

# Mikromreža u manjem naselju

---

**Tomšić, Luka**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Humanities and Social Sciences / Sveučilište u Rijeci, Filozofski fakultet u Rijeci**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:186:779259>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-18**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Humanities and Social Sciences - FHSSRI Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI**  
**FILOZOFSKI FAKULTET U RIJECI**

**LUKA TOMŠIĆ**

**MIKROMREŽA U MANJEM NASELJU**

**ZAVRŠNI RAD**

Rijeka, 2018.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI**  
**FILOZOFSKI FAKULTET U RIJECI**

**MIKROMREŽA U MANJEM NASELJU**

Kolegij: Ekologija

Mentor: Izv.prof. dr. sc. Lidija Runko Luttenberger

Student: Luka Tomšić

Studijski program: Politehnika

JMBAG: 0009072181

**Rijeka, 2018.**

SVEUČILIŠTE U RIJECI  
STUDIJ POLITEHNIKE

Povjerenstvo za završne i diplomske ispite

Sveučilište u Rijeci	
Odsjek za politehniku	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur. Broj:	

ZAVRŠNI ZADATAK

Student:

Mat.broj:

Naslov:

Opis zadatka:

Zadatak zadao:

Rok predaje rada:

Predsjednik povjerenstva:

Doc.dr.sc. Damir Purković

## SAŽETAK

U radu se obrađuju mikromreže i njihove prednosti u odnosu na konvencionalnu distribucijsku mrežu. Mikromreže mogu raditi s tradicionalnom centraliziranom električnom mrežom, ali se mogu i nastoje odvojiti kako bi funkcionirale samostalno. U manjim naseljima i mjestima gdje većim dijelom godine vladaju loši meteorološki uvjeti povećava se potreba za lokalnim pomoćnim napajanjem koje bi zasigurno u značajnoj mjeri pomoglo stanovnicima tih naselja kada nastupe takve okolnosti. Autor obrađuje primjer naselja Saborsko iz kojega dolazi gdje su prekidi u konvencionalnoj distribucijskoj mreži česta stvar pa bi korištenje obnovljivih izvora energije bilo prijeko potrebno. Fotonaponske module bi svatko od stanovnika mogao instalirati na svoje krovove i iskoristavati ih kroz čitav dio godine. Mali vjetroagregati su također iskoristivi u Saborskom zbog razvijene tehnologije koja pruža visoku iskoristivost energije vjetra. Mikromreže i korištenje obnovljivih izvora energije su neophodni za sve sredine, a posebno za naselje poput Saborskog gdje konvencionalna metoda distribucije ne zadovoljava potrebe stanovnika.

Ključne riječi : *mikromreže, distribucijska mreža, obnovljivi izvori energije, fotonaponski moduli, vjetroagregat, Saborsko*

## **MICROGRID IN SMALLER VILLAGE**

### **SUMMARY**

Main focus of this bachelor's thesis are microgrids and their benefits in comparison with a conventional distribution grid. Microgrids may operate in parallel with traditional centralized utility grid, but they also can and tend to function on their own. In smaller villages and places where bad weather conditions prevail for most time of the year, the need for local auxiliary power supply usage arises that would definitely to a significant extent help the residents when such scenario occurs. Author elaborates the example of the community of Saborsko from which he comes where power supply breakdowns are frequent, so renewable source use would be recommended. Photovoltaic panels can be installed on roofs and used throughout a year. Small wind turbines are also applicable in Saborsko because advanced technology thereof provides high wind efficiency. Microgrids and renewable energy sources usage are essential for all places, especially for a place like Saborsko where conventional method of power distribution does not meet population needs.

Keywords : *microgrids, power distribution grid, renewable energy sources, photovoltaics, wind turbine, Saborsko*

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. DEFINICIJA MIKROMREŽE .....	3
3. FUNKCIONIRANJE MIKROMREŽE.....	4
3.1. Prednosti .....	6
3.2. Fleksibilnost mikromreža .....	7
4. GUBICI U DISTRIBUCIJSKOJ MREŽI .....	8
5. RAZVOJ DISTRIBUCIJSKE MREŽE .....	10
6. UPRAVLJANJE MIKROMREŽAMA.....	12
6.1. Centralizirano upravljanje.....	13
6.2. Decentralizirano upravljanje.....	13
6.3. Primarna kontrola .....	14
6.4. Sekundarna kontrola .....	15
6.5. Tercijarna kontrola.....	15
7. INTEGRACIJA U MANJE NASELJE .....	16
7.1. Fotonaponska ploča .....	17
7.2. Cijena ugradnje fotonaponskih ploča .....	21
8. VJETROAGREGAT .....	23
8.1. Vrste vjetroagregata.....	24
8.2. Vjetroagregat s vodoravnom osi vrtnje .....	24
8.3. Vjetroagregat s okomitom osi vrtnje .....	25
8.4. Podjela vjetroagregata prema veličini i lokacijama.....	25
8.5. Situacija u Republici Hrvatskoj .....	27
8.6. Cijena.....	28
8.7. Mali vjetroagregat.....	28
ZAKLJUČAK .....	30
LITERATURA.....	31

## 1. UVOD

U današnjem okruženju život bez električne energije je nezamisliv. To pokazuje činjenica da potražnja za fosilnim gorivima za proizvodnju električne energije neprestano raste. Današnji energetske sustavi su prvenstveno bili osmišljeni da udovolje jednosmjernom toku energije i informacija od velikog centraliziranog generacijskog sustava preko prijenosa i distribucije pa sve do centra potrošnje. Tradicionalan način funkcioniranja je dosegao visoku razinu kvalitete usluge i zato je tako dugo opstao. U zadnjim desetljećima osiguravanje opskrbe energijom iz obnovljivih izvora po pristupačnim cijenama postaje jedan od najambicioznijih ciljeva. Tu se pojavljuju koncept mikromreža – najveće dolazeća promjena u električnoj energiji [1].

Povećana količina obnovljivih izvora energije smanjuje emisije CO<sub>2</sub> i osigurava sigurnost opskrbe u jednu ruku, ali u drugu dolazi do nepredvidivosti i nesigurnosti u prijenosu i distribuciji energije. Nemogućnost skladištenja velike količine energije po prihvatljivim cijenama povećava izazov uravnoteženja opskrbe sa zahtjevima potrošača. Sa strane potrošača, zahtjevi za električnom energijom koji samo rastu predstavljaju izazov i proizvođačima energije i operatorima sustava te se očekuje samo rast u budućnosti zbog elektrifikacije transportnog sektora i gradskog grijanja. U tome mogu uvelike pomoći mikromreže koje omogućuju skladištenje električne energije te upravljanje potrošnjom. U manjim naseljima i mjestima gdje većim dijelom godine vladaju loši meteorološki uvjeti povećava se potreba za lokalnim pomoćnim napajanjem koje bi zasigurno u značajnoj mjeri pomoglo stanovnicima tih naselja kada nastupe takve okolnosti.

Velika potreba današnjeg sustava je obostrani protok energije i informacija kako bi se kreirala automatizirana i distributivna energetska mreža. Napredne mreže predstavljaju evoluciju tradicionalnih električnih mreža koji će učiniti opskrbu električne energije sigurnijom, pristupačnijom i na visokoj razini kvalitete i sigurnosti opskrbe. Mikromreže već desetljećima postoje na određenim lokalitetima, ali te sredine su po svim razvojnim parametrima ispred Republike Hrvatske pa tome ne treba čuditi. Međutim i stanovnici Republike Hrvatske prepoznaju koristi mikromreža i polako ali sigurno prihvaćaju činjenicu da one predstavljaju budućnost. Mnogo je primjera kako je mikromreža temelj daljnjeg razvoja elektroenergetske infrastrukture koja će doprinijeti zaštiti okoliša.



U nastavku rada će biti objašnjeno što su to mikromreže, kako se radi s njima, upravlja, prednosti i nedostatci te kako bi izgledala takva mikromreža u autorovom naselju koje je veći dio godine pogođeno teškim vremenskim uvjetima i ovakva mreža kakvu sada koristi mu ne pruža uvjete kakve imaju ljudi u većini ostalih dijelova zemlje prvenstveno zbog toga što dolazi često do kvarova i popravci su skupi i dugotrajni.

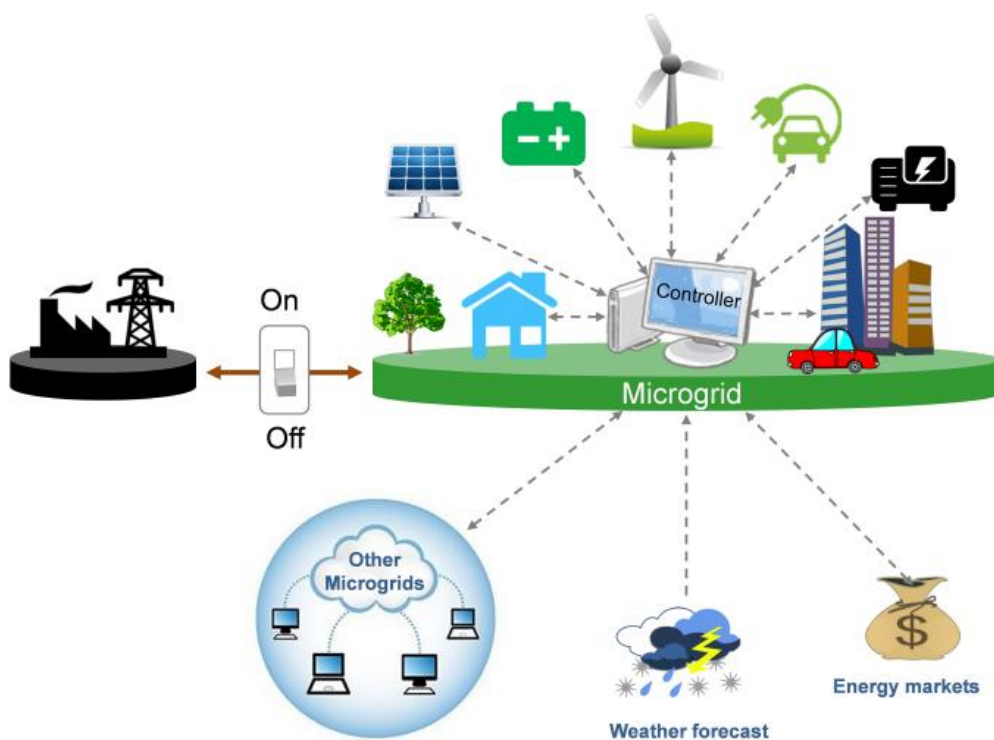
## 2. DEFINICIJA MIKROMREŽE

Kada se govori o mikromreži važno je znati da se ona ne razmatra kroz veličinu same mreže, već kroz funkciju. Ona djeluje povezano s tradicionalnom centraliziranom električnom mrežom, ali se ista može i nastoji odvojiti kako bi funkcionirala samostalno. Ako se to učini otvara se put za integraciju različitih izvora električne energije od kojih posebno valja naglasiti obnovljive izvore. Kada se mikromreža integrira u već postojeću mrežu električne energije i počnu se koristiti lokalni izvor električne energije tada se smanjuje opterećenje postojeće mreže, gubici u prijenosu i distribuciji te povećava učinkovitost isporuke električne energije. Mikromrežama se može upravljati na kontroliran i koordiniran način te se one mogu povezati s glavnom mrežom, raditi u izoliranom načinu rada ili biti u potpunosti nepovezane s mrežom. Najčešće se mikromreže vežu uz pojam manje elektroenergetske mreže no ona se može koristiti i u slučaju parnih ili toplovodnih sustava a primjenjuju se i na mrežu plinovoda te vodovoda [2].

Ono što ih čini pristupačnima je i cijena baterija koje su sve jeftinije pa se tako sve češće opremaju sustavi za pohranu energije u njima. Najveća prednost im je što se omogućava konstantna opskrba u slučaju kvara ili katastrofe koja može prekinuti dovođenje električne energije do potrošača. To se posebno odnosi na dijelove zemlje gdje su takve pojave učestale.

### 3. FUNKCIONIRANJE MIKROMREŽE

Mikromreža sama po sebi pruža mogućnost samostalnog rada koji se može odvijati odvojeno od distribucijske mreže i tako pruža pouzdanu opskrbu električnom energijom. Najjednostavnije je mikromreže opisati na način da one predstavljaju skup trošila distribuirane proizvodnje i spremnika energije upravljanih na koordiniran način s ciljem pouzdane razmjene energije s ostatkom sustava preko najbližeg mjesta priključka [2]. Fokus mikromreže je na opskrbu obližnjih opterećenja i ona je obično spojena na niskonaponsku mrežu, ali postoje i iznimke kada je spojena na visokonaponsku. Slika 1. prikazuje mikromrežu kao lokaliziranu grupu koja može raditi sinkronizirano sa glavnom distribucijskom mrežom, ali se može i odvojiti. Na mikromrežu mogu utjecati vremenski uvjeti te tržište energijom na kojem cijene mogu rasti ili padati. Pomoću glavnog kontrolera može se omogućiti spajanje i na ostale mikromreže u blizini.

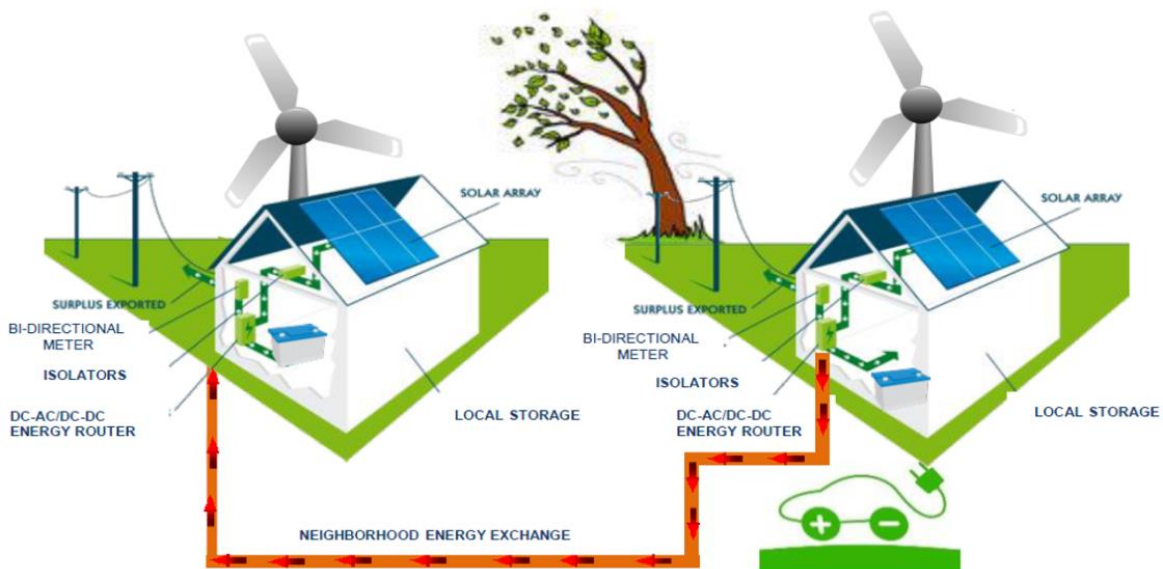


Copyright Berkeley Lab

Slika 1. Prikaz mikromreže [3].

Primjer idealne niskonaponske mreže se može vidjeti na slici 2. na kojoj je prikazana razmjena energije između dva susjedna objekta koja sadrže izolaciju te oba imaju solarne panele. Kuće sadrže skladište energije i preko istosmjernog/izmjeničnog energetskog usmjerivača prenose energiju. Mjerenje snage koja dolazi od mreže, te snaga koja odlazi iz panela u mrežu obavlja se pomoću instaliranog Bi-usmjerenim mjeračem. Višak se rješava slanjem u distribucijsku mrežu.

Prednost mikromreža je sposobnost rada u umreženim i samostalnim načinima, te upravljanjem prijelazima između ova dva načina. Osigurava dobro rješenje za napajanje u slučaju nužde i nestašice napajanja tijekom prekida napajanja u glavnoj mreži. Mikromreže se pojavljuju na razini niskonaponske mreže, niskonaponskog napojnog voda i na razini niskonaponskog kućanstva. U Republici Hrvatskoj najznačajnije mikromreže su one koje postoje u velikim industrijskim postrojenjima koja imaju vlastitu proizvodnju električne energije (INA-Rafinerija nafte u Rijeci, Petrokemija Kutina itd.)



Slika 2. Niskonaponska mreža u kućanstvu [4].

Kada se govori o prednostima i nedostacima mikromreža bitno je znati da uvođenjem mikromreža neće samo profitirati glavni sudionici nego i društvo općenito. Da bi se ljudima približile prednosti mikromreža bitan je pristup informacijama vezanim za aktivnosti, lokacije i povezanosti koje predstavljaju ključnu komponentu u razvoju mikromreža. Tu se misli na informiranje lokalnog stanovništva kroz edukativni program koji će utjecati na promjenu razmišljanja koji bi u isto vrijeme s davanjem informacija trebao i povlačiti poveznicu s drugim aktivnostima koje imaju pozitivan utjecaj nakon integriranja mikromreža u sustav. Na kraju to će rezultirati povećanim mogućnostima da se dosegnu željeni i zadani ciljevi i smanji nepotrebna potrošnja energije te poveća efikasnost iskorištene energije. Tehnologija napreduje iz dana u dan tako da je teško pratiti svaki novi pomak i zbog toga se ne treba uvijek vezati za informacije koje se pronadu na internetu jer i one brzo postanu zastarjele.

### 3.1. Prednosti

Jedna od bitnijih prednosti koje su prethodno navedene je ta da mikromreže osiguravaju dobro rješenje za napajanje u slučaju nužde i nestašice napajanja tijekom prekida napajanja u glavnoj mreži. Mikromreža je sposobna raditi u umreženim i samostalnim režimima rada i zbog toga joj je to omogućeno. Bitno je naglasiti da se mijenjanjem protoka energije kroz komponente mikromreža omogućuje i olakšava integracija proizvodnje iz obnovljivih izvora energije kao što su vjetroelektrane i fotonaponske ploče. Još jedna prednost koju se ne smije zanemariti je njihov pozitivan utjecaj na okoliš [5]. Ta prednost bi trebala biti dovoljna da se što prije uvede integracija mikromreža na što veće područje zemlje. Slika 3. pokazuje koje su sve prednosti ako se gledaju područja unutarnjeg tržišta, sigurnosti i opskrbe te okoliša.



Slika 3. Razlozi promjena u sustavu [6].

Prednost koja će vjerojatno najviše zanimati „obične“ ljude je ta da će se uz pomoć integracije mikromreža uštedjeti novac. Jedan od načina je smanjenje potrošene energije kroz pametni energetska sustav koja čini potrošnju energije učinkovitijom. Kako će cijeli sustav biti pouzdaniji neće biti kvarova na mrežama koje su česte i na koje se troše veliki iznosi novca.

Za male zajednice mikromreže znače nova radna mjesta i pogotovo nove prilike za otvaranje privatnih obrta. I to je jedna od stvari s kojom bi mjesto kao što je Saborsko moglo profitirati. Posla ima malo, a i ono šta ima je jako slabo plaćeno te fizički naporno.

Kada bi se stvorile prilike gdje bi se ljudi mogli zaposliti i raditi na nečemu što i sami koriste, zasigurno bi životni standard rastao.

### **3.2. Fleksibilnost mikromreža**

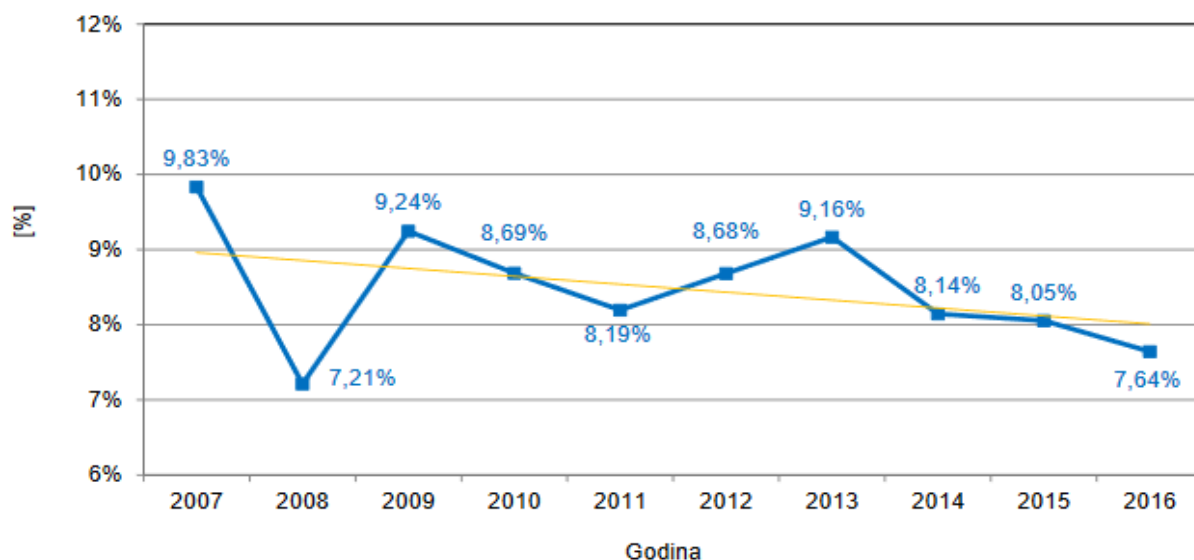
Ako se govori o svim prednostima koje donose mikromreže mora se spomenuti njenu fleksibilnost i kako iskoristiti sve njene prednosti. Fleksibilnost pogona predstavlja sposobnost sustava da angažira vlastite resurse u odgovoru na promjene u opterećenju. Neizvjesnosti i varijabilnosti u proizvodnji i potrošnji se mogu uravnotežiti bez potrebe za dodatnim financijskim ulaganjima u nove spremnike energije. Pokazatelje nedostatka fleksibilnosti se može vidjeti kroz nemogućnost uravnotežene proizvodnje i potrošnje što može dovesti do promjena u frekvenciji, velike količine energije koja se ne iskoristi, negativne cijene energije itd [6].

Zbog primjene novih tehnologija (baterije, električna vozila i sl.) otvara se mogućnost ostvarivanja veće fleksibilnosti pogona na distribucijskoj razini. Najčešće korištena informacija o fleksibilnosti sustava je količina energije koja se ne iskoristi i zbog toga je bitno prilikom planiranja daljnjeg razvoja sustava voditi računa o tome kako određeni elementi utječu na fleksibilnost pogona [7].

Kako upravljanje proizvodnjom utječe na fleksibilnost tako utječe i upravljanje potrošnjom. Tu je cilj potaknuti potrošače da troše koliko je moguće manje energije tijekom vršnog opterećenja sustava te da se potrošnja prebaci iz razdoblja vršnog opterećenja u razdoblje manjeg opterećenja elektroenergetskog sustava. Upravljanje potrošnjom ne mora nužno smanjiti ukupnu potrošnju energije ali zato sigurno može smanjiti potrebu za ulaganjem u mrežu.

## 4. GUBICI U DISTRIBUCIJSKOJ MREŽI

Da bi se što bolje prikazale prednosti mikromreža i kako će one pomoći dovoljno je prikazati gubitke koji se dešavaju u distribucijskoj mreži. Gubici u distribucijskoj mreži jednaki su razlici energije koja je ušla u distribucijsku mrežu i energije predane kupcima. Gubici su važan pokazatelj ekonomičnosti poslovanja i kvalitete obavljanja djelatnosti distribucije električne energije pa je zbog toga smanjenje gubitaka električne energije jedan od važnijih ciljeva u mreži operatera distribucijskog sustava Hrvatske elektroprivrede (HEP ODS) [8]. Kako izgleda smanjenje gubitaka kroz godine vidi se na slici 4.



Slika 4. Smanjenje gubitaka u razdoblju 2007-2016 [8].

U programu rada HEP-a ODS-a za razdoblje od 2012. do 2016. godine utvrđen je cilj smanjenja gubitaka električne energije, tako da je za 2016. godinu planirano smanjenje za 1% ulazne energije u odnosu na stanje iz 2012. godine. Navodi se da je cilj smanjenja gubitaka električne energije za 2016. godinu ostvaren a i većina distribucijskih područja ostvarila je svoje ciljeve, te iako je u proteklom razdoblju ostvareno značajno smanjenje gubitaka električne energije ipak u pojedinim dijelovima postoje realne mogućnosti daljnjeg napretka [8].

Prioritet se i dalje daje provedbi mjera koje neće zahtijevati velike financijske troškove a mogu doprinijeti smanjenju, kao npr. [8] :

- Kontrola priključaka i obračunskih mjernih mjesta i neovlaštena potrošnja električne energije
- Provjera ispravnosti mjerenja
- Optimiziranje uklopnog stanja mreže, isključivanje elemenata mreže u praznom hodu
- Zamjena starih i prediomenzioniranih transformatora prikladnijim jedinicama iz pogonske rezerve



## 5. RAZVOJ DISTRIBUCIJSKE MREŽE

Kada se govori o razvoju distribucijske mreže dvije stavke su najvažnije :

- Sigurnost opskrbe
- Pouzdanost napajanja

Nakon što je obavljena analiza sigurnosti opskrbe, mogu se odrediti nužna minimalna ulaganja za normalni pogon mreže uključujući očekivanu promjenu opterećenja te trajanje pripreme i provedbe zahvata u mreži.

Analiza sigurnosti ima dva kriterija koja moraju biti zadovoljena tijekom čitavog razdoblja [8]:

- Niti jedan element mreže ne smije biti preopterećen
- Svaki korisnik mreže mora imati osiguran napon na mjestu isporuke ili preuzimanja električne energije unutar propisanih granica

Nakon određivanja optimalnog rješenja u vidu elektroenergetskih prilika u mreži potrebna je analiza pouzdanosti napajanja korisnika mreže.

Pri planiranju razvoja distribucijske mreže, minimalni kriterij trebali bi biti postojeća dostignuta razina pouzdanosti napajanja električnom energijom (odnosi se na područja koja imaju vrlo pouzdano napajanje električnom energijom), a maksimalni kriterij pouzdanost napajanja električnom energijom u gradskim mrežama.

Standardi pouzdanosti napajanja kojima bi se trebali voditi su sljedeći [8]:

- Nije realno tražiti pouzdanost veću od postignute u europskim zemljama sa visokom pouzdanosti napajanja
- Sadašnja prosječna pouzdanost napajanja u budućnosti bi trebala rasti

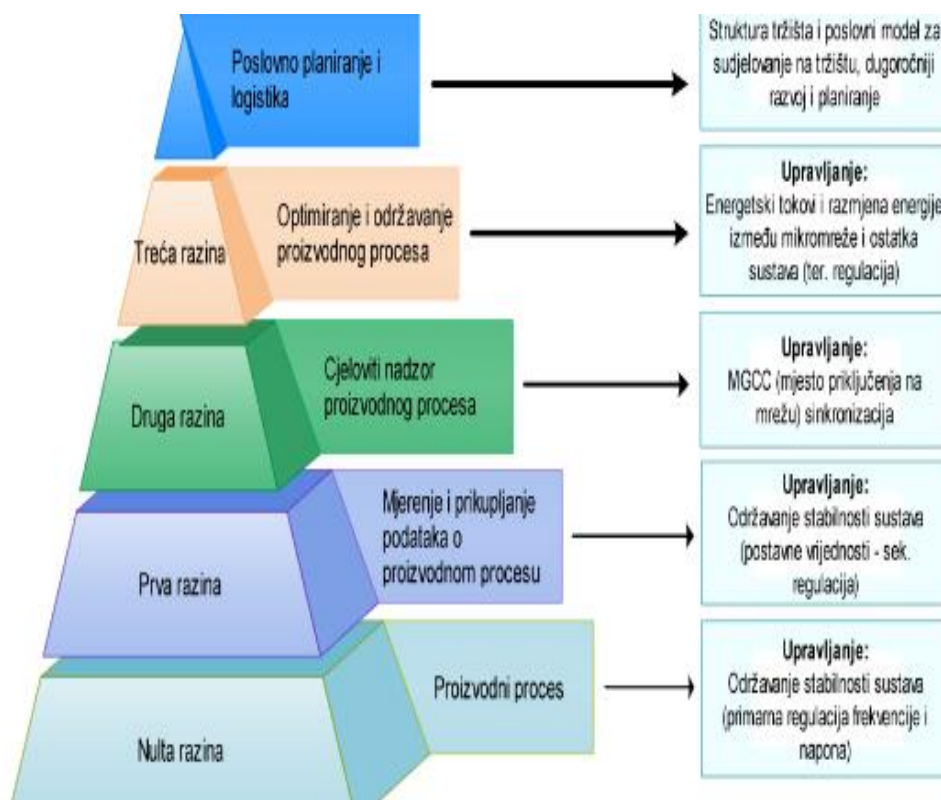
Ukoliko nisu dostupne stvarne vrijednosti za promatrano područje i element mreže, analize u cilju određivanja pokazatelja pouzdanosti napajanja u distribucijskoj mreži provode se sa sljedećim iskustvenim podacima o učestalosti i vremenu potrebnom za ponovnu uspostavu opskrbe i popravak kvarova [8]:

- Učestalost dugih prekida na nadzemnim vodovima
- Učestalost dugih prekida na kabelima
- Prosječno vrijeme potrebno za vraćanje napajanja daljinski upravljanim sklopnim uređajima : 10 min
- Prosječno vrijeme potrebno za vraćanje napajanja u slučaju ručnog upravljanja sklopnim uređajima : 60 min
- Vrijeme potrebno za popravak na nadzemnim vodovima : 300 min
- Vrijeme potrebno za popravak kvara na kabelima : 960 min

## 6. UPRAVLJANJE MIKROMREŽAMA

Kod upravljanja mikromrežama, primarni cilj je ostvarenje čim bolje ekonomske bilance u razmjeni energije s distribucijskom energijom. Ono što izdvaja mikromreže iz distribucijskog sustava je sposobnost upravljanja njom, tako da je ona upravljiva jedinica u sustavu [9]. Ključ postizanja prednosti nad starom mrežom je učinkovito gospodarenje energijom. Upravljanje mikromrežama može se postići pomoću više tehnika – centraliziranim i decentraliziranim pristupom.

Sve se može promatrati i kroz hijerarhijski pristup i pri tome treba znati da ne postoji opća struktura hijerarhijske razine upravljanja jer konfiguracija ovisi o tipu mikromreže ili postojeće infrastrukture [2]. Primjer hijerarhijskog upravljanja mrežama prikazan je na slici 5. gdje se vidi poredak razina, te koja je njihova zadaća i gdje se primjenjuju.



Slika 5. Upravljanje mikromrežama [6].

## 6.1. Centralizirano upravljanje

Centralizirano upravljanje mikromrežama ima najvažniju ulogu za zadovoljavajuću automatsku operaciju i kontrolu mikromreža dok su spojene sa distribucijskom mrežom ili u otočnom radu. Glavnu zadaću ima središnji mikromrežni kontroler te on određuje količinu električne energije koju će mikromreža uvesti iz distribucijskog sustava. Centralizirani pristup osigurava stabilnost u mreži. Centralizirano upravljanje ima i neke svoje nedostatke [2]:

- Redudancija glavnog kontrolera je skupa
- Veliki hardware-ski zahtjevi za središnji mikromrežni kontroler : memorija i procesor
- Održavanje sistema zahtijeva kompletno gašenje sustava
- Modifikacije zahtijevaju puno testiranja
- Skalabilnost i ekspanzija su težak i skup zadatak

## 6.2. Decentralizirano upravljanje

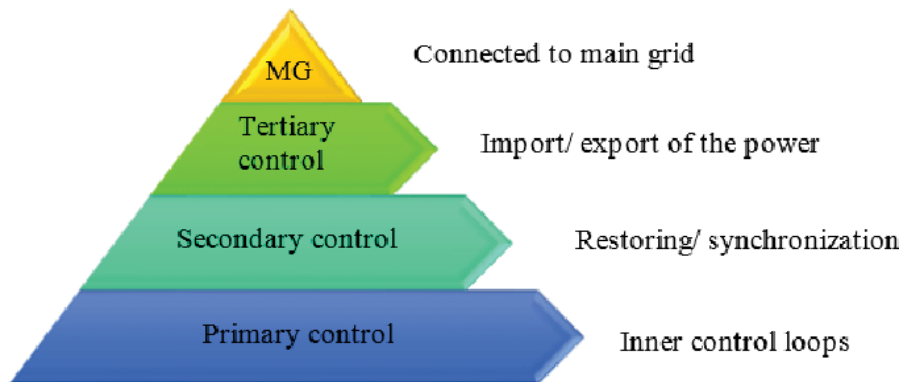
Kada se govori o decentraliziranom upravljanju onda treba znati da svaki dio kontrolira njegov regulator bez obzira kakva je situacija kod drugih. Ideja decentraliziranog upravljanja je u današnje vrijeme popularnija od ideje centraliziranog upravljanja i to se ne odnosi samo na mikromrežna upravljanja već i neke ostale elektroenergetske sustave. Pristup projektiranju i razvoju temelji se na MAS teoriji („*Multi-agent system theory*“) [10]. MAS sistem je računalni sistem sastavljen od više međusobno povezanih inteligentnih posrednika. Višestruki posrednici mogu rješavati probleme koji su teško ili nerješivi po jednom posredniku. Kod decentraliziranog sustava najveći problem je stabilnost sustava. Svi posrednici u hijerarhiji su jednaki i ne postoji centralni posrednik.

### 6.3. Primarna kontrola

Primarna kontrola je osmišljena prvenstveno kako bi zadovoljila sljedeće zahtjeve [2]:

- Stabilizacija napona i frekvencija
- Ponuditi paljenje i korištenje za distribuirane energetske resurse i ispravno dijeljenje aktivne i reaktivne snage među njima, ako je ikako moguće bez komunikacijskih veza
- Ublažiti cirkulacijske struje koje mogu prouzročiti pojavu veće struje od potrebne u elektroenergetskim uređajima

Primarna kontrola omogućuje upućivanje vrijednosti pravovremenog napona i trenutnu kontrolu krugova distribuiranih energetske resursa. Početni nivo kontrole je implementiran ili u aktivni ili reaktivni strujni način ili naponski kontrolni način [2]. Slika 6. pokazuje shemu hijerarhijske strukture na kojoj se nalaze primarna, sekundarna i tercijarna kontrola i na kraju pojam MG koji predstavlja glavnu mrežu (main grid) gdje je sve spojeno. Uz pojmove primarna, sekundarna i tercijarna kontrola su pojmovi koji govore čemu one služe. Primarna kontrolira unutarnje petlje, sekundarna služi za vraćanje i obnavljanje dok tercijarna uvozi/izvozi energiju.



Slika 6. Shema hijerarhijske strukture [11].

#### **6.4. Sekundarna kontrola**

Obzirom da je primarna kontrola lokalna i nema međusobnu „komunikaciju“ s ostalim distributivnim generatorima, sekundarna kontrola se često koristi zbog globalnog upravljanja. Sekundarna kontrola najčešće traje jako kratko, svega nekoliko sekundi do par minuta i tako opravdava razdvojenu dinamiku primarnih i sekundanih petlji pa tako omogućava njihovo individualno oblikovanje [2]. Centralizirani regulator koji ima vrijednost iz primarne kontrole vraća mikromrežni napon, frekvenciju i nadoknađuje odstupanja koja su se dogodila u primarnoj kontroli.

#### **6.5. Tercijarna kontrola**

Tercijarna kontrola je zadnja i najsporija kontrola koja brine o optimalnoj funkciji mikromreže, stoga zna trajati par minuta do par sati te upravlja protokom struje između mikromreže i glavne mreže. Ova razina često uključuje predviđanje vremena, mrežne tarife i opterećenja za sljedećih nekoliko sati ili dana kako bi mogli osmisliti planove generatora koji bi imali najbolje ekonomske učinke [2]. U slučaju nestanka struje, tercijarna kontrola može biti upotrijebljena na način da upravlja skupinom nepovezanih mikromreža i tako tvori nešto što se naziva „mikromrežno okupljanje“ koje može služiti kao virtualna elektrana i nastaviti distribuirati barem dok je stanje kritično. Za vrijeme takvih situacija centralni kontroler bi trebao izabrati barem jedan dio koji će biti glavni, a ostatak kao fotonaponski sustavi jer oni mogu samostalno proizvoditi električnu energiju.

## **7. INTEGRACIJA U MANJE NASELJE**

Kada se govori o manjem naselju koje je u ovom slučaju naselje u kojem je prebivalište autora ovoga rada onda treba znati da je to mjesto koje je veći dio godine pogođeno zimom i težim vremenskim uvjetima, sa tek par mjeseci sunčanih razdoblja. U obzir treba uzeti i to da je većina stanovništva starija populacija sa osnovnoškolskim obrazovanjem, a i oni mlađi sa srednjom spremom nisu upoznati s pojmom „napredne mreže“. To uvelike otežava integraciju mikromreže u naselje iz jednostavnog razloga jer su ljudi navikli na situaciju kakva je sada i za bilo kakve promjene im treba vremena, iako promjena nije nemoguća. Zsigurno najveći razlog za uvođenje promjena je taj što uz staru distribucijsku mrežu nestanci električne energije predstavljaju svakodnevicu. S prvim pojavama grmljavinskih nevremena javlja se nestanak električne energije i vode, što svakome stvara nepravilike. Popravci su česti i svaki put traju minimalno dva do tri radna dana, a osim što su dugotrajni, značajni su i s financijskog aspekta. Svi su toga svjesni već godinama, ali ne postoji plan da se to popravi. Ljudi s tim žive kako znaju uz korištenje agregata i nošenje vode sa izvora, međutim to nije dugoročno rješenje i oni to sami znaju. Kada bi se lokalnom stanovništvu na jednostavan način objasnilo kako se smanjuju rezerve fosilnih goriva i da zbog toga uz ostale čimbenike cijene uvijek rastu sami bi vidjeli da su rješenje obnovljivi izvori energije. Ne samo da se time smanjuje negativan utjecaj na okoliš (klimatske promjene, onečišćenje zraka itd.) već bi i cijena korištenja bila manja i to je razlog koji bi sigurno pokrenuo ljude da počnu proučavati mikromreže i njihove prednosti. Promjena bi bila sve samo ne brza ali uz davanje kvalitetnih informacija stanovništvu i objašnjenje kako koji dio funkcionira i oni „najtvrdoglaviji“ bi promijenili mišljenje.

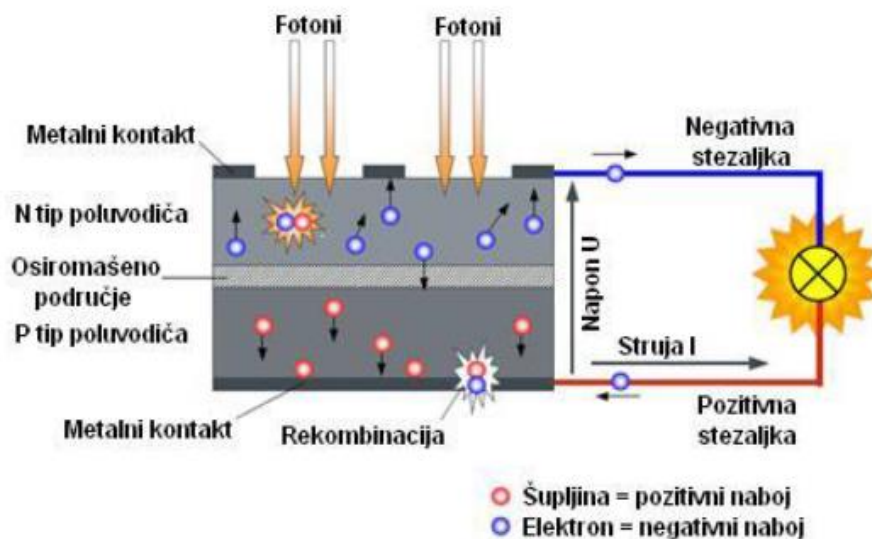
U daljnjem tekstu se opisuje fotonaponski modul i vjetroagregat i prikazuje kako bi isti izgledali u naselju Saborsko sa slike 7., te kako se oni mogu pozitivno iskoristiti. Uz same opise kako funkcioniraju i koje su im prednosti i mane objašnjava se i financijska strana cijeloga projekta jer ukoliko potencijalni korisnici ne sagledaju da će im se on financijski isplatiti, sigurno je da do promjene ne može doći. Ljude je nažalost teško pokrenuti ako im se kao pozitivna strana pokaže „samo“ zaštita okoliša.



Slika 7. Saborsko-naselje [12].

### 7.1. Fotonaponska ploča

Fotonaponska ploča sastoji se od skupine fotonaponskih ćelija kojih je najčešće oko 36, serijski spojenih, stvarajući module nominalnog napona od 12 V. Svaki pojedini fotonaponski članak ima maksimalni izlazni napon od 600 do 700 mV. Kada se poveže više fotonaponskih članaka dobije se polje fotonaponskih ploča koji čini dio solarne fotonaponske elektrane [13]. U solarnim ćelijama sunčana energija se izravno pretvara u električnu pomoću fotonaponskog efekta. Kako izgleda jedna fotonaponska ćelija i koji su njeni dijelovi prikazano je na slici 8.



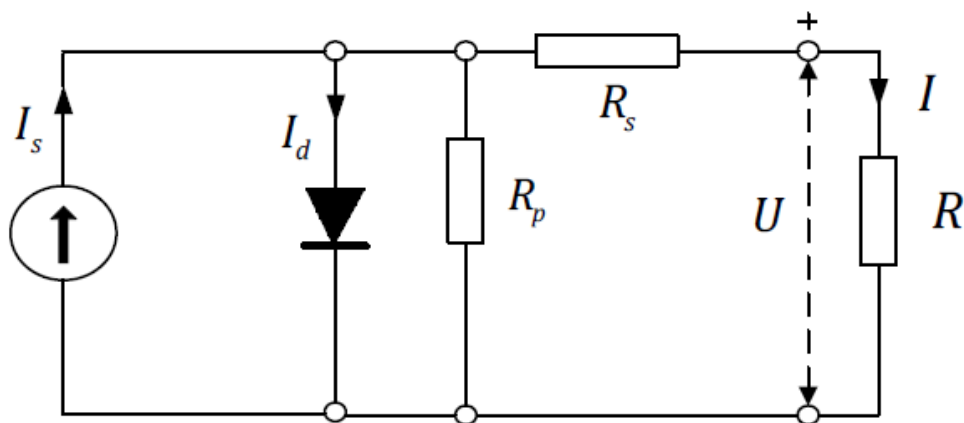
Slika 8. Fotonaponska ćelija [22].



Kada se govori općenito o energiji sunčevog zračenja koja doprije na Zemlju onda se može zaključiti da je ona 10 000 puta veća od energije koja je potrebna da zadovolji potrebe čovječanstva u razdoblju od jedne godine i to je ono zbog čega su fotonaponske ćelije postale tako popularne i zbog čega ih mogu iskoristiti i manja naselja poput Saborskog u kojem nema tako puno sunčanih razdoblja.

Solarna ćelja sa slike 8. je PN-spoj (dioda). Na površini pločice P-tipa silicija difundirane su primjese tako da na tankom površinskom sloju nastane područje N-tipa poluvodiča. Da bi se skupili naboji nastali apsorpcijom fotona iz Sunčeva zračenja na prednjoj strani nalazi se metalna rešetka a zadnja je strana prekrivena metalnim kontaktom. Kada se želi povećati djelotvornost ćelije stavlja se na prednju stranu prozirni antireflekcijski sloj.

Fotonaponske ćelije su izvedene tako da kada se osvijetle na krajevima nastaje elektromotorna sila. Kada se PN-spoj osvijetli, apsorbirani fotoni proizvode parove – šupljine. Ako apsorpcija nastane daleko od PN-spoja, nastali par ubrzo se rekombinira. Nastane li apsorpcija unutar ili u blizini PN-spoja, unutarnje električno polje odvađa nastali elektron i šupljinu – elektron se giba prema N-strani a šupljina prema P. Kada se osvijetli ćelija kontakt na P-dijelu postaje pozitivan dok na N-dijelu je negativan i tek kada se spoje s nekim vanjskim trošilom kroz njih će proteći električna struja [13]. Kako shema opisane fotonaponske ploče izgleda prikazano je na slici 9.



Slika 9. Shema solarne ćelije [14].

Regije i zemlje koje najviše koriste prednosti fotonaponskih ploča su Europa u kojoj je instalirano 16 GW, zatim Japan s 2,6 GW i SAD s 1,6 GW. U Europi prednjači Njemačka s 3800 GW na koju se Republika Hrvatska uvelike pokušava ugledati u svim dijelovima gospodarstva, pa bi trebala i u ovome. Potom dolaze Italija s 780 MW, Češka s 411 MW, Belgija s 292 MW i Francuska s 185 MW [13]. Ovi podaci su iz 2015. godine i zasigurno su se do sada promijenili. Jedan podatak kojega autor želi izdvojiti je taj da Europsko udruženje industrije fotonapona (EPIA) koje ima preko dvjesto tvrtki u svijetu, te se bavi industrijom fotonaponske tehnologije je dalo svoja predviđanja da će sunčeva fotonaponska tehnologija pokriti do 2020.godine 12% potrošnje električne energije u Europskoj Uniji, a do 2040. i 28% [13]. Ove brojke su predviđanja i one mogu samo rasti, što je najbolji pokazatelj zašto je trebalo odavno prihvatiti ugradnju fotonaponskih ploča kao „normalnu“ stvar, međutim niti sada nije kasno.

U Republici Hrvatskoj se nalaze tri tvornice koje se bave fotonaponskim pločama i danas su još uvijek aktivne. Te tvornice su *Solarios d.o.o.* iz Novigrada, *Solvis d.o.o.* iz Varaždina te *Solarne ćelije d.o.o.* koja je u Splitu.

Kada bi se primjena fotonaponskih ploča kod nas razvila sasvim je sigurno da bi se pojavile još neke tvornice u tom sektoru, a to je onda vezano i za nova radna mjesta ne samo u proizvodnji, već ponajviše u montaži i održavanju. Tvornice i vlastita proizvodnja za domaće potrebe je nešto za čim ljudi žale i zbog čega se rado prisjećaju nekih „starijih“ vremena gdje možda situacija na nekim područjima nije bila dobra u svim aspektima, ali su potrošači barem imali svoje proizvode iz svojih tvornica.

Na slici 10. je prikazana jedna fotonaponska ploča koja se koristi za vlastite potrebe u kućanstvu.



Slika 10. Primjena fotonaponskih ploča [15].

Prednosti fotonaponskih ploča su sljedeće [13]:

- Visoka pouzdanost
- Niski troškovi rada i najekonomičniji izvor energije
- Minimalna potreba za održavanjem i bez potrebe za nadolijevanjem dodatnog goriva
- Jednostavna mehanika
- Primjenjivost sustava bilo gdje na Zemlji
- Ne buče i ne zagađuju okoliš
- Pružaju mogućnost uvođenja električne energije na mjesta gdje bi to inače bilo preskupo ili čak neizvedivo

## 7.2. Cijena ugradnje fotonaponskih ploča

Javnost prepoznaje prednosti ugradnje fotonaponskih ploča za sebe i okoliš, ali to ništa ne vrijedi ukoliko ne vide u tome i financijsku isplativost.

Ako se želi instalirati solarni sustav snage 10 kW potrebno je imati krov veličine 66 m<sup>2</sup>. Kada se govori o Saborskom, to nije problem jer većina stanovnika živi u kućama koje zadovoljavaju te dimenzije. Kupnja i sama ugradnja košta otprilike od 17 000 do 25 000 eura. Iznos se čini značajnim, ali kada se spoznaju sve prednosti ulaganje je profitabilno [16].

Nadalje, moguće je koristiti i sufinanciranje iz europskih fondova koje bi svi koji planiraju ulagati trebali uzeti u obzir. Predstavljen je plan s kojim potencijalni korisnici mogu ostvariti 60-80% državnih poticaja za energetska obnova obiteljskih kuća [17].

Energetska obnova obiteljskih kuća općenito obuhvaća [17]:

1. Zamjenu vanjske stolarije
2. Toplinsku zaštitu ovojnice grijanog prostora (vanjskog zida, krova, stropa)
3. Ugradnju kondenzacijskog plinskog kotla
4. Ugradnju sustava za korištenje obnovljivih izvora energije (solarni paneli, kotlova za biomasu, dizalice topline itd.)

Na slici 11. je prikaz kuće i koji dijelovi se sufinanciraju iz europskih fondova. Moguće je sufinanciranje i više mjera odjednom, ali se ipak savjetuje da se svake godine traži poticaj za samo jednu podmjeru jer je iznos sufinanciranja ograničen.



Slika 11. Obuhvaćat energetske obnove [17].

Tablica 1. daje prikaz sufinanciranja iz 2015. godine jer se čekaju novi uvjeti natječaja za 2018. godinu. Iz tablice se može vidjeti da se uz sufinanciranje iz europskih fondova može dobiti značajan poticaj koji može pomoći ljudima koji žele ući u ovakav projekt.

Vrsta mjere	Iznos sufinanciranja (2015.)		
	40%	60%	80%
	SVA OSTALA PODRUČJA	BRDSKO-PLANINSKA PODRUČJA, 2. SKUPINA OTOKA	PODRUČJA POSEBNE DRŽAVNE SKRBI, 1. SKUPINA OTOKA
TOPLINSKA ZAŠTITA VANJSKE OVOJNICE	do 30.000 kn	do 45.000 kn	do 60.000 kn
ZAMIJENA VANJSKE STOLARIJE	do 30.000 kn	do 45.000 kn	do 60.000 kn
UGRADNJA PLINSKIH KONDENZACIJSKIH KOTLOVA	do 12.000 kn	do 18.000 kn	do 24.000 kn
UGRADNJA SUSTAVA ZA KORIŠTENJE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE	do 12.000 kn	do 18.000 kn	do 24.000 kn
UKUPNO	do 84.000 kn	do 126.000 kn	do 168.000 kn

Tablica 1. Prikaz iznosa sufinanciranja iz 2015.godine [17].

Što se tiče natječaja i svih informacija vezanih uz izradu dokumentacije, sve se može saznati na odgovarajućoj internetskoj stranici [16].

Kada se govori o vremenu otplate mogućeg kredita, radi se o četiri do-, pet godina. Nakon tog vremena cijeli sustav koji se izgradi pripada vlasniku kuće [16]. Naravno, neće nužno svima trebati toliko vremena i sve ovisi o vremenskim prilikama na području gdje je instalirana solarna ćelija, njenoj snazi i veličini.

## 8. VJETROAGREGAT

Vjetroagregat je rotirajući stroj koji pretvara kinetičku energiju vjetra prvo u mehaničku, a zatim preko električnih generatora u električnu energiju. Pri tome se rotor vjetroturbine i rotor električnog generatora nalaze na istom vratilu. Vjetroagregat je još poznat pod nazivima vjetroturbina i vjetrogenerator, a u stvari vjetroagregat se sastoji od vjetroturbine i vjetrogeneratora. Mnogi ga još nazivaju i vjetroelektrana, što nije sasvim točno obzirom da pojam vjetroelektrana označava niz bliže smještenih vjetroagregata, najčešće istog tipa, izloženih istom vjetru i priključenih posredstvom zajedničkog rasklopnog uređaja na električnu mrežu. Vjetroagregati koriste energiju vjetra pa se i njih ubraja u obnovljive izvore energije i stoga su tako jako popularni. Godišnji porast po broju instaliranih vjetroagregata iznosi 30% u posljednjih deset godina. Očekuje se da će u naredne dvije godine ukupna instalirana snaga vjetroagregata iznositi oko 1 300 000 MW što čini 12% svjetske potrošnje električne energije. Sva obnovljiva energija dolazi od Sunca koje prema Zemlji zrači oko 5,25 kWh/m<sup>2</sup> na dan. Oko 1 do 2% energije koja dolazi od Sunca pretvara se u energiju vjetra i to je oko 100 puta više od energije pretvorene u biomasu od svih biljaka na Zemlji.[18]

Prvi vjetroagregati se javljaju još 1888. u SAD-u i koristili su se za dobivanje električne energije. Slijedi opis različitih vjetroagregata i kako se mogu primijeniti u autorovom naselju.

## 8.1. Vrste vjetroagregata

Postoji više vrsta vjetroagregata, međutim nisu svi pogodni za sva podneblja. Kada ih se dijeli prema osi vrtnje, postoje oni s vodoravnom osi vrtnje i sa okomitom osi vrtnje [18]. Većina vjetroagregata koji su spojeni na mrežu su vodoravnog tipa dok se s okomitom osi rjeđe susreću.

## 8.2. Vjetroagregat s vodoravnom osi vrtnje

Turbine s vodoravnom osi vrtnje su one čija je os vrtnje paralelna sa smjerom struje i tla i najčešće imaju 3 lopatice. Sastoje se od vratila, rotora i generatora koji se nalaze u kabini na vrhu i bitan je položaj prema vjetru za koji postoji senzor za zakretanje lopatica [18]. Većina je napravljena tako da budu okrenute prema vjetru jer na taj način izbjegavaju utjecaj turbulencija. Ovakvi vjetroagregati su uobičajeni i imaju visoku pouzdanost, visoki stupanj iskoristivosti i veliku obodnu brzinu. Promjer lopatica je oko 180 metara sa snagom oko 10 MW. Visina im je oko 70 pa sve do 100 metara. Vjetroagregat s vodoravnom osi koji se nalazi u Šibeniku je prikazan na slici 12.



Slika 12. Vjetroagregat s vodoravnom osi (Šibenik) [18].

Prednosti su velika učinkovitost kod proizvodnje električne energije, pristup većim brzinama vjetra, te stabilnost zbog lopatica koje se nalaze sa strane. Nedostaci su sustav za zakretanje lopatica, što ga čini skupljim, problemi na malim nadmorskim visinama, problemi kod transporta na moru i kopnu zbog visokih tornjeva i dugih lopatica [18].

### **8.3. Vjetroagregat s okomitom osi vrtnje**

Glavna značajka je da je os vrtnje postavljena okomito i ovakve vjetroturbine ne moraju biti stavljene direktno u vjetar da bi bile učinkovite, što je primjereno u područjima gdje se smjer vjetra mijenja [18]. Dakle, ovakve turbine mogu iskoristiti energiju iz više smjerova vjetra. Postoji više podvrsta ovakvih vjetroagregata, ali se danas većina ne koristi u komercijalnoj upotrebi. To su : Darrieusova turbina, Savoniusova turbina, te Giromili.

Prednosti su lako održavanje jer su svi dijelovi smješteni bliže tlu, jeftinija izvedba jer ne treba mehanizam za zakretanje, nema potrebe za visokim tornjem što također pojeftinjuje izvedbu i nije potrebno okretati položaj prema smjeru puhanja vjetra. Nedostaci su im složena zamjena dijelova, položaj jer moraju biti postavljene na ravan dio tla, te je potreban vanjski izvor energije za pokretanje [18].

### **8.4. Podjela vjetroagregata prema veličini i lokacijama**

Kada se govori o podjeli po veličini, misli se na podjelu po instaliranoj snazi i tako se dijele u 3 skupine [18]:

- Mali – instalirana snaga od 1 do 100 kW i koriste se kod udaljenih izoliranih mjesta.
- Srednji – snaga im je između 100 kW i 1,5 MW. Priključuju se na mrežu i u koriste se u komercijalnoj upotrebi.
- Veliki – snaga je veća od 1,5 MW. Stavljaju se na pučinu gdje su brzine vjetra velike.

Što se tiče lokacija također postoje 3 skupine lokacija gdje se postavljaju vjetroagregati. Te lokacije moraju imati prosječnu brzinu vjetra od oko 5 m/s i najbolje bi bilo kada bi lokacija imala konstantno strujanje vjetra bez turbulencija. Postoje kopnene, priobalne i lokacije na moru [18]. U nastavku se opisuju kopnene lokacije obzirom da se takva lokacija i obrađuje u radu.



Kod lokacija na kopnu vjetroagregati se instaliraju na vrhu brda jer se na taj način iskorištava puni potencijal akceleracije vjetra. Ta dodatna brzina vjetra čini veliku razliku kod dobivanja električne energije. Pri postavljanju vjetroagregata treba voditi računa da ponekad postoji neodobravanje od strane javnosti iz razloga što se može narušiti prirodna ljepota ili su ekološki značaj nekih lokacija. Još jedan razlog je uništavanje različitih staništa ptica koje žive na tim mjestima i koje mogu nastradati u vjetroagregatima. Stoga treba prethodno analizirati što bi njihovom ugradnjom okoliš dobio, a što izgubio.

## 8.5. Situacija u Republici Hrvatskoj

U Hrvatskoj se razvoj vjetroagregata počeo odvijati kasnih 80-tih godina prošloga stoljeća kada je Končar elektroindustrija d.d. postavila prvi vjetroagregat u brodogradilištu Uljanik. Danas se Končar elektroindustrija d.d. i dalje bavi proizvodnjom vjetroagregata sa svojim prototipom s kojim žele sustići i ostale poznate proizvođače [19]. Kada se razmatraju karakteristike vjetra na prostoru Hrvatske dobije se zaključak da postoji više desetaka područja koja imaju potencijal za instalaciju vjetroagregata. Mjerenja vjetra (brzina, smjer, učestalost) su pokazala da je za instalaciju najpovoljniji Jadran i stoga su prve elektrane izrađene upravo tamo.

U Hrvatskoj trenutno postoji 12 vjetroelektrana koje su u normalnom radu i koje isporučuju električnu energiju u elektroenergetski sustav Hrvatske. Instalirana snaga svih vjetroagregata je 280 MW i u radu ih je 148, a godišnje isporučuju oko 810 GWh električne struje [18]. Jedna od takvih vjetroelektrana se nalazi na Pagu i prikazana je na slici 13.



Slika 13. Vjetroelektrana Ravne na Pagu [18].

## **8.6. Cijena**

I u ovom dijelu kao i oko fotonaponskih ploča naglašava se cijena jer ona uvelike utječe hoće li se taj projekt moći ostvariti na nekom području ili ne. Cijenu vjetroagregata određuje cijena instalacije same turbine, kamatna stopa te količina proizvedene energije. Moderni vjetroagregati koštaju oko 1000 eura/kW [18]. Ta cijena se odnosi na velike vjetroelektrane koje sadrže mnogo velikih jedinica. Prije više od deset godina vjetroelektrane nisu bile isplative jer tada cijenom i snagom nisu bile konkurentne drugim tehnikama proizvodnje energije. Danas je situacija drugačija prvenstveno zbog tehnologije proizvodnje koja je napredovala. Vjetar polako ali sigurno postaje konkurentan izvor naspram fosilnih goriva kojih u Europi polagano nestaje pa i ne treba čuditi da svi istražuju nove izvore, a kao jedan od najrazvijenijih se ističe vjetar.

## **8.7. Mali vjetroagregat**

Kada se govori o instalaciji vjetroagregata u naselje kao što je Saborsko opisuju se mali vjetroagregati koje svatko može instalirati za sebe. Mogu se postaviti i na javne ustanove kao što je prikazano na slici 14. gdje se grupa malih vjetroagregata nalazi na školi. Oni su po načinu rada jednaki velikima, a kako se razvija industrija tako se na njih primjenjuju novi i bolji materijali i pojavljuju se na tržištu tvrtke koje se bave proizvodnjom samo malih vjetroagregata [20]. U početku zahtjevaju prilično visoka ulaganja, ali su postali konkurentni standardnim izvorima energije i ako uzmemo u obzir njihov životni vijek isplate se. Mali vjetroagregati su jedinice do 10 kW i one mogu zadovoljiti potrebe kućanstva. Na svjetskom tržištu je sve veća potražnja za ovakvim vjetroagregatima koji su namijenjeni naseljenim mjestima i povoljni su jer se koriste za postavljanje na kuće, dvorišta, stupove rasvjete itd. Najčešće se oni mogu naći upravo na seoskim imanjima koja su udaljena od električne mreže ili gdje se dešavaju česti kvarovi na mreži, što je slučaj i u Saborskom pa bi ovakva investicija sigurno olakšala život stanovnicima.



Slika 14. Mali vjetroagregati na školi u Arizoni [20].

Prednosti ima mnogo, a svima najzanimljivije je sigurno da je to najjeftiniji način za proizvodnju električne energije, on štiti okoliš, omogućava energetska neovisnost i opskrbljuje udaljene izolirane potrošače [20].

Kod malih vjetroagregata treba posebnu pažnju pridati sljedećem [20] :

- Paziti na sigurnosne mjere pri postavljanju vjetroagregata na velike visine
- Mogućnost pojave korozije
- U turističkim područjima moguće su pritužbe od susjeda zbog „ružnog“ izgleda

Mali vjetroagregati koji se postavljaju na krovove kuća imaju rotor promjera do dva metra, a nazivna im je snaga od 0,5 do 3 kW. Cijena instalacije malih vjetroagregata je oko 30 000 kuna, a visine stupa su oko 4 metra [20].

Povrat investicije je nešto sporiji nego kod fotonaponskih modula, ali se definitivno isplati i za cijenu od 30 000 kuna dobije se nešto što se može koristiti cijeli život. Kako će se tehnologija energije vjetra kao izvor električne energije dalje u budućnosti sve više razvijati svima bi trebalo biti u interesu što prije steći saznanja o tome i krenuti sa korištenjem navedenih pogodnosti.

## ZAKLJUČAK

Kada je autor započeo pisanje ovog završnog rada pretpostavio je što bi mogao biti zaključak jer je i ranije proučavao napredne mreže. S ulaskom dublje u problematiku naprednih mreža, mikromreža i obnovljivih izvora energije, upravo se potvrđuje raniji stav, a to je da su mikromreže neophodne za blisku budućnost.

U današnjem vremenu je nezamislivo živjeti bez električne energije, a trošenje fosilnih goriva bez razmišljanja o tome hoće li sutra biti raspoloživa je dovelo do toga da su ljudi primorani tražiti i druge izvore energije. Upravo obnovljivi izvori preko mikromreža mogu uvelike pomoći i olakšati korištenje električne energije u budućnosti. Kao što je više puta navedeno radu, prednosti ima mnogo. Ako zaštita okoliša nije dovoljna motivacija za njihovo korištenje, onda to svakako treba biti novčana ušteda zbog pogodnosti koje mogu pružiti fotonaponski modul ili vjetroagregat ili oboje. Kao i u svakom poslu tako je i ovdje za početak nužno ulaganje s kojim se sve pokreće, ali su brzo vidljivi rezultati.

Autor posebno ističe svoje naselje kojem je prijeko potrebno korištenje mikromreža. Teško je gledati ljude koji mogu ostati bez električne energije u današnjem vremenu, i to na duže vrijeme. A još je teže kada znamo rješenje tih problema ali ne možemo pomoći i zbog toga je potrebno u skorijoj budućnosti nešto pokrenuti i na tom polju pomoći stanovnicima. Autor nije imao namjeru nakon završenog obrazovanja ostajati u naselju, ali je spreman pružiti stručnu pomoć na ovom području jer bi stanovništvo prepoznalo dobre strane jednog takvog projekta i većina bi ga prihvatila objeručke.

Kako i u autorovom naselju tako i u cijeloj Hrvatskoj treba probuditi svijest kod ljudi oko ove teme i da se pravilno informiraju svi koji to budu htjeli.

## LITERATURA

[1] Andreadou N., Olariga Guardiola M., Papaioannou I., Prettico G., Smart Grid Laboratories Inventory 2016, JRC Science Of Policy Report, [http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/u24/2017/report\\_sg\\_labs/jrc104803\\_jrc104803\\_sgli\\_report\\_2016\\_pdf\\_version.pdf](http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses.jrc.ec.europa.eu/files/u24/2017/report_sg_labs/jrc104803_jrc104803_sgli_report_2016_pdf_version.pdf)

10.5.2018.

[2] Mikromreže, Wikipedia, <https://hr.wikipedia.org/wiki/Mikromre%C5%BEe>

12.5.2018.

[3] DeFrost Nicholas, Heleno Miguel, About microgrids, Microgrids at Berkeley Lab, <https://building-microgrid.lbl.gov/about-microgrids>

13.8.2017.

[4] Ciornei Irina, Albu Mihaela, Microgrids for evolved energy communities, Aalborg University, <https://www.et.aau.dk/research-programmes/microgrids/activities/dc-next-evolved-microgrids-for-evolved-energy-communities>

5.8.2018.

[5] Whitlock Robin, 7 Benefits of microgrids, Interesting Engineering, <https://interestingengineering.com/7-benefits-of-microgrids>

22.5.2018.

[6] Kuzle Igor, Mikromreže i fleksibilna trošila, Sveučilište u Zagrebu Fakultet Elektrotehnike i Računarstva, [https://bib.irb.hr/datoteka/821635.MIPRO\\_2015-Kuzle\\_final.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/821635.MIPRO_2015-Kuzle_final.pdf)

28.5.2018.

[7] Milošević Dejan, Đurišić Željko, Analiza primarne regulacije frekvencije u mikromrežama sa obnovljivim izvorima i baterijama za skladištenje energije, Elektrotehnički Fakultet u Beogradu, <https://infoteh.etf.ues.rs.ba/zbornik/2016/radovi/ENS-2/ENS-2-4.pdf>

2.7.2018.

[8] HEP operater distribuiranog sustava d.o.o, [http://www.hep.hr/ods/UserDocsImages/dokumenti/Planovi\\_razvoja/1\\_10g\\_2018\\_2027\\_z.pdf](http://www.hep.hr/ods/UserDocsImages/dokumenti/Planovi_razvoja/1_10g_2018_2027_z.pdf)

10.5.2018.

[9] Jovanovac Ivona, diplomski rad Mikromreže, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet Elektrotehnike, Računarstva i Informacijskih Tehnologija Osijek, <https://repositorij.unios.hr/islandora/object/etfos:784/preview>

12.5.2018.

- [10] Multi-agent system, Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/Multi-agent\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Multi-agent_system)  
25.6.2018.
- [11] Dudiak Jozef, Conka Zsolt, Hierarchical control of microgrid with renewable energy sources and energy storage, ResearchGate, [https://www.researchgate.net/figure/Hierarchical-structure-of-microgrid\\_fig1\\_283865111](https://www.researchgate.net/figure/Hierarchical-structure-of-microgrid_fig1_283865111)  
5.8.2018.
- [12] Saborsko, Saborsko.net, <http://www.saborsko.net/forum/viewtopic.php?f=11&t=1976>  
6.8.2018.
- [13] Fotonaponska ploča, Wikipedia, [https://hr.wikipedia.org/wiki/Fotonaponska\\_plo%C4%8Da](https://hr.wikipedia.org/wiki/Fotonaponska_plo%C4%8Da)  
20.5.2018.
- [14] Solarna fotonaponska energije, Wikipedia, [https://hr.wikipedia.org/wiki/Solarna\\_fotonaponska\\_energija](https://hr.wikipedia.org/wiki/Solarna_fotonaponska_energija)  
6.8.2018.
- [15] Solarne ploče su otrovne, Metro-Portal RTL, <http://m.metro-portal.rtl.hr/solarne-ploce-su-otrovne/497577>  
6.8.2018.
- [16] Bradarić Branimir, Zašto postaviti solarne ploče, Večernji.hr-Living, <https://living.vecernji.hr/nekretnine/otkrivamo-zasto-postaviti-solarne-ploce-na-krov-i-koliko-to-kosta-910058>  
12.7.2018.
- [17] Smolčić Marina, Energetska-obnova.hr, <http://energetska-obnova.hr/>  
15.7.2018.
- [18] Vjetroagregat, Wikipedia, <https://hr.wikipedia.org/wiki/Vjetroagregat>  
20.5.2018.
- [19] KONČAR, Vjetroagregat, [http://www.koncar-ket.hr/podrucja\\_djelovanja/obnovljivi\\_izvori/vjetroagregati](http://www.koncar-ket.hr/podrucja_djelovanja/obnovljivi_izvori/vjetroagregati)  
20.7.2018.
- [20] Jerkić Edo, Mali vjetroagregati, vjetroelektrane.com, <http://www.vjetroelektrane.com/vjetroelektrane-za-pocetnike/759-mali-vjetroagregati-razvoj-i-mogucnosti>

25.7.2018.