilj. Da bi se sagradili dobri odnosi u zajednici, svi sudionici moraju biti uključeni u rasprave, energetske i poslovne te se jasno treba odgovoriti na primjedbe i upite.

Da bi se privukli građani i kreiralo čim više zajednica potrebno je organizirati edukacije i probuđivati svijest sudionika tj. građana. Za uključivanje građana u energetske zajednice potrebno ih je educirati o održivom korištenju energije i njezinim prednostima. To se može učiniti kroz

radionice, seminare i kampanje podizanja svijesti. Cilj je stvoriti svijest kod građana o važnosti održivog korištenja energije i kako ona može pomoći u smanjenju emisije ugljika. Zatim, pružanjem poticaja građanima koji sudjeluju u energetske zajednici može se potaknuti više ljudi u sudjelovanje. Na primjer, nuđenje popusta na račune za struju ili davanje poreznih olakšica onima koji ulažu u obnovljive izvore energije može potaknuti građane na sudjelovanje u zajednici.

Dodatnu motivaciju mogu probuditi zajednički projekti građana i aktivno sudjelovanje s lokalnim poduzetnicima. Građani u energetske zajednici mogu se uključiti u projekte zajednice koji promiču održivo korištenje energije. Ove inicijative mogu uključivati postavljanje fotonaponskih panela na stambene strukture zajednice, uspostavljanje zajedničkog vrta ili pokretanje programa kompostiranja. Inicijative se mogu stvoriti kako bi potaknule suradnju zajednice u potrazi za zajedničkim ciljem. Građani mogu biti aktivnije uključeni u energetske zajednicu suradnjom s tvrtkama, organizacijama i zajednicama u susjedstvu. Ova suradnja može dati resurse, potaknuti prilike za sudjelovanje građana i podići svijest o energetske zajednici.

Uključivanje stanovnika u energetske zajednicu zahtijeva učinkovitu komunikaciju. To uključuje informiranje stanovnika o razvoju zajednice, davanje novosti o projektima i traženje njihovih mišljenja i prijedloga.

Za dodatnu promociju energetske zajednice bi bilo korisno aktivirati društvene mreže. Utjecajne društvene mreže na kojima većina ljudi provodi dobar dio svog vremena mogu pozitivno utjecati na razvoj energetske zajednice. Sadržaj treba biti relevantan, zanimljiv i provjeren. Takva strategija se prati pomoću analitičkih alata koji daju procjenu uspješnosti te se strategija po potrebi modificira i rezultati se poboljšavaju.

### **10.3 Uloga institucija**

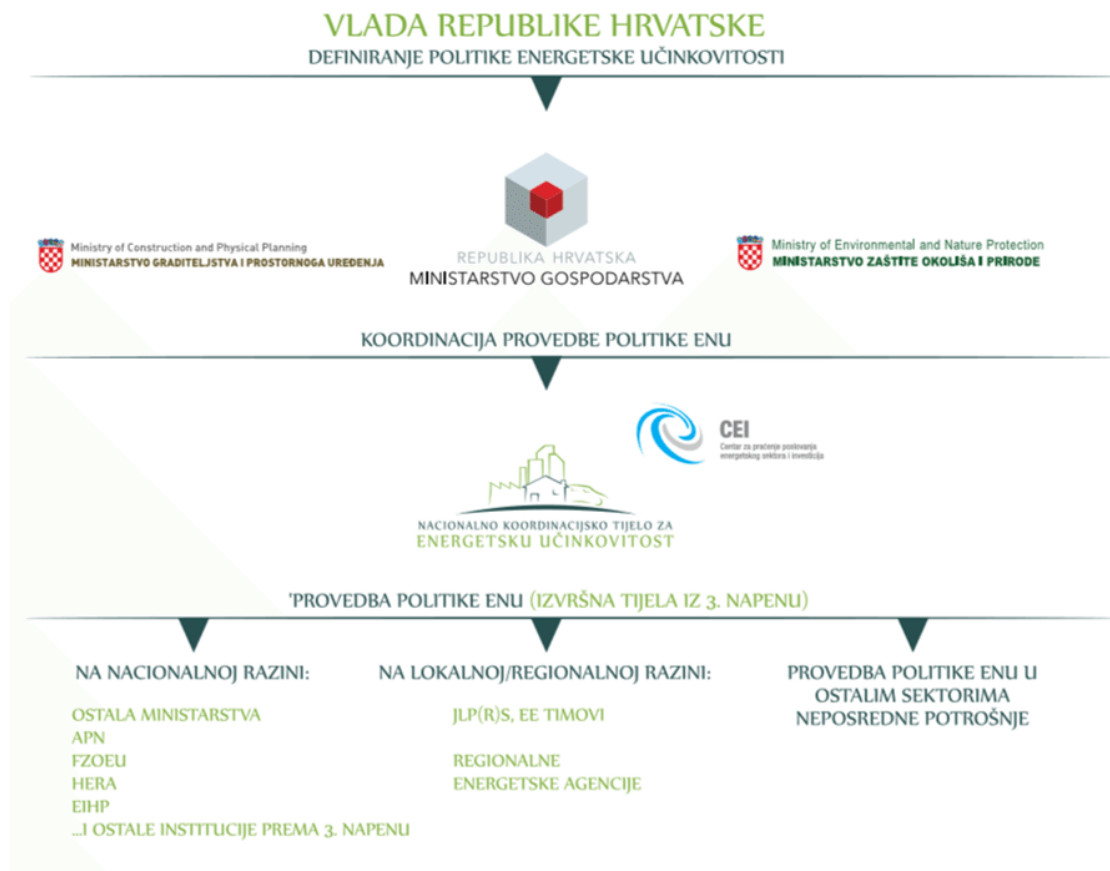
Mnoge nacionalne i europske politike održivosti pozivaju na konvergenciju uloga građana u energetske sustavu prema statusu prosumera ili prema kolektivnom izvoru obnovljive energije. Da bi se utjecalo na optimizaciju proizvodnje i potrošnje promovira se tranzicija zajednice prema

zajednici s kolektivnim unutarnjim izvorom energije. Među najrelevantnijim akcijama koje su promovirane na europskoj razini da bi uredile mehanizam upravljanja i nadzora su Europski zeleni plan i Agenda za održivi razvoj do 2030. Institucije koje utječu na razvoj energetike u Hrvatskoj i rješavaju energetska pitanja su:

- Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, MZOIE - zaduženi su za utvrđivanje nacionalne energetske politike, politike energetske učinkovitosti, akcijskih planova i provođenje nacionalnih zakona o energetske učinkovitosti. Odgovorni za implementiranje legislativa Europske Unije vezane za energetske učinkovitost. U skladu sa Strategijom održivog razvoja Republike Hrvatske, zadužena je i za zaštitu i očuvanje okoliša.
- Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja, MGIPU - najznačajnija strana uključena u razvoj zakona i propisa koji rezultiraju smanjenjem emisije CO<sub>2</sub>, uštedom energije u graditeljstvu i povoljnim posljedicama povećane građevinske aktivnosti.
- Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, MMPI - zaduženo za nacionalnu energetske politiku, akcijske planove i strategiju koje pokrivaju područja pomorstva, prometa i infrastrukture.
- Nacionalno koordinacijsko tijelo za energetske učinkovitost, NKT - odgovorni su u Centru za praćenje poslovanja i ulaganja u energetiku. Organizacija je zadužena za organiziranje, koordinaciju i provođenje politike energetske učinkovitosti. NKT je dio nacionalne agencije za energetske učinkovitost i ima podatke o svim inicijativama vezanim uz energetske učinkovitost u Hrvatskoj kao i bazu podataka o stvarnim uštedama.
- Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost (FZOEU) - služi kao glavno središte za prikupljanje i raspodjelu izvanproračunskog novca za programe i inicijative usmjerene na očuvanje okoliša, prirodnog svijeta te promicanje energetske učinkovitosti i korištenja obnovljivih izvora energije. Djelatnosti Fonda obuhvaćaju one koje se odnose na financiranje planiranja, provedbe i razvoja projekata i programa te srodnih projekata i programa u područjima zaštite okoliša, unapređenja i održivosti te energetske učinkovitosti i korištenja

obnovljivih izvora energije.

- Agencija za pravni promet i posredovanje nekretninama (APN) - zadužena za provedbu Programa sustavnog gospodarenja energijom zgrada u vlasništvu ministarstava, gradova ili županija i Programa energetske obnove javnih zgrada usmjerenih na smanjenje troškova energije i vode.
- Energetski institut Hrvoje Požar, EIHP - glavna područja fokusa instituta su energetske strateško planiranje, razvoj električnih, plinskih, naftnih i toplinskih sustava, tržišne aktivnosti, razvoj zakonodavnog okvira, restrukturiranje energetike, energetski pregledi i certificiranje postrojenja, kao i stvaranje energetskih bilanci i statistike.
- Hrvatska energetska regulatorna agencija (HERA) - samoupravna, samostalna, neprofitna pravna osoba s ovlastima nadzora energetskih djelatnosti. Republika Hrvatska je osnivač HERA-e, a Vlada Republike Hrvatske ima osnivačke ovlasti. Hrvatski sabor primarni je klijent HERA-e [17].



Slika 27 Institucije za provođenje energetske politike u Hrvatskoj

## Europski zeleni plan

Europski zeleni plan sveobuhvatan je plan transformacije gospodarstva u održiv, klimatski neutralan model do 2050. Temelji se na tri glavna stupa: dekarbonizaciji, zaštiti biološke raznolikosti i kružnom gospodarstvu. Cilj EU-a je smanjiti emisije stakleničkih plinova za najmanje 55% do 2030. u usporedbi s razinama iz 1990. godine. Stvorit će nove prilike za otvaranje radnih mjesta, inovacije i ulaganja u zelene tehnologije i infrastrukturu. EU će blisko surađivati s državama članicama, poduzećima i civilnim društvom kako bi osigurala transparentnu provedbu.

Također, Europski zeleni plan uključuje odredbe za razvoj energetske zajednice. EU planira

podržati razvoj energetske zajednice osiguravanjem financijskih sredstava, tehničke pomoći i regulatorne potpore u slučaju komplikacija. Energetske zajednice će se poticati da razvijaju lokalne projekte obnovljive energije te da dijele svoj višak energije. EU također planira stvoriti regulatorni okvir koji će omogućiti energetskim zajednicama da prodaju svoj višak energije u mrežu, olakšavajući im da postanu financijski samoodrživi. Općenito, EU prepoznaje važnost energetske zajednice u postizanju održive budućnosti s niskim udjelom ugljika i ima za cilj podržati njihov razvoj različitim sredstvima.

### **Agenda za održivi razvoj do 2030.**

Agenda za održivi razvoj do 2030. je plan koji su izradili Ujedinjeni narodi za postizanje održivog razvoja do 2030. kroz 17 ciljeva održivog razvoja (Sustainable Development Goals SDG) i 169 ciljeva. Ciljevi održivog razvoja pokrivaju širok raspon pitanja, uključujući siromaštvo, glad, zdravlje, obrazovanje, ravnopravnost spolova, čistu vodu i sanitarne uvjete, obnovljivu energiju, gospodarski rast i zaštitu okoliša. Prioritet im je partnerstvo, održiva potrošnja i proizvodnja te zahtijevaju dovoljno financiranja, prijenos tehnologije i izgradnju kapaciteta za postizanje svojih ciljeva. Ciljevi održivog razvoja prate se i pregledavaju putem skupa pokazatelja i globalnog okvira za praćenje i pregled kako bi se osigurala odgovornost i napredak prema ciljevima.

Bitni ciljevi u Agendi za održivi razvoj do 2030. za energetske zajednice su SDG 7 i SDG 11. Ti ciljevi postavljaju viziju kroz koju zajednice mijenjaju svoju organizaciju i veze da bi postale sinergični i održivi sustavi.

- **SDG 7: Dostupna i čista energija**

Općenito: Cilj SDG 7 je osigurati pristup pristupačnoj, pouzdanoj, održivoj i modernoj energiji za sve do 2030. Naglašava potrebu za značajnim povećanjem udjela obnovljive energije u globalnoj mješavini energije i udvostručenjem stope poboljšanja energetske učinkovitosti do 2030. Također nastoji promicati pristup modernim energetskim uslugama i energetski čistim objektima za kuhanje u zemljama u razvoju te naglašava potrebu za poboljšanom



međunarodnom suradnjom, političkim i regulatornim okvirima te ulaganjima u energetska infrastrukturu kako bi se postigao cilj.

O energetska zajednicama: SDG 7 prepoznaje važnost decentraliziranih energetska sustava utemeljenih na zajednici, uključujući energetska zadruge i projekte obnovljive energije u vlasništvu zajednice, u povećanju pristupa održivoj energiji i promicanju lokalnog razvoja. Cilj SDG-a poziva na veća ulaganja u obnovljivu energiju i energetska učinkovitost, uključujući kroz inovativne mehanizme financiranja i partnerstva, kako bi se povećao pristup održivoj energiji. Također naglašava važnost promicanja pristupa energiji i održivosti na način koji je pravedan, osiguravajući da ranjivo i marginalizirano stanovništvo ima pristup održivim energetska rješenjima.

- SDG 11: Održivi gradovi i zajednice

Općenito: Cilj SDG 11 je do 2030. uključiti gradove i ljudska naselja i učiniti ih sigurnima, otpornima i održivima. Poziva na pružanje pristupačnog i održivog stanovanja, prijevoza i infrastrukture, kao i na zaštitu mjesta kulturne i prirodne baštine. Cilj SDG-a je smanjiti negativne utjecaje urbanizacije na kvalitetu zraka, upravljanje otpadom i klimatska promjena. Naglašava potrebu za participativnim, integriranim i održivim urbanim planiranjem i upravljanjem, uz uključivanje svih dionika. Postizanje cilja održivog razvoja 11 ključno je za promicanje održivog razvoja, smanjenje siromaštva i nejednakosti te rješavanje problema klimatska promjena i degradacije okoliša.

O energetska zajednicama: SDG 11 naglašava potrebu za održivim urbanim planiranjem i upravljanjem, uz uključivanje svih dionika, uključujući zajednice. SDG poziva na pružanje pristupačnog i održivog stanovanja, prijevoza i infrastrukture, što se može olakšati korištenjem sustava obnovljive energije u zajednici. Također nastoji smanjiti negativne utjecaje urbanizacije na kvalitetu zraka, upravljanje otpadom i klimatska promjena, što se može riješiti promicanjem decentraliziranih energetska sustava utemeljenih na zajednici. Na taj način energetska zajednice mogu pridonijeti postizanju ciljeva SDG 11 i promicanju održivi-

vih gradova i zajednica.

Ciljevi Agende 2030. su detaljno objašnjeni s konkretnim potezima koji vode zajednice u energetske tranzicije, pomažući im eksperimentirati s inovativnim izvorima i mehanizmima koji će ih dovesti do pune definicije integriranog sustava kojem je cilj kvaliteta energetske sustava i ljudskog života.

### **Europska oznaka izvrsnosti u upravljanju**

Da bi se podržao nadzor i upravljanje, Europska oznaka izvrsnosti u upravljanju (European Label of Governance Excellence ELoGE) postavila je 12 načela koja obuhvaćaju različite socio-ekonomske razine zajednice. Ova načela se mogu prenijeti i na definiranje nadzora energetske zajednice:

1. Sudjelovanje, zastupljenost, pošteno provođenje izbora
2. Protudjelovanje
3. Efikasnost i efektivnost
4. Otvorenost i transparentnost
5. Vladavina zakona
6. Etičko ponašanje
7. Kompetentnost i sposobnost
8. Inovacija i promjena smjera
9. Održivost i okrenutost dugoročnim rješenjima
10. Dobro financijsko upravljanje
11. Ljudska prava, kulturalna raznolikost i društvena kohezija
12. Odgovornost

U svjetlu dekarbonizacije koju Europa očekuje do 2050., nova ponašanja pojedinaca, obitelji, udruga, poslovanja i netehnološka ponašanja otvaraju zajednicu novim prilikama za socio-ekonomski i ekološki oporavak, potičući veliku cjelokupnu revoluciju u nastojanju da se značajno promijeni našu potrošnju, način života i način ishrane u sljedećem desetljeću, krećući se prema klimatskoj neutralnosti [3].

# 11 Planiranje energetske zajednice

## 11.1 Osnivanje energetske zajednice

U Hrvatskoj energetska zajednica koja se sastoji od pojedinaca, poduzeća i državnih tijela, prvo mora uspostaviti svoju pravnu osobnost, koja obično ima oblik zadruge, organizacije ili udruge. Nakon toga, ta pravna osoba dužna je podnijeti zahtjev za izdavanje dozvole za obavljanje energetske djelatnosti prije početka rada i nastojanja za koje je osnovana. Energetska zajednica najčešće se osniva kao zadruga ili udruga. U slučaju udruge, potrebno je najmanje tri osnivača, dok je za zadrugu potrebno najmanje sedam osnivača. Zainteresirani članovi moraju se okupiti i izraziti svoju namjeru osnivanja zajednice, te jasno definirati svrhu i ciljeve osnivanja. Energetska zadruga je najčešći tip energetske zajednice te će se potanje objasniti osnivanje zadruge. Administrativni koraci osnivanja zadruge u Hrvatskoj:

1. Osnivačka skupština
2. Pravila zadruge
3. Ovjeravanje dokumentacije kod javnog bilježnika
4. Uplata članskih uloga
5. Prijava u registar trgovačkog suda
6. Izrada pečata
7. Prijava u registar poslovnih subjekata
8. Državnog zavoda za statistiku
9. Otvaranje poslovnog računa u banci
10. Prijava u evidenciju zadruga i zadružnih saveza Hrvatskog saveza zadruga

## 11.2 Sudjelovanje na tržištu električne energije

Za prodaju električne energije potrebno je poznavati načine funkcioniranja tržišta električne energije. Kada se planira prodaja električne energije, bilo to postrojenje koje koristi biomasu za proizvodnju energije koje se spaja na srednjenaponsku mrežu ili krovna fotonaponska elektrana koja se spaja na niskonaponsku mrežu, odgovorni distributer će biti HEP-ODS (HEP - Operater distribucijskog sustava). Njegove lokalne distribucije Elektra Zagreb, Elektroprimorje Rijeka ili Elektroslavonija Osijek su nadležne za priključivanje elektrane te za sva pitanja. Naravno, odgovorne distribucije imaju svoje uvjete po kojima se izvode priključci te ostale uvjete koji se trebaju zadovoljiti što se odnosi na uvjete rada elektrane, vrstu brojila te sigurnosne postavke i opremu. Uz zadovoljene uvjete, potrebno je sklopiti ugovor kao proizvođač električne energije koji prodaje električnu energiju. Odgovorna institucija kod sklapanja takvih ugovora u Hrvatskoj je HROTE (Hrvatski operater tržišta električne energije). HROTE je odgovoran za isplatu isporučene električne energije u mrežu. Kod proizvodnje energije iz obnovljivih izvora, moguće je postati povlaštenu proizvođač i time preteći konkurenciju HEP Proizvodnja koja ima vrlo niske cijene otkupa električne energije. Energiju proizvedenu od strane povlaštenog proizvođača obavezno je otkupiti u trenutku puštanja u mrežu. Nadležna institucija za dobivanje prava povlaštenog proizvođača je HERA (Hrvatska energetska regulatorna agencija) koja nadzire tržište električne energije u Hrvatskoj. No, čak i uz prava povlaštenog proizvođača, teško se postaje konkurentan HEP-u te je potrebno usvojiti i povlaštene cijene otkupa. Kao proizvođaču iz ugrožene skupine nudi se ugovor po povlaštenoj cijeni koja je veća od tržišne i koja jamči da će se vaša investicija isplatiti.

## 11.3 Gradnja elektrane

Nakon što se zadovolje uvjeti institucija za povlaštenog vlasnika može se krenuti u planiranje izgradnje elektrane. Najčešća elektrana u vlasništvu građana je fotonaponska elektrana te će se ona potanje obraditi. Kod izgradnje fotonaponske elektrane prvi korak je provjera isplativosti te je potrebno odrediti potrošnju kućanstva da bi se vidjela količina snage u kWh te uzeti u obzir

planove potrošnje u budućnosti. U tom koraku je poželjno osloniti se na stručnjake koji su dostupni u zadrugama ili drugdje. Ako je godišnja potrošnja veća od 5000 kWh, po trenutnim cijenama električne energije i opreme, investicija se u svakom slučaju isplati. No, i u drugom slučaju je tu ekološka korist. Nadalje, određivanje snage elektrane za čiji izračun je potrebno znati koliko se, ovisno o lokaciji i poziciji elektrane, može dobiti električne energije od 1 kW instalirane snage fotonaponskog panela te možemo dobiti potrebnu snagu jednostavnom jednadžbom:

$$\frac{\text{godišnja potrošnja}}{\text{godišnje proizvedena energija}}$$

Sljedeći korak je izrada projekta fotonaponske elektrane za koji je potreban ovlaštenu projektant radi odgovornosti priključka na elektroenergetsku mrežu. Uz izrađen projekt i suglasnosti svih potrebnih institucija, poželjno je tražiti sufinanciranje od Fonda za zaštitu okoliša u iznosima od 80% za područja posebne državne skrbi, 60% za otoke te 40% za ostale dijelove. Također, u slučaju ugovora s Fondom za zaštitu okoliša nije potrebno angažirati tvrtku za stručni nadzor. Proces pripreme preporučljivo je početi tri mjeseca prije proljeća koje je idealno vrijeme za izgradnju [20].

## 12 Simulacija: Izvedivost energetske zajednice

Simulacija će se izvesti pomoću programa HOMER Pro. HOMER Pro je softverski program koji se koristi za analizu i optimizaciju hibridnih sustava obnovljive energije. Razvio ga je HOMER Energy LLC i naširoko ga koriste energetske stručnjaci, istraživači i inženjeri diljem svijeta. HOMER je kratica za eng. *Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources*.

### 12.1 Ekonomija elektrana

Ukupna neto sadašnja vrijednost tj. NSV ili neto sadašnji trošak tj. NST (eng. *NPV - Neto Present Value ili NPC - Neto Present Cost*) sustava sadašnja je vrijednost svih troškova koje sustav ima tijekom svog životnog vijeka, umanjena za sadašnju vrijednost svih prihoda koje zaradi tijekom svog životnog vijeka. Troškovi uključuju kapitalne troškove, troškove zamjene, troškove rada i održavanja, troškove goriva, kazne za emisije i troškove kupnje električne energije iz mreže. Prihodi uključuju povratnu vrijednost i prihod od prodaje mreže.

Kapitalni izdaci (eng. *CAPEX - Capital Expenditure*) odnose se na početna ulaganja ili izdatke potrebne za stjecanje, izgradnju ili nadogradnju fizičke imovine kao što su zgrade, oprema, strojevi ili infrastruktura. CAPEX predstavlja početne troškove nastale na početku projekta ili ulaganja. CAPEX je važan faktor u financijskom planiranju i proračunu budući da predstavlja značajan izdatak sredstava na početku projekta. Procjena i upravljanje CAPEX-om ključni su za osiguravanje dostupnosti potrebnih resursa za uspješno pokretanje i dovršetak ulaganja.

Ukratko, NPC je financijska metrika koja se koristi za procjenu profitabilnosti ulaganja uzimajući u obzir sadašnju vrijednost budućih novčanih tokova, dok CAPEX predstavlja početno ulaganje potrebno za stjecanje i postavljanje potrebne imovine ili infrastrukturu za projekt.

LCOE je kratica za eng. *Levelized Cost of Electricity*, a u hrvatskom se prevodi kao Nive-lirana cijena električne energije. To je metrika koja se koristi za procjenu troškova proizvodnje električne energije iz određenog izvora ili projekta tijekom njegovog životnog vijeka. LCOE pruža

standardizirani način za usporedbu troškova različitih tehnologija proizvodnje električne energije. Važno je napomenuti da je LCOE pojednostavljena metrika i ne obuhvaća sve aspekte ekonomske izvedivosti projekta proizvodnje električne energije. Čimbenike kao što su utjecaji na okoliš, troškovi integracije u mrežu i politički poticaji također treba uzeti u obzir kada se procjenjuju ukupne koristi i troškovi određene tehnologije ili projekta za proizvodnju električne energije.

## 12.2 Simulacija zajednice s industrijom i kućanstvima

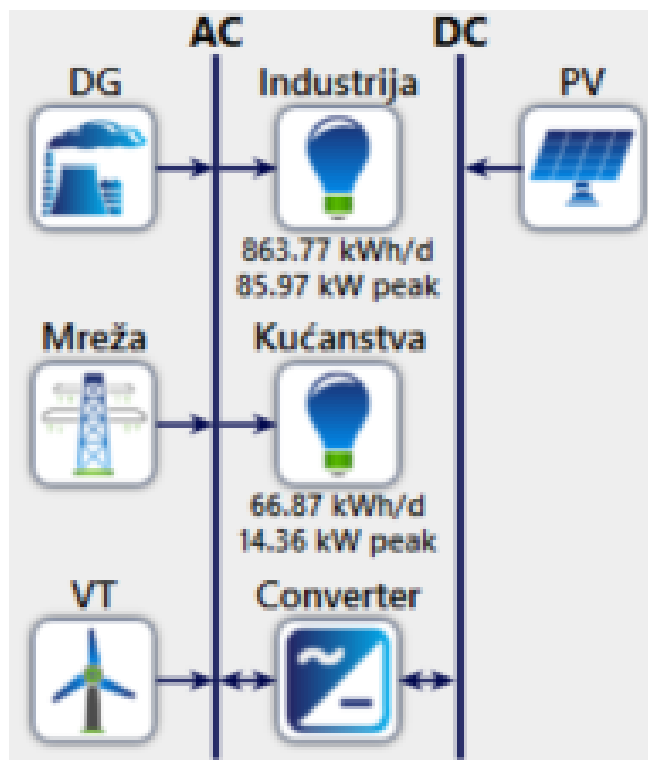
Shema energetske zajednice koja se sastoji od opterećenja industrijskog postrojenja i kućanstava te proizvodnih jedinica: fotonaponskih panela, vjetroturbine i dizel generatora prikazana je na slici 28. Također, energetska zajednica je povezana na elektroenergetsku mrežu. Opterećenje industrije je u prosjeku 863.77 kWh/dan, a kućanstava 66.87 kWh/dan. Fotonaponski paneli su snage 330 W, vjetroturbina 3.3 kW, dizel generator 1.5 kW te konverter kapaciteta 400 kW, optimalnu količinu proizvodnih jedinica za dano opterećenje odredit će program HOMER. U Tablici 1 prikazano je koji su troškovi pojedinih komponenata na temelju kojih su proračunati troškovi sustava i isplativost.

Tablica 1 Troškovi pojedinih komponenata

Komponenta	Kapital [€]	Zamjena [€]	O&M [€/god.]	Gorivo [€/L]
Kontroler	100	100	10	0
Solarni paneli	150	50	5	0
Konverter	4,000	4,000	40	0
Vjetroturbina	12,000	8,000	20	0
Dizel generator	1,000	400	20	1.5

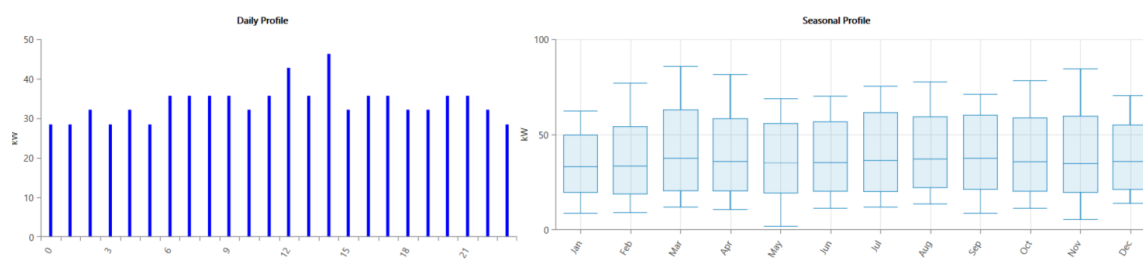
Slika 28 prikazuje potpunu zadanu shemu postrojenja na temelju koje je program HOMER radio proračune i u konačnici odredio idealni sustav za takvo opterećenje, lokaciju i danu opremu. Programu je zadano da odredi idealni sustav s obzirom na cijenu.





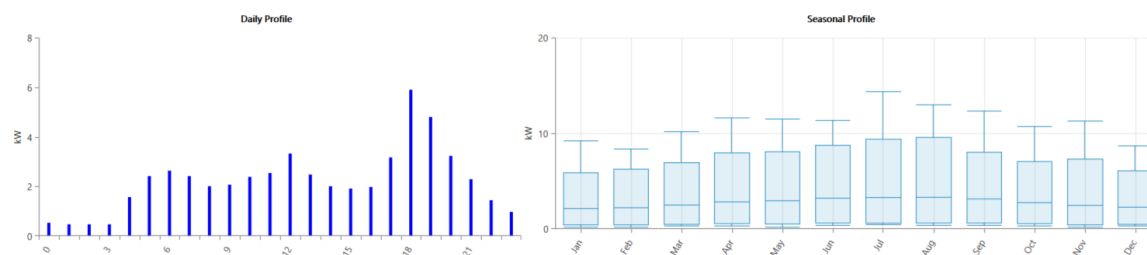
Slika 28 Shema postrojenja

Slika 29 prikazuje dnevno i sezonsko opterećenje industrije.



Slika 29 Grafički prikaz opterećenja industrije

Slika 30 prikazuje dnevno i sezonsko opterećenje kućanstava.



Slika 30 Grafički prikaz opterećenja kućanstava

Zadane varijable:

- Ekonomske
  - Životni vijek projekta: 50 godina
  - Očekivana inflacija: 2 %
- Ograničenja
  - Bez minimuma za korištenje obnovljivih izvora
  - Bez maksimuma za korištenje mreže
- Financijske stope
  - Prodajna cijena energije iz mreže 0.25 €/kWh
  - Otkupna cijena energije predane u mrežu 0.07 €/kWh
- Lokacija: Rijeka

Za bazni sustav zadano je da opterećenje koristi energiju samo iz mreže te koristi kontroler koji prati opterećenje. Strategija praćenja opterećenja je strategija dispečiranja pri kojoj se proizvodi dovoljno snage da zadovolji samo primarno opterećenje. Ciljevi nižeg prioriteta kao što je punjenje skladišta ili opsluživanje odgođenog opterećenja prepušteni su obnovljivim izvorima energije.



## Kontroler - praćenje opterećenja



## Mreža

Slika 31 Zadani bazni sustav

Troškovi koje prikazuje Tablica 2 su troškovi elektroenergetskog sustava kada se koristi bazni sustav, a Tablica 3 prikazuje stakleničke plinove koji su emitirani u jednoj godini u slučaju baznog sustava.

Tablica 2 Troškovi komponenata za bazni sustav

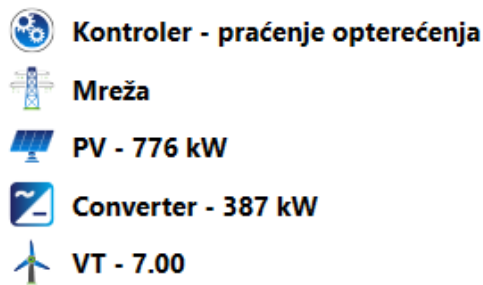
Komponenta	Kapital [€]	Zamjena [€]	O&M [€/god.]	Gorivo [€/L]	Ukupno [€]
Kontroler	100.00	23.96	160.24	0.00	284.20
Mreža	0.00	0.00	1,360,896.86	0.00	1,360,896.86
Sustav	100.00	23.96	1,360,967.11	0.00	1,361,091.06

Tablica 3 prikazuje emisije stakleničkih plinova u slučaju baznog sustava.

Tablica 3 Emisije baznog sustava

Ugljični dioksid	214,680 kg/god.
Ugljični monoksid	0 kg/god.
Sumporov dioksid	931 kg/god.
Dušikovi oksidi	455 kg/god.

Izračunati idealni sustav na temelju danih opterećenja, opreme i cijena određen u programu HOMER dan je na Slici 32 te detaljni prikaz troškova u Tablici 4.



Slika 32 Proračunati idealni sustav

Tablica 4 Troškovi komponenata za idealni sustav

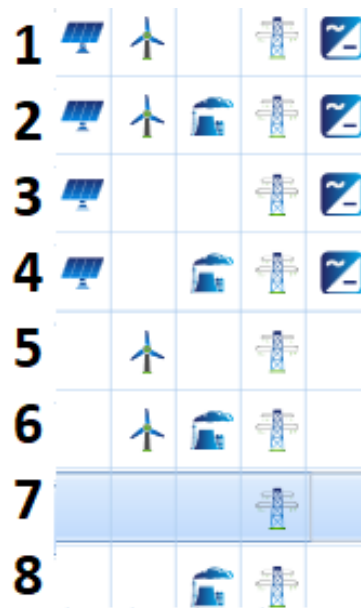
Komponenta	Kapital [€]	Zamjena [€]	O&M [€/god.]	Gorivo [€/L]	Ukupno [€]
Kontroler	100,00	23,96	160,24	0,00	284,20
Mreža	0,00	0,00	167.036,63	0,00	167.036,63
Solarni paneli	352.651,52	28.160,15	188.367,68	0,00	569.179,35
Konverter	3.870,00	2.634,13	620,14	0,00	7.124,27
Vjetroturbina	84.000,00	23.544,95	2.243,42	0,00	109.788,37
Sustav	440.621,52	54.363,19	358.428,11	0,00	853.412,82

Emisije idealnog sustava prikazane su u Tablici 5 koje su i dalje visoke radi prisutnosti emisija iz mreže, ali daleko niže nego kod baznog sustava.

Tablica 5 Emisije idealnog sustava

Ugljični dioksid	95,074 kg/god.
Ugljični monoksid	0 kg/god.
Sumporov dioksid	412 kg/god.
Dušikovi oksidi	202 kg/god.

Kombinacije proizvodnih jedinica s označenim baznim sustavom koje je HOMER ispitao prikazane su na Slici 33.



Slika 33 Ispitane kombinacije proizvodnih jedinica

U Tablici 6 su prikazani rezultati simulacije svih osam kombinacija proizvodnih jedinica, njihove arhitekture i troškovi te postotak korištenja obnovljivih izvora u pojedinom sustavu te u Tablici 7 je prikazani su troškovi po pojedinim proizvodnim jedinicama, koliko je snage proizvodna jedinica proizvela te koliko je snage preuzeto iz mreže i koliko je predano u mrežu.

Tablica 6 Ispitane kombinacije, arhitektura proizvodnih jedinica i generalni troškovi

	PV	VT	DG	Converter	NPC	LCOE	O&M	CAPEX	OIE
	[kW]	[kW]	[kW]	[kW]	[€]	[€/kWh]	[€/god.]	[€]	[%]
1.	775.833	7		387	517,584.6	0.03149	4,802.87	440,621.5	85.33
2.	775.833	7	1.5	387	518,562.8	0.03155	4,801.51	441,621.5	85.33
3.	785.531			387	520,458.8	0.03214	9,949.14	361,029.7	82.97
4.	785.531		1.5	387	521,437	0.03220	9,947.78	362,029.7	82.97
5.		32			1,191,487	0.19498	5,0384.84	384,100	51.33
6.		32	1.5		1,192,465	0.19514	5,0383.48	385,100	51.33
7.					1,361,091	0.25005	8,4932.40	100	0
8.			1.5		1,362,069	0.25023	8,4931.03	1,100	0

Tablica 7 Ispitane kombinacije, korištena snaga proizvodnih jedinica

	Solarni paneli		Vjetroturbina			Mreža	
	CAPEX [€]	Proizvodnja [kWh/god]	Kapital [€]	Proizvodnja [kWh/yr]	O&M [€]	Preuzeto iz mreže [kWh]	Prodano u mrežu [kWh]
1.	352651.5	1000858	84000	42825.68	140	150433.9	686176.6
2.	352651.5	1000858	84000	42825.68	140	150433.9	686176.6
3.	357059.7	1013368				172085.9	670842.1
4.	357059.7	1013368				172085.9	670842.1
5.			384000	195774.5	640	185562.4	41653.34
6.			384000	195774.5	640	185562.4	41653.34
7.						339683.6	0
8.						339683.6	0

Provedena simulacija energetskog sustava s opterećenjem jednakom šest kućanstava i industrije koji se nalaze u gradu Rijeci pokazuje isplativost implementacije obnovljivih izvora te pozitivan utjecaj na okoliš jer je program HOMER bez postavljenih minimalnih ograničenja za korištenje obnovljivih izvora i bez maksimuma za korištenje enerije iz mreže svejedno izabrao da se integriraju fotonaponski paneli i vjetroturbina, a proračunavan je najjeftiniji sustav.

## 13 Zaključak

Energetska tranzicija u Europi nije pokrenuta isključivo radi klimatskih promjena, ponestajanje fosilnih resursa za proizvodnju električne energije i ovisnost o uvozu energenata iz politički nestabilnih područja značajno je pridonijelo potrebi za promjenama. Tako je integracija obnovljivih izvora u elektroenergetski sustav postala primarni cilj svih članica Europske Unije po pitanju energetske politike, a kao jedan od konkretnih načina je osnivanje lokalnih energetske zajednice. Na primjer, postoje velika protivljenja građana kod instalacije vjetroparkova radi narušavanja izgleda zavičaja ili buke, ali kada se građanima ponudi da postanu dionicima takvog postrojenja, protivljenje se smanjuje. Osim vjetroparkova, decentralizirani fotonaponski sustavi na krovovima diljem zajednice bi uvelike pridonijeli povećanju postotka obnovljivih izvora energije. Također, stočarske i druge farme stvaraju biootpad koji se može koristiti kao gorivo za proizvodnju energije, više farmi može surađivati i tako pridonijeti smanjenju utjecaja na okoliš i smanjenju poslovnog rizika te mogu izazvati pozitivne reakcije lokalnog stanovništva koje može sudjelovati u investiranju u takvo postrojenje i kasnije imati koristi od proizvodnje električne energije.

Sve je više građana koji proizvode i u isto vrijeme prodaju viškove proizvedene energije u mrežu tzv. proizvođači (eng. *prosumer*). S vremenom se razvila ideja prodaje te energije lokalnoj zajednici i tako su nastale lokalne energetske zajednice. Uloga lokalnih energetske zajednice te time samih pojedinaca u energetske tranziciji pokazala se izrazito bitnom. Osvještavanje, educiranje i uključivanje građana da promišljaju o energiji zaokupljuje sve veći dio energetske sektora. Građani te mala i srednja poduzeća postaju željni proizvodnje energije iz obnovljivih izvora jer u tome vide mogućnost za rast i razvoj na način da osiguravaju nova radna mjesta, brinu o očuvanju okoliša, postaju neovisni sudionici elektroenergetskog sustava te drugih socijalnih razloga kao što je učvršćivanje odnosa u zajednici i osjećaja vlasništva nad energetske resursima koji donosi sigurnost. Najbrži rast broja energetske zajednice pokazao se u državama gdje je lokalno stanovništvo osposobljeno za provođenje građanskih energetske inicijativa. Sljedeći ključni korak su dobro osmišljeni programi potpore te jasni i jednostavni regulatorni postupci potrebni za os-

nivanje zajednica. No, pokazalo se da državni pravilnici rijetko predstavljaju prikladnu strategiju kojoj je u cilju potpora decentraliziranoj proizvodnji energije iz obnovljivih izvora u korist energetske zajednice. Umjesto da vlasti prepoznaju vrijednost i potencijal energetskih zajednica, vladini predstavnici uglavnom u njoj vide samo poteškoće. S jedne strane su izrazili sumnju da energija iz obnovljivih izvora ima dovoljan kapacitet za pokrivanje potreba za električnom energijom, a s druge strane su zabrinuti zbog brzog uvođenja energije iz obnovljivih izvora. Nestabilnost političkih odluka za obnovljive izvore energije stvara nesigurnost i odbojnost novih ulagača i smanjuju motivaciju za sudjelovanje u energetskim zajednicama.

Potreban je transparentan sustav koji jasno prikazuje informacije o cijenama energije, troškovima distribucije i koristima koje sudionici mogu dobiti, ali i načine na koji mogu doći do njih. Jedna od naizgled opravdanih prepreka koju vlast stvara je zabrinutost za radna mjesta u trenutnom energetskom sektoru koji u velikom postotku koriste fosilna goriva, no potrebno je razviti strategije kako bi se osigurala nesmetana tranzicija educiranjem zaposlenika za nova radna mjesta koja novi načini proizvodnje električne energije donose. Također, donedavno opravdan razlog za usporavanje integracije obnovljivih izvora je bila cijena obnovljivih izvora, ali tehnološki razvoj fotonaponskih panela i drugih proizvodnih jedinica uvelike je napredovao te su takve prepreke prevladane. No, iako su troškovi tehnologija sve manji, i dalje su potrebne financijske potpore, ali i zakonske i upravne mjere kako bi se poticalo uvođenje energije iz obnovljivih izvora. Jedan od prijedloga je centralizacija mjesta za savjetovanje kod analize, osnivanja i potpora kako bi se planiranje i administracija obavila u kratkom roku.

Tehnološke prepreke, kao što je nepredvidivost obnovljivih izvora rješava se sve zastupljenijim korištenjem skladištenja energije, iako je to područje koje se još razvija tako da postoji velik prostor za napredak. Kao jedan od načina skladištenja prepoznata su električna vozila spojena na mrežu radi punjenja, a čije baterije sa sve većim brojem ciklusa punjenja mogu biti od velike koristi kod večernjeg vršnog opterećenja. Reverzibilne hidroelektrane se oduvijek koriste za skladištenje energije te se broj skladišta na istom principu planira povećavati, postoje i mehanička i toplinska skladišta te skladištenja u obliku vodika na čijem se tehnološkom razvoju još radi, ali postoje



primjeri koji obećavaju. Uz skladištenje, treba razvijati i pametne mjerne instrumente za priključke sudionika u zajednicu te za obračunska mjerna mjesta gdje je zajednica priključena na mrežu kao i implementiranje umjetne inteligencije za optimalno funkcioniranje kućanstva ili zajednice koje se sastoji od više različitih proizvodnih jedinica, električnih vozila ili drugih skladištenja energije. Od svih navedenih tehnoloških prepreka, najteža će biti prilagodba elektroenergetske mreže koju čeka digitalizacija koja se pokazala financijski neisplativom s obzirom da trenutna oprema trafostanica ima životni vijek od 40 godina, a ugrađivanjem elektronike pada na 5-10 godina. Za duži životni vijek elektronike potrebna je potpuna restauracija trafostanica i ostalih postrojenja radi veće osjetljivosti. Također, povećanje kapaciteta dalekovoda će biti neophodno iako je integracijom skladišta promet na mreži 10 puta manji. No, nijedan ni drugi razlog nisu dovoljni za obustavljanje energetske tranzicije u smjeru u kojem je krenula.

Uz poticanje društva na implementiranje građanske energije, potrebno je i generalno smanjiti potrošnju energije. U svakom dijelu svakodnevice prekomjerni konzumerizam je zastupljen, a takva nije održiva budućnost. Ovo je plan održive budućnosti iz aspekta elektroenergetike, ali slično se razmišljanje očekuje od drugih struka. Posebni je fokus na one koje rade na razvijanju tehnologija recikliranja materijala korištenih u elektroenergetskom sustavu te na poticanju društva da popravljaju, a ne bacaju opremu kojoj cijena pada i popravak se čini kao skuplja opcija.

# Sažetak

Diplomski rad se sastoji od definicije energetske zajednice gdje je definiran pojam i uvjeti za osnivanje te svrha i ideja energetske zajednice. Opisane su energetske aktivnosti koje je moguće izvoditi u energetskim zajednicama, a to je proizvodnja energije, skladištenje energije, praćenje energetske učinkovitosti i očuvanja, dijeljenje i trgovanje energijom, obrazovanje i svjesnost o energiji te vođenje politike i zagovaranje o energiji. Detaljnije je opisana aktivnost proizvodnje energije i skladištenja energije s opisanim primjerima. Ukratko su opisane tehnologije virtualne povezanosti i komunikaciju energetske zajednice. Opisani su načini organizacije energetske zajednice kroz organizacijske module te navedeni primjeri. Navedene i opisane prednosti energetske zajednice. Predstavljena je pravna, socijalna i politička strana energetske zajednice. Pokazan je postupak planiranja energetske zajednice. Provedena je simulacija energetske sustava u programu HOMER koja pokazuje isplativost implementacije obnovljivih izvora te pozitivan utjecaj na okoliš.

***Ključne riječi* — energetske zajednice, energetska tranzicija, obnovljivi izvori energije, skladištenje energije, pravna strana energetske zajednice, program HOMER**

## Abstract

Master thesis consists of the definition of energy communities, where the concept and conditions for establishment, as well as the purpose and ideas of energy communities are defined. Energy activities that can be carried out in energy communities are described, namely energy production, energy storage, energy efficiency and conservation monitoring, energy sharing and trading, energy education and awareness, and energy policy and advocacy. The activity of energy production and energy storage is described in more detail with described examples. Virtual connection and communication technologies of energy communities are briefly described. The ways of organizing energy communities through organizational modules are described and examples are given. The

advantages of energy communities are listed and described. The legal, social and political aspects of energy communities are presented. The procedure for planning energy communities is shown. A simulation of the energy system was carried out in the HOMER program, which shows the profitability of the implementation of renewable sources and the positive impact on the environment.

***Keywords*** — energy communities, energy transition, renewable energy sources, energy storage, the legal side of energy communities, the HOMER program

# Bibliografija

- [1] N. P. D. Breffní Lennon, Paola Velasco-Herrejón, *Participation in Operationalization: Key Obstacles and Drivers of the Formation of an Energy Community of Citizens in the Energy Transition of Europe*.
- [2] eNeuron, *Introduction and Development of Local Energy Communities in Europe*.
- [3] *Vodič za energetske zajednice u Italiji*, 2020.
- [4] <https://nasuncanjojstrani.hr/>.
- [5] *Renewable Energy Technologies*, 2018.
- [6] P. Breeze, *Power Generation Technologies*, 2005.
- [7] *vrcek.com*.
- [8] *hgp.hr*.
- [9] [eko-sustav.hr/strucni-clanci/dizalice-topline/](http://eko-sustav.hr/strucni-clanci/dizalice-topline/).
- [10] E. C. A. Limited, *Study on the potential for implementation of hydrogen technologies and its utilisation in the Energy Community*, 2021.
- [11] A. D. Bank, *Handbook on Battery Energy Storage*.
- [12] M. Vrhovac, *Primjena sustava za pohranu energije u elektroenergetskom sustavu*, 2023.
- [13] P. M. Andreas Oberhofer, *Energy Storage Technologies Their Role in Renewable Integration*, 2012.
- [14] E. C. The Energy Communities Repository, *Digital Tools for Energy Communities*, 2023.
- [15] <https://www.koncar.hr/poslovna-podrucja/digitalna-rjesenja/rjesenja-i-platforme/mars/>.
- [16] *Energy Communities: Technical, Legislative, Organizational and Planning Features*, 2022.

- [17] *Nacionalni portal energetske učinkovitosti u Hrvatskoj.*
- [18] *Sprakebüll – A Pioneering Energy Community in Norh Frisia, Germany, 2019.*
- [19] B. I. Observatory, *Collaborative production and the maker economy, 2015.*
- [20] V. Piršić, *Moja energija, moja sloboda, 2021.*