

Utjecaj izgradnje sunčanih elektrana za samoopskrbu na smanjenje prihoda operatora distribucijskog sustava

Horvatin, Ivana

Graduate thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Economics and Business / Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:148:125312>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported / Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-20**



Repository / Repozitorij:

[REPEFZG - Digital Repository - Faculty of Economics & Business Zagreb](#)



**Sveučilište u Zagrebu
Ekonomski fakultet
Diplomski stručni studij
Ekonomika energetike i okoliša**

**UTJECAJ IZGRADNJE SUNČANIH ELEKTRANA ZA SAMOOPSKRBU NA
SMANJENJE PRIHODA OPERATORA DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA**

Diplomski rad

Ivana Horvatin

Zagreb, rujan 2024.

**Sveučilište u Zagrebu
Ekonomski fakultet
Diplomski stručni studij
Ekonomika energetike i okoliša**

**UTJECAJ IZGRADNJE SUNČANIH ELEKTRANA ZA SAMOOPSKRBU NA
SMANJENJE PRIHODA OPERATORA DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA
IMPACT OF THE CONSTRUCTION OF SOLAR POWER PLANTS FOR
SELF-SUPPLY ON THE REDUCTION OF INCOME OF DISTRIBUTION
SYSTEM OPERATORS**

Diplomski rad

Student: Ivana Horvatin

JMBAG: 0067357833

Mentor: Doc. dr. sc. Goran Slipac

Zagreb, rujan 2024.

SAŽETAK

Obnovljivi izvori energije postali su ključni fokus zbog zabrinutosti oko zagađenja okoliša i globalnog zatopljenja, što se reflektira u politikama Europske unije. Povećana integracija solarnih elektrana za samoopskrbu smanjuje potrošnju energije iz mreže, uzrokujući značajne izazove za prihode operatora distribucijskih sustava (ODS). Ovaj rad istražuje utjecaj tih promjena na poslovanje ODS-ova, naglašavajući potrebu za prilagodbom poslovnih modela i regulatornih politika kako bi se osigurala održivost elektroenergetskog sustava u budućnosti. Rad također analizira financijski utjecaj instalacije solarnih elektrana na prihode operatora distribucijskog sustava (ODS) na primjeru kućanstva koje je instaliralo solarnu elektranu kapaciteta 5 kW. Analiza pokazuje da kućanstva s instaliranom solarnom elektranom smanjuju svoju potrošnju energije iz mreže za 60%, što rezultira značajnim smanjenjem prihoda ODS-a. U radu se predlažu mjere za ublažavanje ovih negativnih učinaka, uključujući prilagodbu tarifnih modela, ulaganje u napredne mreže i razvoj dodatnih usluga za korisnike. Rezultati sugeriraju potrebu za promjenom poslovnog modela ODS-a u kontekstu sve većeg korištenja obnovljivih izvora energije.

Ključne riječi: solarne elektrane, operator distribucijskog sustava, ODS, financijski utjecaj, tarifni modeli, obnovljivi izvori energije

SUMMARY

Renewable energy sources have become a key focus due to concerns about environmental pollution and global warming, which is reflected in the policies of the European Union. The increased integration of solar power plants for self-supply reduces energy consumption from the grid, causing significant challenges for the revenues of distribution system operators (DSOs). This paper investigates the impact of these changes on the operations of DSOs, emphasizing the need to adapt business models and regulatory policies in order to ensure the sustainability of the electric power system in the future. The paper also analyzes the financial impact of the installation of solar power plants on the income of the distribution system operator (DSO) using the example of a household that installed a solar power plant with a capacity of 5 kW. The analysis shows that households with an installed solar power plant reduce their energy consumption from the grid by 60%, which results in a significant reduction in DSO income. The paper proposes measures to mitigate these negative effects, including adjusting tariff models, investing in advanced networks and developing additional services for users. The results suggest the need to change the business model of ODS in the context of the increasing use of renewable energy sources.

Keywords: solar power plants, distribution system operator, DSO, financial impact, tariff models, renewable energy sources

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Predmet i cilj rada	1
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja.....	2
1.3. Sadržaj i struktura rada.....	2
2. OBNOVLJIVI IZVORI U ELEKTROENERGETSKOM SUSTAVU.....	4
2.1. Osnovni pokazatelji tehnologija obnovljivih izvora energije	8
2.2. Pregled izgradnje projekata u Hrvatskoj.....	10
2.3. Temeljne odrednice izgradnje projekata u Hrvatskoj	12
2.4. Zakonska regulativa iz područja obnovljivih izvora energije.....	15
3. POSLOVANJE OPERATORA DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA.....	20
3.1. Pojmovno određenje operatora distribucijskog sustava	20
3.2. Ključni aspekti poslovanja operatora distribucijskog sustava.....	21
3.3. Regulatorni okvir poslovanja	23
3.4. Uloga operatora distribucijskog sustava u budućnosti.....	25
4. ANALIZA SMANJENJA PRIHODA OPERATORA DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA: STUDIJA SLUČAJA.....	29
4.1. Metodologija i rezultati istraživanja	32
4.2. Ograničenja i preporuke.....	39
5. ZAKLJUČAK	41
LITERATURA	42
POPIS SLIKA.....	47
POPIS TABLICA	48
POPIS GRAFIKONA	49
ŽIVOTOPIS.....	50

IVANA HORVATIN

Ime i prezime studenta/ice

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOŠTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je DIPLOMSKI RAD
(vrsta rada)
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Student/ica:

U Zagrebu, 24. 9. 2024

Ivana Horvatin
(potpis)

1.UVOD

1.1. Predmet i cilj rada

U posljednje vrijeme postoji značajan interes za temu obnovljivih izvora energije. To je prije svega zbog zabrinutosti glede zagađenja okoliša (osobito zbog problematike kiselih kiša i globalnog zatopljenja) kao posljedica izgaranja neobnovljivih fosilnih goriva. Promocija obnovljive energije već dugo vremena predstavlja ključni element politika Europske unije, što je naglašeno i u dokumentima poput Strategije za obnovljive izvore energije EU-a ili Direktive o obnovljivim izvorima energije. U ovom kontekstu, fokus ovog rada usmjeren je na rasprostranjenu problematiku smanjenja prihoda operatora distribucijskih sustava (dalje ODS) zbog povećane integracije obnovljivih izvora energije. Posebno je istaknuta važnost obnovljivih izvora energije kao ključnog faktora u postizanju energetske samodostatnosti. Važno je napomenuti da smanjenje prihoda ODS-a proizlazi uglavnom iz projekata samoopskrbe, a ne nužno iz izgradnje sunčevih elektrana kao neovisnih postrojenja. Ovo postaje posebno vidljivo s obzirom na mogućnost svake države da iskoristi raznolike obnovljive izvore energije. Taj aspekt dolazi do izražaja, pogotovo kada je riječ o sunčevoj energiji koja se sve više koristi čak i na sjeveru Europe. Primjerice, Norveška se ističe kao napredna zemlja u korištenju sunčeve energije, što je vidljivo i po upotrebi plutajućih sunčanih elektrana smještenih uz obalu Norveške, unatoč geografskim ograničenjima (Garanović, 2022).

Povećanjem društvene svijesti o posljedicama i uzrocima globalnog zagrijavanja tijekom devedesetih godina prošlog stoljeća, pojavila se politička volja za smanjenjem emisija stakleničkih plinova. Iako proizvodnja električne i toplinske energije čini otprilike 25% ukupnih emisija stakleničkih plinova, važno je napomenuti da postoji i drugih 75% emisija koje potječu iz drugih izvora. Stoga je, unatoč važnosti dekarbonizacije energetskeg sektora, potrebno također obratiti pažnju na druge sektore kao što su promet, industrija i poljoprivreda kako bi se ukupno smanjila emisija stakleničkih plinova (Pandžić i Beus, 2017:48). Ovo podrazumijeva širu strategiju borbe protiv klimatskih promjena koja uključuje različite sektore i mjere. Smanjenje emisija stakleničkih plinova izaziva dodatne izazove za ODS-ove, koji doživljavaju poteškoće u održavanju prihoda uslijed povećane integracije obnovljivih izvora energije u mrežu. Cilj rada je istražiti utjecaj povećane izgradnje sunčanih elektrana za potrebe samoopskrbe na distribucijski sustav. Potrebno je proučiti način na koji ova integracija utječe na poslovanje operatora distribucijske mreže.

Tema utjecaja izgradnje sunčanih elektrana za samoopskrbu na smanjenje prihoda ODS-ova važna je i aktualna jer se bavi ključnim izazovima i promjenama u energetske sektoru. Svijet se sve više okreće prema obnovljivim izvorima energije kako bi se smanjila emisija stakleničkih plinova i postigla energetska održivost. Izgradnja sunčevih elektrana za samoopskrbu igra ključnu ulogu u ovom procesu. Korištenje sunčevih elektrana za samoopskrbu znači da pojedinci i poduzeća proizvode vlastitu električnu energiju pomoću solarnih panela, umjesto da ovise o fosilnim gorivima ili električnoj mreži. To smanjuje emisiju stakleničkih plinova i osigurava stabilnu opskrbu energijom, bez obzira na vanjske čimbenike poput promjena cijena energenata ili prekide u opskrbi električnom mrežom. S druge strane to znači manju potrošnju električne energije iz mreže što za posljedicu ima i smanjenje prihoda ODS-ova. Utjecaj na njihove prihode u tom smislu ima veliki ekonomski značaj. Operatori moraju prilagoditi svoje poslovne modele kako bi se nosili s novim izazovima. Nadalje, regulatorne agencije (u Hrvatskoj je to Hrvatska energetska regulatorna agencija) te vlada i nadležna ministarstva moraju prilagoditi svoje politike kako bi podržale integraciju obnovljivih izvora energije i osigurale održivost elektroenergetskih sustava. Razumijevanje utjecaja izgradnje sunčanih elektrana na prihode ODS-ova ključno je za oblikovanje održivih energetske sustava budućnosti.

Rad bi trebao doprinijeti boljem razumijevanju promjena u elektroenergetskom sektoru uzrokovanih izgradnjom sunčanih elektrana za samoopskrbu te identificirati ključne izazove i probleme s kojima se suočavaju ODS-ovi u kontekstu energetske tranzicije.

1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja

U radu se koriste sekundarni izvori podataka uključujući literaturu koja se tiče navedene tematike (knjige, znanstveni članci, relevantni internetski portali, pravni izvori). Također se koristi metoda studije slučaja pri izradi empirijskog dijela rada gdje se obrađuje konkretni primjer utjecaja izgradnje sunčanih elektrana na prihode operatora distribucijskog sustava.

1.3. Sadržaj i struktura rada

Rad se dijeli na pet glavnih dijelova. Prvi dio je uvod gdje se izlažu predmet i cilj rada, izvori podataka i metode prikupljanja te sadržaj i struktura rada. Drugi dio rada bavi se obnovljivim izvorima u elektroenergetskom sustavu što obuhvaća osnovne pokazatelje tehnologija obnovljivih izvora energije, pregled izgradnje projekata u Hrvatskoj, temeljne odrednice izgradnje projekata u Hrvatskoj i zakonsku regulativu iz područja obnovljivih izvora energije.

Treći dio rada tiče se poslovanja ODS-ova što uključuje njihovo pojmovno određenje, ključne aspekte poslovanja, regulatorni okvir poslovanja te ulogu ODS-ova u budućnosti. Četvrti dio rada je empirijski i odnosi se na analizu smanjenja prihoda ODS-a kroz studiju slučaja što uključuje metodologiju istraživanja, primjer iz prakse, raspravu te ograničenja i preporuke za buduća istraživanja. Posljednji dio rada je zaključak koji sažima vlastite stavove autorice o provedenom istraživanju.

2. OBNOVLJIVI IZVORI U ELEKTROENERGETSKOM SUSTAVU

U suvremenom dobu, obnovljivi izvori energije postaju sve značajniji čimbenik u elektroenergetskom sustavu, a razvijene države snažno potiču njihovo korištenje. Porast potrebe za obnovljivim izvorima u proizvodnji električne energije bilježi se uslijed rastuće svijesti o klimatskim promjenama i želje za smanjenjem emisija stakleničkih plinova. Obnovljiva energija je ona energija koja dolazi iz izvora koji neće nestati. Prirodni su i sami se obnavljaju te obično imaju nisku ili nultu emisiju CO₂ (National Grid, 2023). Prema Zakonu o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (2021), obnovljivi izvori energije dijele se na sljedeće:

- Energija Sunčeva zračenja;
- Energija vjetra;
- Hidroenergija;
- Geotermalna energija;
- Energija biomase;
- Energija mora;
- Nespecificirani i ostali obnovljivi izvori energije.

Sveprisutnost Sunca kao izvora energije ključna je za funkcioniranje mnogih energetskih lanaca na Zemlji. Njegova energija transformira se u različite primarne izvore energije poput fosilnih goriva, potencijalne energije vode, energije valova i morskih struja te energije vjetra, igrajući ključnu ulogu u održavanju klimatskih i životnih ciklusa. Sunce je temeljni pokretač života na Zemlji te ključna točka u vjerovanjima različitih civilizacija. Kao najbliža zvijezda Zemlji, smješteno je u središtu Sunčevog sustava, a energija koju emitira ima ključnu ulogu u podržavanju života. Kemijski sastav Sunca, uglavnom sastavljen od vodika (70%) i helija (28%), teče prema načelima održivog razvoja (Pandžić i sur., 2016:55).

Nuklearna fuzija koja se odvija u jezgri Sunca rezultira stvaranjem helija iz spajanja dva atoma vodika, uz oslobađanje ogromne količine energije. S obzirom na ovu konstantnu proizvodnju energije, masa Sunca neprestano se smanjuje brzinom od 4 milijuna tona svake sekunde. Temperature u jezgri Sunca dosežu impresivnih 15 milijuna °C, dok je temperatura na njegovoj površini oko 5500 °C. Ovaj proces nuklearne fuzije odgovoran je za neposredno ili posredno opskrbljivanje većine dostupne energije na Zemlji (Pandžić i sur., 2016:55).

Višak mase u spomenutom procesu pretvara se u energiju prema Einsteinovoj teoriji, tj. $E=mc^2$. Dakle, Sunce proizvodi ogromnu količinu energije, ali samo mali dio nje stiže do Zemlje. Energija potječe iz nuklearne fuzije koja se odvija u jezgri Sunca. Sunce je stabilna zvijezda, za koju je izgledno da će zadržati iste karakteristike i površinsku temperaturu dugi niz godina. Zanimljivo je napomenuti da Sunce nije jedna od vrućih zvijezda, već jedna od hladnijih. Hladnije zvijezde su žute boje kao što je boja Sunca. Ipak, njegova toplina s udaljenosti od gotovo 150 milijuna kilometara vrlo je učinkovita u održavanju topline na Zemlji i podržava život (Babatunde, 2012:5).

Sunce zrači oko 3.86×10^{26} džula energije svake sekunde, što je više od ukupne energije koju je čovjek ikada koristio od svog postanka. Iako se nešto od te energije gubi u atmosferi, količina koja svake sekunde stiže na površinu Zemlje, ako se pravilno iskoristi, vjerojatno je dovoljna da zadovolji svjetsku potražnju za energijom. Danas je opće poznato da je Sunce glavni izvor energije za sve procese koji se odvijaju u zemljinom atmosferskom sustavu. Svi životi na Zemlji ovise o njegovoj zračnoj energiji izravno ili neizravno kako bi preživjeli. Stoga je Sunce jedan od popularnih izglednih izvora energije koji se proučavaju i traže u današnjem svijetu kao dugoročni, mogući izvor obnovljive i pouzdane energije. Sunce je dostupno svima na kopnu i slobodno je od politike te su mu samo potrebni odgovarajući uređaji kako bi uhvatili njegove zrake i pretvorili ih u korisnu toplinu ili rad. Količina sunčeve energije dostupne za bilo koje područje ovisi samo o njegovom položaju u odnosu na Sunce (Babatunde, 2012:5).

Količina sunčeve energije koja se prima po jedinici površine u sekundi na vanjskoj granici Zemljine atmosfere iznad određenog mjesta poznata je kao izvanzemaljsko zračenje i iznosi otprilike 3.0×10^{26} džula. Izvanzemaljsko zračenje koje se prima pod normalnim kutom (tj. na prosječnoj udaljenosti Sunce–Zemlja) na vanjskoj granici atmosfere mjesta poznato je kao sunčana konstanta I_{sc} i iznosi otprilike $4921 \text{ kJm}^{-2}\text{h}^{-1}$. Ako Sunce emitira energiju kako je gore navedeno, u obliku elektromagnetskog zračenja danog jednadžbom $E = mc^2$, gdje je m masa, a c brzina svjetlosti, energija koju Sunce zrači ekvivalentna je gubitku mase od strane Sunca svaku sekundu, što se može procijeniti kao $m=3 \times 10^{26}/c^2 = 3.3 \times 10^9 \text{ kgs}^{(-1)}$. Ako Sunce gubi masu ovom brzinom, može se procijeniti da bi Sunce moglo nestati za otprilike 2×10^4 milijuna godina. Dakle, energija Sunca može se smatrati neiscrpnom za Zemlju, odnosno, Sunce će pratiti čovječanstvo još neko vrijeme. Međutim, količina energije koja stiže do površine Zemlje je otprilike $1.00 \times 10^3 \text{ Wm}^{(-2)}$ u podne na ekvatoru. Smanjenje Sunčeve energije dok prolazi kroz atmosferu do površine Zemlje, zajedno sa sezonskim, noćnim i vremenskim prekidima, predstavlja glavnu prepreku potpunoj realizaciji korištenja sunčeve energije. Unatoč tome, ona

se pokazuje kao najatraktivniji alternativni izvor energije za čovječanstvo. Korištenje sunčeve energije je nezagađujuće u smislu emitiranja štetnih tvari, a istovremeno je ekološki prihvatljivo, održivo, decentralizirano i prilagodljivo. Povezani uređaji za korištenje sunčeve energije zahtijevaju minimalno ili nikakvo održavanje, dok su istovremeno sigurni i ekonomični. Korištenje sunčeve energije postaje dugoročni izvor energije budućnosti. Može se tvrditi da je to jedini ponovljivi izvor dovoljno velik da zadovolji ljudske zahtjeve za opskrbom energijom ako se pravilno iskoristi. Svi ostali obnovljivi izvori energije ovise izravno ili neizravno o Suncu za svoje postojanje (Babatunde, 2012:6).

Osnovne metode izravnog korištenja energije Sunca obuhvaćaju sljedeće principe:

- Korištenje sunčanih kolektora za pripremu tople vode.
- Upotreba fotonaponskih ćelija za izravnu pretvorbu sunčeve energije u električnu energiju.
- Fokussiranje Sunčeve energije pomoću sustava zrcala, stvaranje značajne količine toplinske energije koja se potom konvertira u električnu energiju putem standardnih generatora (primjena u velikim energetske postrojenjima) (Babatunde, 2012:7).

Današnja tehnologija sve više koristi energiju Sunca u raznolikim oblicima, od sunčane rasvjete u vrtu do vozila koja koriste sunčani pogon. Moderno društvo uočava mnoge prednosti korištenja sunčeve energije, uključujući smanjenje ovisnosti o fosilnim gorivima, poboljšanje kvalitete zraka i smanjenje emisija stakleničkih plinova (Koški i Zorić, 2010:81).

Vjetar je zrak u pokretu. Nastaje zbog neujednačenog zagrijavanja površine Zemlje od strane Sunca. Energija vjetra koristi se tisućama godina za pretvaranje kinetičke energije vjetra u mehaničku energiju za mljevenje žita ili crpljenje vode. Danas se vjetroturbine sve više koriste za proizvodnju električne energije. Dva najčešća tipa vjetroturbina korištenih za proizvodnju električne energije su horizontalne i vertikalne. Horizontalne turbine imaju lopatice koje podsjećaju na propelere aviona. Vertikalne turbine izgledaju poput gigantskih metlica za miješanje. Vertikalne turbine su jednostavnije za održavanje, mogu prihvatiti vjetar iz bilo kojeg smjera i ne zahtijevaju zaštitne značajke protiv jakih vjetrova. Međutim, horizontalne turbine proizvode više električne energije, zbog čega se puno češće koriste od onih vertikalnih. Većina proizvodnje električne energije odvija se na velikim vjetroelektranama (Albuquerque Public Schools, n.d.).

Hidroenergija je ona energija koja proizlazi iz kinetičke energije vode. Obnovljivi je izvor energije jer se neprestano obnavlja u vodenom ciklusu. Kako voda prolazi kroz uređaje poput vodenih kotača ili turbina, kinetička energija vode pretvara se u mehaničku energiju, koja se može koristiti za mljevenje žita, pokretanje pilane, crpljenje vode ili proizvodnju električne energije. Dakle, hidroenergija se oslanja na beskrajni, stalno obnavljajući sustav vodenog ciklusa kako bi proizvela električnu energiju koristeći kinetičku energiju vode. Hidroenergija koristi turbine i generatore kako bi pretvorila kinetičku energiju u električnu energiju, koja se zatim dovodi u elektroenergetsku mrežu kako bi opskrblila domove, poduzeća i industrije električnom energijom (Water Power Technologies Office, 2023).

Geotermalna energija potječe iz visokih temperatura unutar Zemlje. Ta toplina nastaje radioaktivnim raspadom elemenata ispod površine Zemlje. Postoji više vrsta geotermalne energije, ali jedina vrsta koja se široko koristi je hidrotermalna energija. Hidrotermalna energija ima dva osnovna sastojka: vodu i toplinu. Voda ispod površine Zemlje dolazi u dodir s zagrijanim stijenama i pretvara se u paru. Ovisno o temperaturi pare, može direktno grijati zgrade ili pokretati turbine za proizvodnju električne energije (Albuquerque Public Schools, n.d.).

Biomasa je svaka organska tvar biljnog i životinjskog porijekla. Najčešći primjeri su drvo, usjevi, alge i životinjski otpad. Biomasa se koristi tisućama godina i najstariji je poznati izvor energije. Radi se o obnovljivom izvoru energije jer mu je opskrba neograničena - uvijek se može ponovno uzgajati u relativno kratkom vremenu. Sva biomasa nastaje pretvorbom sunčeve energije. Energija se pohranjuje u biomasi putem procesa fotosinteze u kojem biljke kombiniraju ugljični dioksid, vodu i određene minerale kako bi stvorile ugljikohidrate. Najčešći način oslobađanja energije iz biomase je izgaranje. Manje korišteni načini uključuju bakterijsko truljenje, fermentaciju i konverziju. Postoje četiri glavne vrste biomase: (1) drvo i poljoprivredni proizvodi, (2) kruti otpad, (3) plin iz odlagališta i (4) alkoholna goriva. Drvo je daleko najčešći oblik i ima ga u gotovo 90 posto sve biomase koja se koristi. Izgaranje krutog otpada uobičajena je praksa, a ljudi to čine tisućama godina. Ono što je novo je sagorijevanje otpada radi proizvodnje električne energije. Elektrane na otpadnu energiju rade poput tradicionalne termoelektrane, samo što se smeće koristi za proizvodnju pare za pokretanje turbina. Iako je obično skuplje proizvesti električnu energiju korištenjem biomase, velika prednost je smanjenje količine otpada koji završava na odlagalištima. Kukuruz, pšenica i drugi usjevi mogu se koristiti za proizvodnju različitih tekućih goriva, a najčešći su etanol i metanol (Albuquerque Public Schools, n.d.).

Energija mora predstavlja energiju valova i plime i oseke (nositelji potencijalne energije). Kod energije valova pretvarači koriste energiju sadržanu u valovima oceana za proizvodnju električne energije. Pretvarači uključuju: oscilirajuće vodene stupce koji zadržavaju zračne mjehuriće za pokretanje turbine; oscilirajuće tijelo koje pretvarači koriste valnu pokretljivost; i pretvarače koji koriste prelijevanje i iskorištavaju razlike u visini. Plimna energija je proizvedena ili pomoću tehnologija plimnog opsega koje koriste branu (branu ili drugu prepreku) kako bi iskoristile snagu između visoke i niske plime, putem tehnologije plimnih struja ili hibridnom primjenom (IRENA, 2023).

Zaključno, suvremeno doba naglašava rastuću važnost obnovljivih izvora energije, potaknutu svjesnošću o klimatskim promjenama i željom za smanjenjem emisija stakleničkih plinova. Sunce, ključni izvor obnovljive energije, igra nezamjenjivu ulogu u održavanju klimatskih i životnih ciklusa na Zemlji. S obzirom na ogromnu količinu energije koju Sunce emitira, potencijalna primjena sunčanih tehnologija predstavlja dugoročni izvor energije budućnosti, dok se i drugi obnovljivi izvori poput vjetra, hidroenergije, geotermalne energije i biomase sve više istražuju i koriste kako bi se zadovoljile energetske potrebe društva. Energija mora, uključujući valove i plime, također predstavlja perspektivno područje za proizvodnju električne energije. Integracija ovih obnovljivih izvora u elektroenergetski sustav ključna je za ostvarivanje održivijeg i manje zagađujućeg energetskeg sustava. u budućnosti.

2.1. Osnovni pokazatelji tehnologija obnovljivih izvora energije

Tijekom proteklih nekoliko godina proizvodnja obnovljive energije rapidno je rasla. Globalni trendovi ulaganja u obnovljivu energiju u 2023. godini potaknuti su snažnom potražnjom i atraktivnim, dugoročnim poticajima (Futurize, 2023). Različiti izvori obnovljive energije razlikuju se po svojoj sposobnosti održavanja kontinuiranog širenja kapaciteta i opskrbe energijom ili grijanjem kada i gdje je to potrebno uz prihvatljive troškove. Ove razlike u potencijalu trebalo bi istražiti prije nego što se donesu velike investicije koje na kraju mogu propasti.

Ključno pitanje je mogu li opredjeljenja u energetici zadovoljiti potrebe globalne populacije koja bi mogla premašiti 10 milijardi do 2060. godine. Ako se pretpostavi da će energetska učinkovitost rasti po stopi od 1.6% godišnje, kako je globalno promatrano tijekom 1990-2006. godine (World Energy Council, 2008), potražnja za primarnom energijom porasla bi otprilike pet puta do 2100. godine.

Stalno povećanje kapaciteta pojedinih tehnologija obnovljive energije može se održavati samo ako su potrebni resursi dostupni i ako je moguće ispuniti zahtjeve za zemljištem. Stopa rasta ovisi o postizanju ravnoteže u cijeni proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora s cijenom proizvodnje električne energije iz konvencionalnih izvora te o očekivanjima investitora i politikama koje podržavaju ovu ravnotežu. Grossmann i njegovi kolege (2010) ističu četiri ključna kriterija za procjenu performansi tehnologija obnovljive energije, s fokusom na sljedeće aspekte:

- **Dostatnost potencijala energije:** Prvi kriterij odnosi se na sposobnost obnovljivih izvora energije da zadovolje značajan dio globalnih energetske potreba. Ova točka ističe važnost potencijala samih izvora energije i njihovu sposobnost da pruže održivu i pouzdanu snagu koja može zadovoljiti potražnju.
- **Dostupnost potrebnih materijala:** Drugi kriterij procjenjuje dostupnost materijala potrebnih za implementaciju obnovljivih tehnologija. Bitno je razmotriti jesu li ti materijali lako dostupni ili postoje prepreke koje bi mogle otežati ili spriječiti implementaciju tehnologija.
- **Postizanje ekonomske konkurentnosti:** Treći kriterij procjenjuje mogućnost tehnologija obnovljive energije da budu ekonomično konkurentne u odnosu na konvencionalne izvore energije. Ova točka istražuje očekivani trenutak kada će tehnologije postići ovu ekonomsku ravnotežu.
- **Prihvatljivost površine zemljišta:** Implementacija obnovljivih energetske sustava često zahtijeva značajne površine zemljišta, posebno za solarne i vjetroelektrane. Stoga je važno procijeniti utjecaj koji takvi sustavi mogu imati na okoliš, uključujući i utjecaj na opskrbu vodom i kvalitetu tla.

Središnji zaključak prethodnih studija jest da je tehnički potencijal tehnologija osim sunčanih nedostatan, posebice uz predviđenu buduću potražnju (Hoogwijk, 2004, deVries i sur., 2007, Lewis, 2007, Zweibel i sur., 2008). Sunčeva energija ima daleko najveći potencijal od svih obnovljivih izvora (deVries i sur., 2007 i Lewis, 2007). Hoće li sunčeva energija zaista moći igrati dominantnu ulogu u budućoj proizvodnji energije ovisit će o njezinom izvođenju u odnosu na druga tri pokazatelja: dostupnost resursa, proizvodne troškove i zahtjeve za zemljištem.

Ovi pokazatelji također mogu pomoći u identifikaciji obećavajućih tehnologija na koje bi se politike energije trebale usredotočiti, kao i potrebnih uvjeta podrške za održani rast tržišta

obnovljive energije (Zweibel i sur., 2008 i Mason i sur., 2008). Zbog dugog vijeka trajanja investicija u energetskom sektoru, odluke o opskrbi energijom, potražnji i učinkovitosti bit će od presudnog značaja tijekom cijelog ovog stoljeća. Primjerice, predviđeni životni vijek solarnih elektrana je do 30 godina. Zgrade imaju vijek trajanja od 100 godina ili više, troše otprilike 20-30% primarne energije i odgovorne su za barem trećinu globalnih emisija CO₂ (Ürge-Vorsatz i Novikova, 2008). Zgrade s nula ili neto nultom energijom postale su zlatni standard. Osim toga, mogu se osloniti na sunčevu energiju i energiju vjetra. Pokazatelji su važni alati u adaptivnom upravljanju, tj. iterativnim pristupima donošenju odluka koji se ažuriraju s povećanim razumijevanjem uključenih nesigurnosti. To je nužno za politiku obnovljive energije s obzirom na povijest brzih i često nedovoljno predvidivih razvoja. (Grossman i sur., 2010).

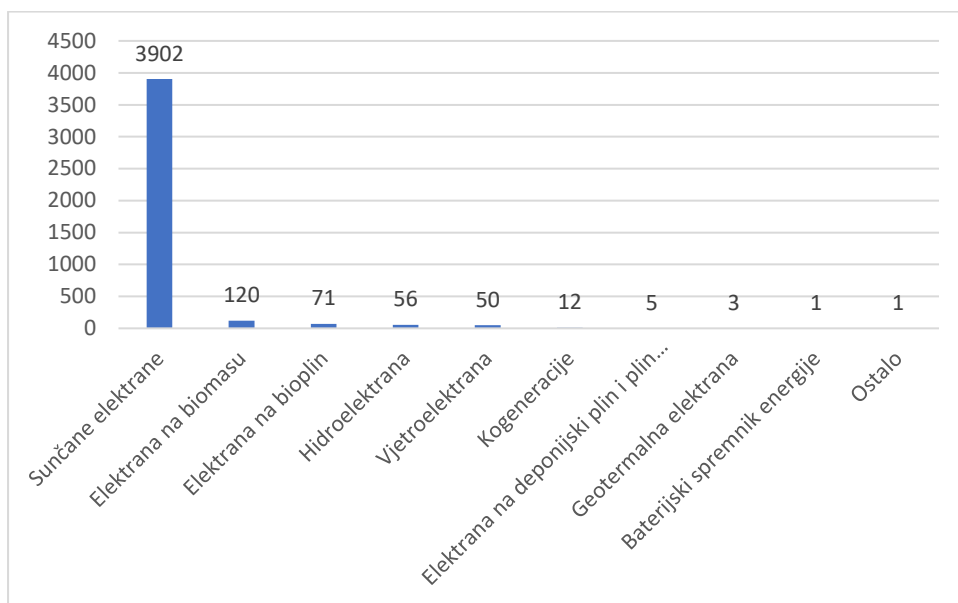
S brzim tempom trenutačnih tehnoloških i političkih razvoja, neizbježna su iznenađenja. Pokazatelji tehnologija obnovljivih izvora energije olakšavaju usporedbu trenutnih razvoja s ranijim predviđanjima i pomažu u prepoznavanju iznenađenja u ranoj fazi.

2.2. Pregled izgradnje projekata u Hrvatskoj

Prema podacima evidentiranim u Registru obnovljivih izvora energije i kogeneracije te povlaštenih proizvođača (dalje Registar OIEKPP) zaključno s 23. siječnja 2024. godine, upisano je ukupno 7.872,893 megavata (MW) snage projekata odnosno ukupno 4.221 projekt što uključuje projekte koji su trenutno u pogonu i projekte koji su u fazi planiranja ili izgradnje.. Najveći dio tih projekata čine sunčane elektrane, a slijede ih elektrane na biomasu i elektrane na bioplin, što ilustrira Grafikon 1.

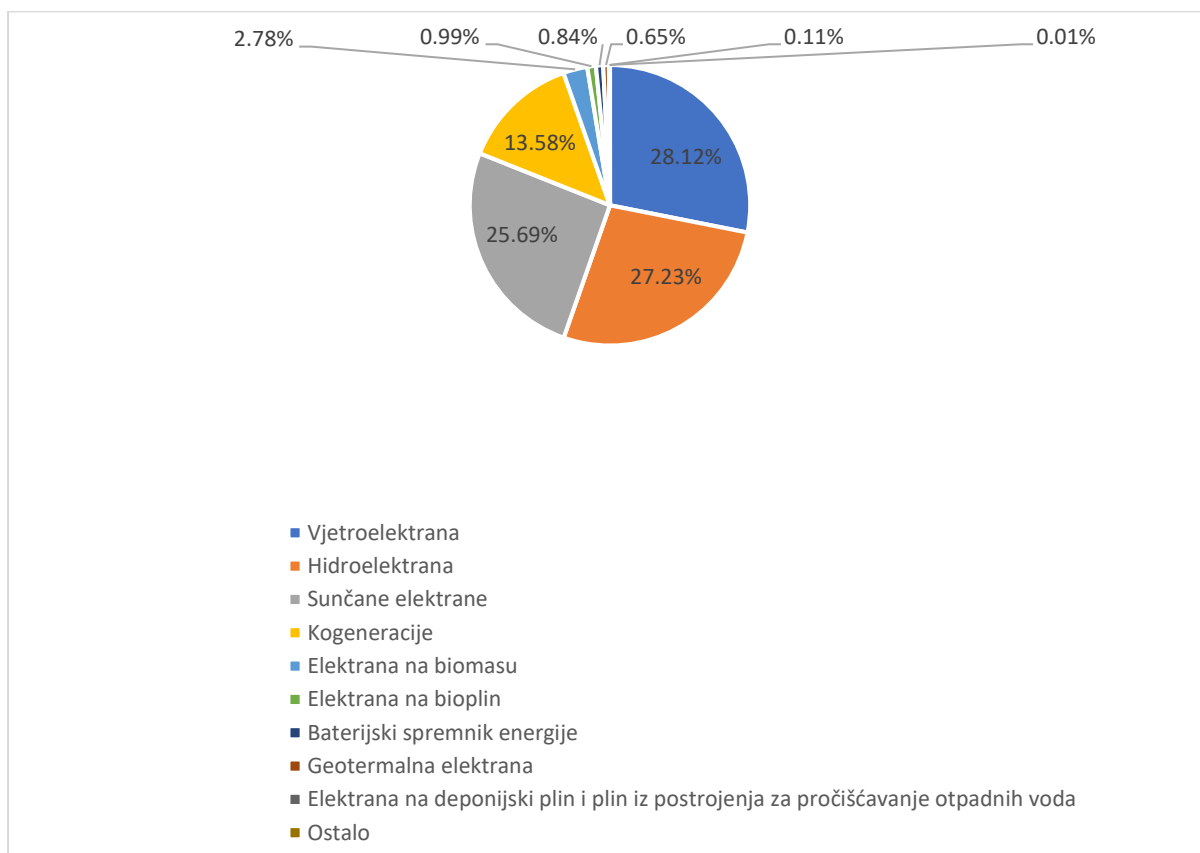
Grafikon 2. prikazuje instaliranu snagu projekata za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora zaključno s danom 23. siječnja 2024. godine. Prema podacima iz Registra OIEKPP-a zaključno s danom 23. siječnja 2024. godine, a kako je vidljivo s Grafikona 2., u registar su bili upisani projekti ukupne snage 7,8 GW. Uglavnom je riječ o vjetroelektranama, nakon kojih slijede hidroelektrane i sunčane elektrane. Grafikon 3. prikazuje toplinsku snagu projekata za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora zaključno s danom 23. siječnja 2024. godine. Glavnina toplinskih kapaciteta dolazi iz bioplinskih elektrana, a potom iz elektrana na biomasu i kogeneracijskih postrojenja.

Grafikon 1. Broj projekata za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora



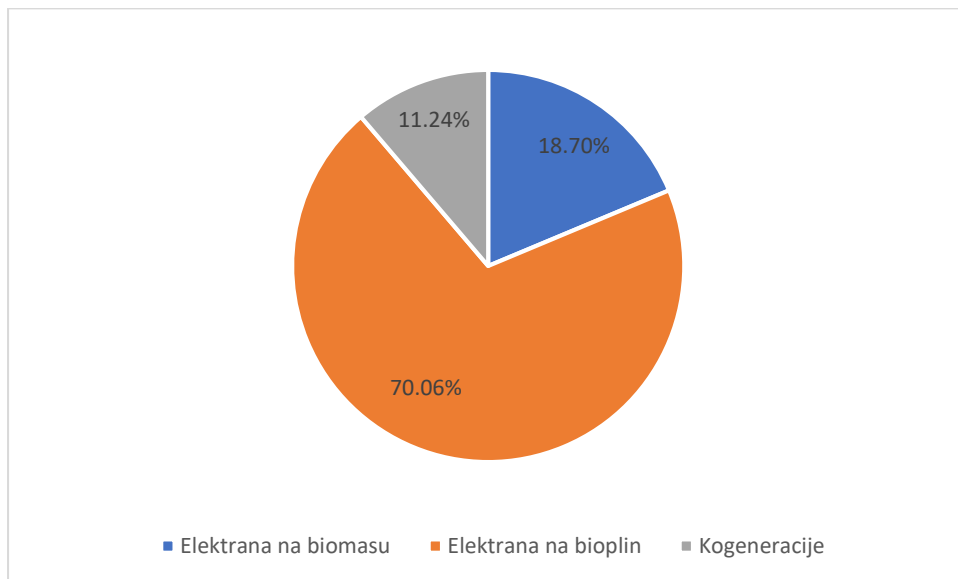
Izvor: autorica prema OIE (2024.), Pregledi podataka u Registru OIEKPP, preuzeto 23.1.2024. s <https://oie-aplikacije.mzoe.hr/Pregledi/>

Grafikon 2. Instalirana snaga projekata za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora



Izvor: autorica prema OIE (2024.), Pregledi podataka u Registru OIEKPP, preuzeto 23.1.2024. s <https://oie-aplikacije.mzoe.hr/Pregledi/>

Grafikon 3. Toplinska snaga projekata za proizvodnju toplinske energije iz obnovljivih izvora



Izvor: autorica prema OIE (2024.), Pregledi podataka u Registru OIEKPP, preuzeto 23.1.2024. s <https://oie-aplikacije.mzoe.hr/Pregledi/>

Ovi podaci ukazuju na značajan napredak u uspostavi projekata obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj, a naglasak je na sunčanim elektranama i vjetroelektranama.

2.3. Temeljne odrednice izgradnje projekata u Hrvatskoj

Temeljne odrednice izgradnje projekata obnovljivih izvora u elektroenergetskom sustavu u Hrvatskoj uključuju niz zakonskih i regulatornih okvira, strategija te tehničkih i ekonomskih uvjeta. Ključni elementi su sljedeći:

- **Zakonodavni okvir:** Zakoni poput Zakona o obnovljivim izvorima energije (2023) i visokoučinkovitoj kogeneraciji, Zakona o energiji (2018) te Zakona o tržištu električne energije (2021) čine osnovni pravni okvir. Ovi zakoni postavljaju pravila i uvjete za poticanje i razvoj obnovljivih izvora energije, uključujući i pravila o proizvodnji, distribuciji i prodaji električne energije iz obnovljivih izvora.
- **Nacionalna Strategija:** Strategija energetskega razvoja Republike Hrvatske (2020) ima ključnu ulogu u postavljanju smjernica i ciljeva za razvoj obnovljivih izvora energije. Ova strategija definira planove, smjernice i ciljeve za integraciju obnovljivih izvora u elektroenergetski sustav.
- **Poticaži i potpore:** Različite poticajne mjere i potpore uključujući feed-in-tarife, povlastice ili poticajne cijene za proizvođače obnovljive energije igraju ključnu ulogu

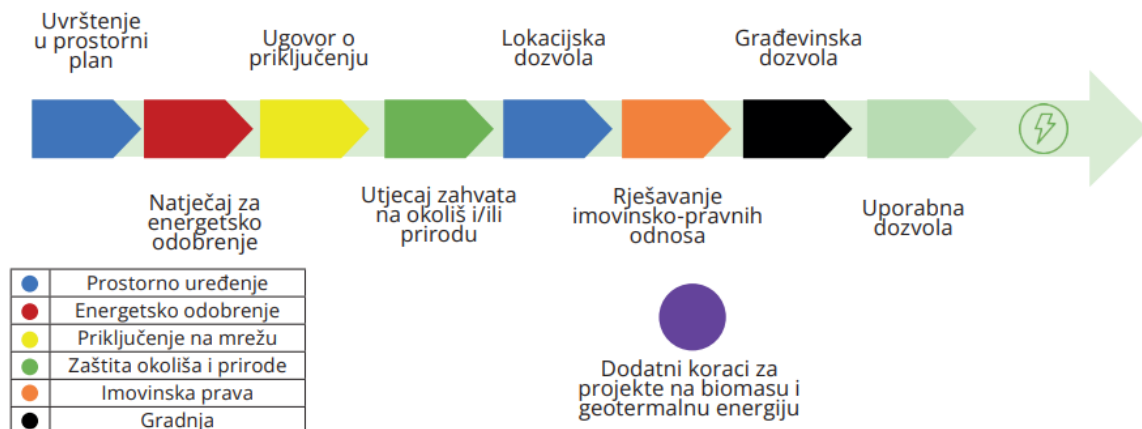
u privlačenju investitora (Lider, 2020). Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost često sudjeluje u financiranju projekata obnovljivih izvora energije (Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost, 2023).

- **Energetske dozvole i koncesije:** Dobivanje energetske dozvola i koncesija ključan je korak u realizaciji projekata. Ovi procesi uključuju procjene utjecaja na okoliš, tehnološke studije i druge administrativne postupke (OIE, 2021a). Energetsko odobrenje omogućuje developerima da steknu status nositelja projekta prema zakonu i budu upisani u Registar obnovljivih izvora energije i kogeneracije te povlaštenih proizvođača. Osoba koja želi izgraditi proizvodno ili skladišno postrojenje izražava pismeni interes Ministarstvu gospodarstva i održivog razvoja (MINGOR) za gradnju na određenoj lokaciji. Energetsko odobrenje regulira Zakon o tržištu električne energije, a uredba koja bi trebala biti donesena temelji se na odredbama tog zakona (OIE, 2022).
- **Povezivanje na elektroenergetsku mrežu:** Priključenje obnovljivih izvora na elektroenergetsku mrežu zahtijeva pažljivo planiranje i koordinaciju s operatorima mreže. Ovo uključuje tehničke aspekte poput prilagodbe na varijabilnu proizvodnju i implementaciju mjera za održavanje stabilnosti mreže (OIE, 2021a). Priključenje na elektroenergetsku mrežu u Hrvatskoj provodi se putem postupka koji vodi operator mreže, bilo HOPS ili HEP ODS, ovisno o vrsti mreže (prijenosnoj ili distribucijskoj). Postupak počinje podnošenjem zahtjeva za izradu EOTRP-a (Elaborat optimalnog tehničkog rješenja priključenja), što je studija analize mreže koja obuhvaća informacije o trenutnom i planiranom stanju elektroenergetske mreže te analizu sigurnosti u različitim uvjetima proizvodnje i potrošnje. Elaborat rezultira optimalnim tehničkim rješenjem priključenja, uz procjenu troškova (OIE, 2022).
- **Održivost i zaštita okoliša:** Projekti obnovljivih izvora često su podložni visokim standardima održivosti i zaštite okoliša. Energetski projekti moraju udovoljavati smjernicama i propisima vezanim uz ekološku održivost (OIE, 2021a).
- **Lokacijska dozvola:** Lokacijska dozvola je potrebna za projektiranje i izgradnju energetske objekata (OIE, 2022).
- **Energetsko odobrenje:** Energetsko odobrenje predstavlja preduvjet za dobivanje lokacijske dozvole, a nakon nje, rizik u razvoju projekta znatno se smanjuje (OIE, 2022).

- **Tehnička i ekonomska izvedivost:** Analiza tehničke izvedivosti i ekonomske izvedivosti ključna su u početnim fazama planiranja projekta. Ove analize uključuju procjene potencijala, troškove, proizvodnju energije i razdoblje povrata investicije.
- **Suradnja sa zajednicom:** Proces izgradnje projekata obnovljivih izvora često uključuje suradnju s lokalnom zajednicom. Osiguravanje podrške i transparentnosti prema lokalnom stanovništvu važan je korak u ostvarivanju uspjeha projekta (OIE, 2021b).
- **Građevinske dozvole:** Nakon što su imovinsko-pravni odnosi riješeni, projekt postaje spreman za gradnju nakon dobivanja pravomoćne građevinske dozvole. Međutim, nositelj projekta može započeti izgradnju temeljem izvršne građevinske dozvole, preuzimajući vlastiti rizik (OIE, 2022).

Detaljnije su odrednice izgradnje projekata u Hrvatskoj prikazane na Slici 1.

Slika 1. Upravni postupci izgradnje projekata obnovljivi izvora energije u Republici Hrvatskoj



Izvor: OIE (2021.a), Vodič za razvoj i provedbu projekata obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj, preuzeto 20.12.2023. s <https://oie.hr/wp-content/uploads/2021/12/EBRD-Vodic.pdf>

Ipak, ni navedeni koraci na Slici 1. ne obuhvaćaju sve pojedinosti potrebne za završetak projekta obnovljivih izvora energije, već pružaju opći pregled ključnih postupaka. Prikazani slijed koraka u procesu dobivanja dozvola predstavlja optimalan scenarij za investitora u projektu (OIE, 2021a).

Najkompleksniji administrativni procesi odnose se na geotermalne elektrane, budući da je potrebno dobiti odobrenje za istraživanje geotermalnih voda putem javnog natječaja (OIE,

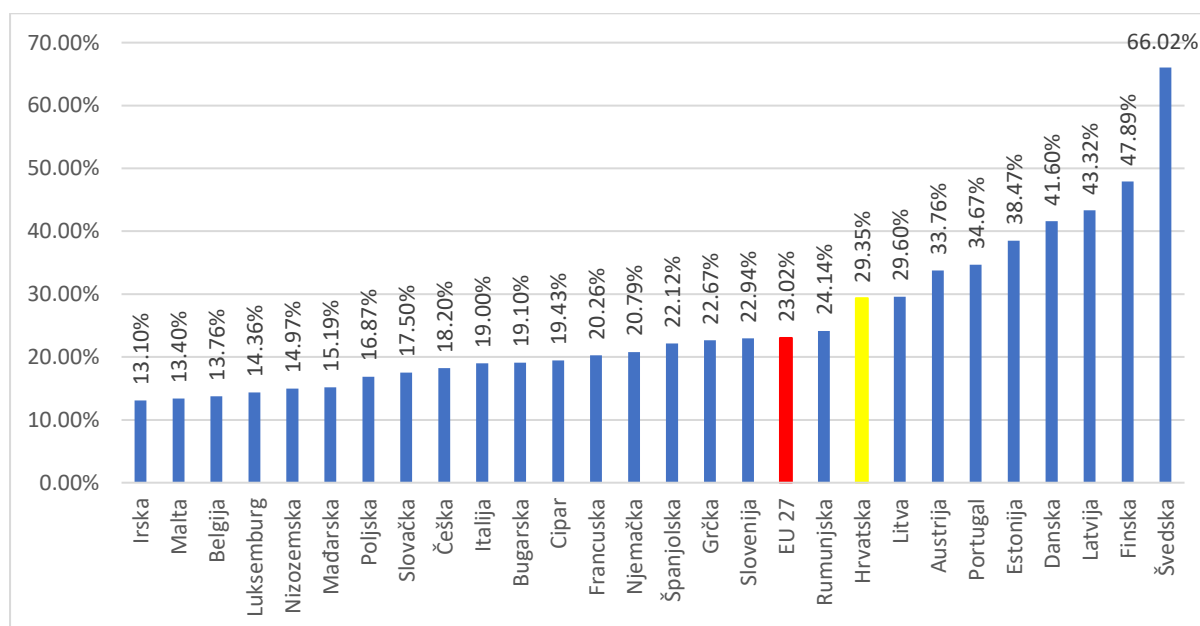
2022). Sve ove odrednice zajedno čine kompleksan okvir koji određuje uspješnost i održivost projekata obnovljivih izvora u elektroenergetskom sustavu u Hrvatskoj.

2.4. Zakonska regulativa iz područja obnovljivih izvora energije

Upotreba obnovljivih izvora energije ključna je za osiguranje stabilne opskrbe energijom. Europska unija donosi različite zakonske dokumente kako bi regulirala razvoj energetskeg sektora, uključujući Bijelu i Zelenu knjigu o energetskej politici i obnovljivim izvorima energije. Fokus ovih dokumenata je na sigurnosti opskrbe, zaštiti okoliša i konkurentnosti industrije.

Direktiva 2018/2001/EU naglašava važnost korištenja obnovljivih izvora energije i postavlja ciljeve za razdoblje do 2030. godine. Ti ciljevi uključuju smanjenje emisija CO₂ za 40%, povećanje udjela obnovljivih izvora energije na 32% te povećanje udjela obnovljivih izvora energije u prometu na 14%. U svrhu ovako postavljenih ciljeva, zemlje članice razvijale su nacionalne akcijske planove koji uključuju strategije, zakonodavstvo i poticajne mjere. Od uvođenja ove Direktive, udio obnovljivih izvora energije u potrošnji energije u EU porastao je s 12,5% u 2010. godini na 23% u 2022. godini (European Commission, 2023). Kako prikazuje Grafikon 4., Švedska je imala najveći udio obnovljivih izvora energije u svojoj potrošnji (66,02%), ispred Finske (47,89%) i Latvije (43,32%) (Eurostat, 2023).

Grafikon 4. Udio obnovljivih izvora energije u potrošnji energije u EU, 2022.



Izvor: autorica prema Eurostat (2023.), Share of energy from renewable sources, preuzeto 20.12.2023. s

https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_IND_REN_custom_4597401

Iz Grafikona 4. je također vidljivo kako se Hrvatska nalazi na devetom mjestu po udjelu obnovljivih izvora energije u potrošnji energije u EU 2022. godine te je po ovome pokazatelju iznad prosjeka EU 27. Uz to, Europska komisija podržava korištenje alternativnih goriva u prometu, a direktive 2001/77/EC i 2004/8/EC reguliraju upotrebu obnovljivih izvora za proizvodnju električne energije i kombiniranu proizvodnju električne i toplinske energije. S obzirom na potrebu da se ubrza tranzicija EU-a na čistu energiju, Direktiva o obnovljivoj energiji EU/2018/2001 revidirana je 2023. godine. Direktiva o izmjenama i dopunama EU/2023/2413 stupila je na snagu 20. studenog 2023. godine. Uspostavila je zajednički okvir za promicanje energije iz obnovljivih izvora u EU i postavila obvezujući cilj od 32% ukupnog udjela energije iz obnovljivih izvora u bruto konačnoj potrošnji energije u EU 2030. godine (European Commission, 2023).

Navedena direktiva postavlja nacionalne ciljeve za zemlje članice EU i propisuje mjere koje trebaju poduzeti kako bi se postigli ciljevi do 2030. godine, uključujući donošenje nacionalnih akcijskih planova, zadovoljavanje kriterija održivosti i zaštite okoliša te jamstva podrijetla proizvedene energije. Svaka zemlja članica razvija vlastite strategije i zakonodavni okvir kako bi doprinijela postizanju ukupnih ciljeva.

Korištenje obnovljivih izvora energije i kogeneracije ima snažnu podršku u strateškim dokumentima razvoja energetskega sektora i zaštite okoliša u Republici Hrvatskoj. Strategija energetskega razvoja Republike Hrvatske, donesena na sjednici Hrvatskog sabora 16. listopada 2009. godine, postavila je ključne smjernice za razvoj energetskega sektora do 2020. godine (Strategija energetskega razvoja Republike Hrvatske, 2009). Dana 28. veljače 2020. godine donesena je nova Strategija energetskega razvoja Republike Hrvatske sa smjericama za razvoj energetskega sektora do 2030. godine s pogledom na razvoj energetskega sektora do 2050. godine. Nacionalna strategija zaštite okoliša također potiče korištenje obnovljivih izvora energije u svrhu očuvanja okoliša (Strategija energetskega razvoja Republike Hrvatske, 2020).

Strateški ciljevi postavljeni u Strategiji energetskega razvoja Republike Hrvatske za korištenje obnovljivih izvora energije do 2020. godine uključuju povećanje udjela obnovljivih izvora u neposrednoj potrošnji energije za 20%, povećanje udjela proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora za 35% te povećanje udjela biogoriva u potrošnji benzina i dizelskog goriva za 10% (Strategija energetskega razvoja Republike Hrvatske, 2009). Strategija energetskega razvoja Republike Hrvatske do 2030. godine s pogledom na 2050. godinu predstavlja korak prema ostvarenju vizije niskougljične energije. Ona ima za cilj omogućiti prijelaz na novo

razdoblje energetske politike koje će osigurati pristupačnu, sigurnu i kvalitetnu opskrbu energijom, sve to bez dodatnog opterećenja državnog proračuna kroz državne potpore i poticaje. Očekuje se da će proces energetske tranzicije biti kapitalno intenzivan, iako bez državnih potpora, uz istodobni veći angažman privatnog sektora i kapitala u financiranju projekata obnovljivih izvora energije (Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske, 2020).

Energetski zakoni i podzakonska regulativa, doneseni od strane Hrvatskog sabora, čine zakonodavni okvir energetskog sektora. Ti zakoni obuhvaćaju područja poput opće energije, tržišta električne energije, regulacije energetskih djelatnosti, tržišta nafte i naftnih derivata, tržišta plina, proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinskom energijom, učinkovitog korištenja energije te biogoriva za prijevoz. Zakon o energiji (2018), kao ključni zakon u energetskom sektoru Hrvatske, regulira razvoj tog sektora i određuje Strategiju energetskog razvoja kao glavni dokument koji usmjerava energetske politiku i planira razvoj energetike u Republici Hrvatskoj. Ovaj zakon jasno izražava pozitivan stav prema obnovljivim izvorima energije i kogeneraciji, naglašavajući u članku 13. stavku 1. da je njihovo korištenje u interesu Republike Hrvatske (Zakon o energiji, 2018).

Energetski razvoj Hrvatske, usmjeren prema obnovljivim izvorima energije i povećanju energetske učinkovitosti, također je podržan Zakonom o Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost (FZOEU) (2012) te Zakonom o državnim potporama (2017). Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost osigurava financijska sredstva za provedbu projekata u području obnovljivih izvora energije sukladno Strategiji Republike Hrvatske. Zakon o tržištu plina (2020) propisuje da se pravila utvrđena tim zakonom primjenjuju i na bioplin, plin iz biomase i druge vrste plina koje se tehnički i sigurno mogu transportirati kroz plinski sustav. Zakon o tržištu toplinske energije (2019, čl.1., st. 1.) propisuje odredbe koje reguliraju sigurne i pouzdane uvjete opskrbe toplinskom energijom, upravljanje toplinskim sustavima za grijanje i hlađenje, postupci dodjele koncesija za distribuciju toplinske energije i izgradnju distributivne mreže, kao i pravila i mjere za sigurno obavljanje djelatnosti proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinskom energijom u okviru toplinskih sustava. Također, zakon obuhvaća mjere koje se primjenjuju s ciljem povećanja energetske učinkovitosti u toplinskim sustavima. Člankom 3. ovog Zakona navodi se kako je korištenje obnovljivih izvora energije kao izvora toplinske energije od interesa za Republiku Hrvatsku.

Zakoni koji reguliraju područje energetske učinkovitosti i štednje energije u građevinskom sektoru uključuju sljedeće zakone:

- Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19),
- Zakon o prostornom uređenju i gradnji (NN 76/07, 38/09, 55/11, 90/11, 50/12, 55/12, 80/13),
- Zakon o učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji (NN 152/08, 55/12, 101/13, 153/13, 14/14),
- Zakon o postupanju i uvjetima gradnje radi poticanja ulaganja (NN 69/09, 128/10, 136/12, 76/13, 153/13).

Jedan od važnih zakona u Hrvatskoj koji regulira područje obnovljivih izvora energije je Zakon o biogorivima za prijevoz (NN 65/09, 145/10, 26/11, 144/12, 14/14, 94/18, 52/21). Ovaj zakon, koji je prvi put stupio na snagu 13. lipnja 2009. godine, propisuje pravila za proizvodnju, trgovinu i skladištenje biogoriva i drugih obnovljivih goriva. Također, uređuje korištenje biogoriva u prijevozu, donošenje programa i planova za poticanje proizvodnje i korištenja biogoriva, ovlasti i odgovornosti za utvrđivanje i provođenje politike poticanja proizvodnje i korištenja biogoriva te mjere poticanja proizvodnje i korištenja biogoriva u prijevozu.

Dodatna regulativa koja čini osnovu podržavanja razvoja i korištenja obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj je:

- Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (NN 138/21, 83/23): utvrđuje okvir za poticanje i razvoj obnovljivih izvora energije te visokoučinkovite kogeneracije u Hrvatskoj.
- Zakon o energetske učinkovitosti (NN 127/14, 116/18, 25/20, 32/21, 41/21): regulira pitanja energetske učinkovitosti, uključujući i mjere usmjerene na poticanje obnovljivih izvora energije.
- Zakon o tržištu električne energije (NN 111/2021, NN 83/2023): uređuje tržište električne energije u Hrvatskoj, uključujući i uvjete za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora.
- Nacionalni akcijski plan za obnovljive izvore energije (NN 5/21): sadrži mjere za poticanje korištenja obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj kako bi se postigli ciljevi propisani u okviru Europske unije.

- Uredba o poticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije (NN 70/2023): detaljnije regulira uvjete, tarife i poticaje za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora.

Dakle, Hrvatska je prepoznala važnost korištenja obnovljivih izvora energije i kogeneracije u skladu sa strateškim dokumentima, dok EU kontinuirano evoluira svoje zakonodavstvo kako bi potaknula članice na ambiciozne ciljeve i akcije u području obnovljivih izvora energije.

3. POSLOVANJE OPERATORA DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA

Tradicionalni centralizirani model proizvodnje i distribucije električne energije prolazi kroz intenzivnu transformaciju. Razlog tome su nagli porast potreba za energijom i hitna potreba za održivošću na energetsom tržištu kao i uspostava tržišta električne energije. Korištenje obnovljivih izvora energije, novih tehnologija i decentralizirane proizvodnje električne energije uvjetuje elektroenergetski sustav koji ima otporniju, dinamičniju i održivu infrastrukturu. U ovoj novoj promjeni, za ODS-ove bit će ključna veza između proizvodnje i potrošnje energije. Poslovanje ODS-ova odnosi se na ključne aktivnosti, odgovornosti i izazove koje ti subjekti susreću u elektroenergetskom sektoru, o čemu slijedi više riječi počevši s njihovim pojmovnim određenjem.

3.1. Pojmovno određenje operatora distribucijskog sustava

Prema članku 3. i stavku 1. Zakona o tržištu električne energije (2023), ODS je „fizička ili pravna osoba odgovorna za pogon i vođenje, održavanje, razvoj i izgradnju distribucijske mreže na danom području kao i zajedničkih postrojenja prema prijenosnoj mreži i, kada je to primjenjivo, međusobno povezivanje s drugim distribucijskim sustavima te za osiguravanje dugoročne sposobnosti distribucijske mreže da zadovolji razumne zahtjeve za distribuciju električne energije“.

ODS-ovi se definiraju kao subjekti u elektroenergetskom sektoru koji upravljaju distribucijskom mrežom električne energije i osiguravaju njezinu dostupnost krajnjim korisnicima. Glavna uloga operatora distribucijskog sustava bila je distribucija električne energije iz prijenosne mreže (mreže visokog napona) na niskonaponsku razinu kako bi se električna energija distribuirala do domaćinstava, tvrtki i drugih potrošača na lokalnoj razini (E.DSO, 2024).

Europski ODS-ovi uglavnom upravljaju distribucijskim vodovima i omogućavaju potrošačima izbor primarnih dobavljača energije u sustavu otvorenog pristupa distribuciji. Potrošači i proizvođači električne energije direktno surađuju s odgovarajućim pružateljima energetske usluga, koji, zauzvrat, mogu surađivati s operatorima prijenosnog sustava (OPS) i pružateljima usluga prijenosa (Rahimi i Mokhtari, 2014:10).

Prema definiciji, ODS-ovi su odgovorni za tehnički rad distribucijske (ili niskonaponske) mreže, na kojoj se očekuje da će većina sunčanih fotonaponskih sustava biti povezana. Ovisno o broju korisnika i stupnju tržišne liberalizacije, ODS-ovi se mogu pravno ili funkcionalno

razdvojiti od odjela za maloprodaju električne energije. Osim toga, oni su također ključni akteri u suradnji s OPS-om, lokalnim zajednicama i drugim ODS-ovima. ODS-ovi su prisutni u svim elektroenergetskim sustavima u nekom obliku, čime postaju važna konstanta koja se može istraživati od sustava do sustava (Lonergan i Sansavini, 2022).

Prema Iberdrola (2024) ODS-ovi su entiteti odgovorni za distribuciju i upravljanje energijom od izvora proizvodnje do krajnjih potrošača. Digitalizacija je ključ za osiguranje modela ODS-a, što zahtijeva ulaganja u automatizaciju, pametna brojila, sustave u stvarnom vremenu, velike količine podataka i analitiku podataka.

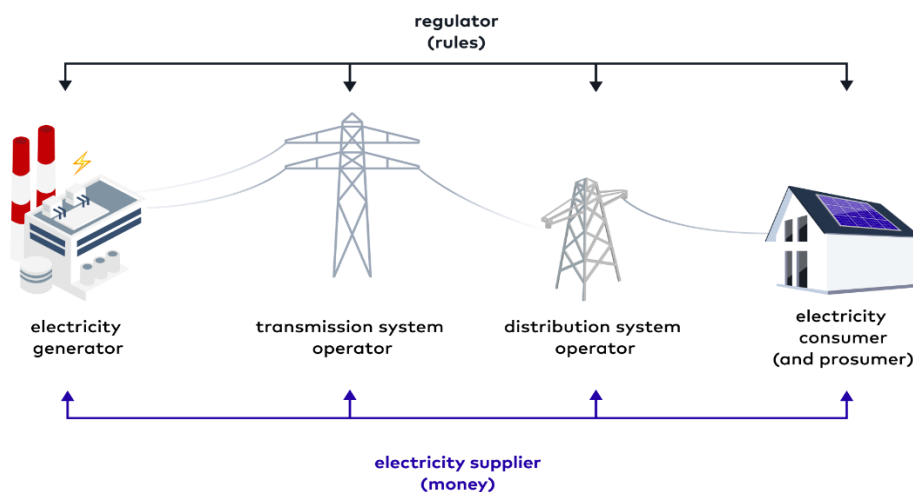
Na temelju definicija operatora distribucijskih sustava (ODS) može se izvesti zaključak da ODS predstavlja ključnog aktera u elektroenergetskom sustavu, odgovornog za upravljanje, održavanje, razvoj, i izgradnju distribucijske mreže na određenom području.

3.2. Ključni aspekti poslovanja operatora distribucijskog sustava

Tradicionalna distribucija energije slijedi unidirekcijski model od centraliziranih elektrana kroz visokonaponske prijenosne mreže do distribucijskih mreža i konačno do krajnjih potrošača. Oni koji sudjeluju na razini distribucije poznati su kao operatori distribucijske mreže. Model ODS-ova, s druge strane, usvaja decentralizirani i dinamičniji pristup distribuciji energije. Predstavlja odstupanje od tradicionalnog pristupa distribuciji električne energije odozgo prema dolje. Osim toga, model ODS-ova priznaje prisutnost distribuirane proizvodnje, obnovljivih izvora energije i naprednih tehnologija. Međutim, ovaj moderni energetska sustav zahtijeva promjenu prirodnih monopola komunalnih poduzeća i strategija upravljanja mrežom, što sada stvara ulogu ODS-a (M1&Co, 2023).

Slika 2. prikazuje koncept poslovanja ODS-ova. Na slici je prikazan zakonski regulirani proces dobavljanja električne energije od električnih generatora do krajnjeg potrošača. U ovom procesu, ODS ima posrednu ulogu zajedno s OPS-om. Električna energija prolazi kroz distribucijski sustav kojim upravlja ODS kako bi stigla do krajnjeg potrošača. Ovaj proces obuhvaća pridržavanje zakonskih regulativa koje upravljaju prijenosom i distribucijom električne energije.

Slika 2. Koncept poslovanja operatora distribucijskog sustava



Izvor: gridX (2024.), Grid Operator, preuzeto 5.1.2024. s <https://www.gridx.ai/knowledge/what-is-a-grid-operator>

ODS-ovi su kao i OPS-ovi odvojeni od tržišnih sudionika i upravljaju distribucijskom i prijenosnom mrežom kako bi se osigurala konkurencija na tržištu električne energije. ODS predstavlja prirodni monopol na upravljanje distribucijskom mrežom u određenom geografskom području (E.DSO, 2024). Budući da su ODS-ovi odgovorni za tehničko održavanje i rad distribucijske mreže električne energije, vrlo aktivno sudjeluju u instalaciji sunčanih fotonaponskih sustava kod korisnika mreže; poduzetništvu, domaćinstvima itd. (Lonergan i Sansavini, 2022).

Rastuća potražnja za električnom energijom u tehnologijama s niskim emisijama CO₂ i porast distribuiranih izvora energije stvorili su potrebu za distribucijskom mrežom koja može proaktivno zadovoljiti potrebe potrošača. I upravo ovdje dolazi do izražaja model rada ODS-ova. Neke od prednosti ovog modernog modela distribucije energije su sljedeće:

- **Integracija:** Model ODS-ova omogućava masovnu integraciju obnovljivih izvora energije. To, zauzvrat, poboljšava kvalitetu opskrbe i stvara vrijednost za potrošače.
- **Mjerenje i upravljanje tokovima energije:** Model ODS-ova koristi napredna brojlara za mjerenje i upravljanje dvosmjernim tokovima energije te sporadičnom prirodnom sunčeve energije i energije vjetra.
- **Pravedna vrijednost za čistu energiju:** ODS-ovi mogu nuditi poticaje poput programa i tarifa za distribuiranu proizvodnju energije. To daje distribuiranim proizvođačima

energije značajnu vrijednost za njihove usluge i potiče veći udio distribuiranih izvora energije.

- **Pružanje informacija u stvarnom vremenu:** Model pruža potrošačima pristup informacijama o potrošnji energije u stvarnom vremenu. To osigurava potpuno i personalizirano iskustvo za potrošača (M1&Co, 2023).

Na razini Hrvatske HEP ODS d.o.o. do prije nekoliko godina obavljao je poslove distribucije električne energije, kao što su mjerenje potrošnje, obračun potrošnje, održavanje obračunskih mjernih mjesta te terenske aktivnosti. Također, obavljao je i usluge javne opskrbe kupaca električnom energijom. Sukladno zakonskoj obvezi od 1. studenog 2016. godine, novo društvo unutar HEP grupe - HEP Elektra d.o.o., preuzima odgovornost za usluge javnog opskrbljivača kupaca električnom energijom. Unatoč ovoj promjeni, HEP ODS i dalje zadržava svoj status kao jedini distributer s nadležnošću brige za optimalno funkcioniranje sustava. To uključuje aktivnosti poput razvoja, izgradnje i pogona distribucijske mreže, očitavanja brojila, zamjene brojila te otklanjanja kvarova i smetnji u mrežnom sustavu (HEP, 2024).

Rastuća potražnja za električnom energijom s niskim emisijama CO₂ stvara potrebu za modernim modelom distribucije, poput ODS-ova, koji omogućuje integraciju obnovljivih izvora, mjerenje i upravljanje tokovima energije, pružanje informacija u stvarnom vremenu. Na primjeru Hrvatske, HEP ODS d.o.o. zadržava svoj status kao jedini distributer s odgovornošću za optimalno funkcioniranje sustava, unatoč promjenama u odgovornostima unutar HEP grupe.

3.3. Regulatorni okvir poslovanja

Koncept poslovanja ODS-a u Republici Hrvatskoj, prema odredbama članaka 68, 69, 70 i 71 Zakona o tržištu električne energije, obuhvaća sljedeće ključne aspekte:

1. Zadaci ODS-a:

- Osiguravanje dugoročne sposobnosti sustava da udovolji potražnji za distribucijom električne energije.
- Pogon, održavanje i razvoj distribucijskog sustava uz sigurnost, pouzdanost i učinkovitost.
- Nepristrano postupanje prema korisnicima mreže i povezanim društvima.
- Preuzimanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije i visokoučinkovite kogeneracije.

- Nabava električne energije za pokrivanje gubitaka uz transparentne i tržišno utemeljene postupke.

2. Obavljanje Djelatnosti:

- ODS obavlja djelatnost distribucije električne energije na cijelom području Republike Hrvatske.
- Pružanje pristupa mreži korisnicima.
- Održavanje, izgradnja, i modernizacija distribucijske mreže.

3. Dužnosti ODS-a:

- Primjena najboljih praksi za postizanje sigurnosti opskrbe i pouzdanosti sustava.
- Nepristrano postupanje prema korisnicima i povezanim subjektima.
- Dostavljanje informacija korisnicima i suradnicima.
- Suradnja s operatorom prijenosnog sustava.
- Periodično izvješćivanje HERA-e o različitim aspektima poslovanja.
- Primjena mjera energetske učinkovitosti.
- Zaštita okoliša i prirode.

4. Odgovornosti ODS-a:

- Koordinacija s prijenosnim sustavom.
- Razvoj distribucijske mreže za dugoročnu sposobnost zadovoljenja potreba za električnom energijom.
- Održavanje, izgradnja i razvoj distribucijske mreže.
- Osiguravanje priključka korisnika distribucijske mreže.
- Nabava električne energije i pomoćnih usluga prema tržišnim načelima.
- Pružanje informacija elektroenergetskim subjektima i korisnicima distribucijske mreže.
- Praćenje provedbe svih aktivnosti uz održavanje sigurnosti opskrbe i transparentnosti.
- Ove odredbe zakona čine temelj za regulaciju djelovanja ODS-a na tržištu električne energije u Hrvatskoj.

Zadaci ODS-a se odnose na aktivnosti koje moraju obavljati, poput osiguravanja stabilnosti sustava ili poticanja obnovljivih izvora energije, dok odgovornosti obuhvaćaju specifične obveze i uloge, poput koordinacije s prijenosnim sustavom ili osiguranja priključaka korisnicima. Dok zadaci opisuju što ODS treba raditi, odgovornosti detaljnije definiraju kako te aktivnosti trebaju biti provedene. Članak 72. Zakona o tržištu električne energije u Hrvatskoj propisuje obvezu ODS-a da podnese HERA-i desetogodišnji plan razvoja distribucijske mreže.

Plan mora biti ažuriran svake godine, a uključuje mjere koje osiguravaju dovoljnost distribucijske mreže i sigurnost opskrbe. ODS mora uskladiti plan s važećim aktima, a posebno s energetsom strategijom, planovima razvoja, i metodologijom za planiranje mreže. Plan mora obuhvatiti glavnu infrastrukturu, određivati ulaganja već donesena i nova, te predviđati vremenski okvir završetka projekata. Prilikom izrade plana, ODS mora razborito pretpostavljati razvoj proizvodnje i potrošnje električne energije, te definirati godišnju energetska uštedu. Savjetuje se sa zainteresiranima i provodi javno savjetovanje. Hrvatska energetska regulatorna agencija (HERA) odobrava plan nakon savjetovanja i prati njegovu provedbu.

Članak 73. propisuje obvezu ODS-a da podnese godišnje izvješće HERA o provedbi svih aktivnosti iz Zakona. Izvješće mora biti transparentno, objektivno i nepristrano. Također, ODS mora javno objaviti izvješće na svojim mrežnim stranicama. Agencija prati usklađenost operatora s propisima i objavljuje izvješće o praćenju. ODS mora dostaviti izvješće o nabavi električne energije, izvješće o sigurnosti opskrbe, a Ministarstvo izrađuje vlastito izvješće o stanju sigurnosti opskrbe. Ministarstvo može zahtijevati od operatora i drugih subjekata mjere za poboljšanje sigurnosti opskrbe.

Ove odredbe zakona čine temelj za regulaciju djelovanja ODS-a na tržištu električne energije u Hrvatskoj.

3.4. Uloga operatora distribucijskog sustava u budućnosti

Današnji operatori elektroenergetskih mreža imaju ključnu ulogu u uspješnom prijelazu na čistu i održivu energetska budućnost. OPS-ovi i ODS-ovi pripremaju se kako bi se prilagodili najsloženijoj kombinaciji izazova s kojima će se energetska industrija suočiti u sljedećem razdoblju. (Capgemini, 2023).

Tradicionalno, električni energetska sustavi bili su centralizirane strukture organizirane u proizvodnju, prijenos i distribuciju, pri čemu su potrošači smješteni na kraju lanca opskrbe. Ovo je struktura elektroenergetskog sustava u kojoj se električna energija proizvedena u velikim elektranama prenosi putem prijenosnih i distribucijskih mreža kako bi se isporučila potrošačima. Međutim, proteklih desetljeća svjedoči se pojavi distribuiranih energetska izvora poput sunčanih fotonaponskih sustava na krovovima, mikro vjetroagregata, sustava za pohranu energije u baterijama, električnih vozila i pametnih kućanskih aparata koji postaju aktivni sudionici u električnom sustavu. Povećana penetracija decentraliziranih energetska resursa i

pojava novih sudionika na tržištu, poput proizvođača i potrošača energije, agregatora i aktivnih potrošača, najavljuje novo doba. Kako bi iskoristili ove nove prilike i pratili transformaciju sektora električne energije te promjene potreba potrošača, ODS-ovi morat će prilagoditi svoju trenutnu ulogu. Promjena regulatornog okvira za ODS-ove – uvođenje novih poticaja za prilagodbu rada distribucijskih mreža novoj paradigmi distribuiranih izvora energije – ključni su za uspjeh energetske tranzicije (IRENA, 2019).

Ambiciozni energetske i klimatski ciljevi na koje se EU obvezao zahtijevaju golemu implementaciju proizvodnje električne energije temeljene na obnovljivim izvorima energije, od koje će većina biti decentralizirana i povezana s distribucijskom mrežom. Osim što je decentraliziran, izlazni profil većeg dijela ove proizvodnje bit će varijabilan, nepredvidiv i nepouzdan, zahtijevajući fleksibilniji energetske sustav da bi se tome prilagodio. Napredak u tehnologiji i digitalizacija u posljednjih deset godina pružaju mogućnost iskorištavanja fleksibilnijih resursa, uključujući one koji će biti razvijeni u glavnu svrhu pružanja fleksibilnosti sustava. Većina tih izvora također će biti povezana na razini distribucije. Stoga se tradicionalna uloga ODS-ova i njihovih operatora (isporučivanje električne energije povezanim potrošačima koju proizvode velike proizvodne jedinice povezane na razini prijenosa) nadopunjuje novim zadatkom, upravljanjem fleksibilnošću koju pružaju i zahtijevaju izvori povezani na distribucijskoj razini. Ova je zadaća ključna za energetske tranziciju te će u tom smislu funkcije ODS-ova učiniti sličnijima ulozi OPS-ova. Potreba za suradnjom i koordinacijom između potonjih svakako će rasti (Florence School of Regulation, 2023).

S pojavom distribuiranih izvora energije – kao što su distribuirana proizvodnja, odziv na strani potražnje i skladištenje – uloga ODS-ova će se proširiti. Kao takvi, mogli bi imati pristup distribuiranim fleksibilnostima povezanim s njihovom mrežom, u korist kako distribucijske mreže tako i potrošača. U svojoj novoj ulozi, ODS-ovi bi mogli upravljati distribuiranim energetske resursima, ako regulatorni okvir to dopušta. Ako ne, barem bi mogli djelovati kao neutralni posrednici na tržištu i pružiti visokorazlučive cjenovne signale sudionicima na tržištu koji posjeduju takve resurse fleksibilnosti. Pristup distribuiranim fleksibilnostima imao bi dvostruki cilj: optimizaciju korištenja distribucijskih mreža i smanjenje potrebe za budućim investicijama u mrežu (IRENA, 2019).

Povećana penetracija distribuiranih energetske resursa može rezultirati manje predvidivim i reverznim tokom električne energije u sustavu, što može utjecati na tradicionalno planiranje te

rad distribucijskih i prijenosnih mreža. Osim toga, povećana implementacija distribuiranih energetske resursa mogla bi uzrokovati zagušenje u distribucijskoj mreži, kojom se mora aktivno upravljati. To postavlja potrebu za promjenom uloge ODS-ova, koji su tradicionalno planirali, održavali i upravljali mrežama te rješavali prekide u opskrbi. Kako bi učinkovito iskoristili dostupnu fleksibilnost distribuiranih izvora povezanih s distribucijskom mrežom, ODS-ovi bi mogli produbiti svoju ulogu kao aktivni operatori sustava, uz svoju ulogu operatora mreže. Osim toga, ODS-ovi mogu pružiti podršku za jalovu snagu OPS-ovima. Na primjer, ODS-ovi bi mogli, u suradnji s OPS-om, definirati standardizirane tržišne proizvode za usluge koje se nabavljaju putem ovih fleksibilnosti, uključujući definiranje tehničkih modaliteta za sudjelovanje na namjenskim tržištima. ODS-ovi bi mogli koristiti takve usluge fleksibilnosti, među ostalim, za upravljanje lokalnim zagušenjem i nefrekventnim pomoćnim uslugama (npr. kontrola napona), dok bi OPS-ovi bili odgovorni isključivo za frekvencijske pomoćne usluge (IRENA, 2019).

Neki od regulatornih mehanizama koji bi mogli poticati ovu novu ulogu uključuju (IRENA, 2019):

- **Ugovori o fleksibilnom priključku za krajnje potrošače:** Ovi ugovori obuhvaćaju dogovore o priključku gdje potrošač pristaje na ograničenu opskrbu električnom energijom tijekom vršnih sati, uz smanjenu naknadu za mrežu u usporedbi s ugovorima o čvrstom priključku.
- **Bilateralne ugovore o fleksibilnosti:** Ovo se odnosi na ugovorne sporazume između ODS-ova i vlasnika distribuiranih izvora energije za pružanje usluga lokalnog sustava – poput kontrole napona, smanjenja vršnih opterećenja i upravljanja zagušenjem za ODS-ove.
- **Lokalna tržišta:** Ovo se odnosi na lokalna tržišta fleksibilnosti za usluge distribucijskog sustava u kojima distribuirani izvori energije mogu sudjelovati u podržavanju distribucijske mreže. Rezultate tih tržišta ODS bi tehnički mogao potvrditi u suradnji s OPS-om.

Jasno je kako će u budućnosti uloga ODS-ova prolaziti kroz značajne promjene kako bi se prilagodila dinamici energetske sektora. Tradicionalni model centralizirane opskrbe električnom energijom prelazi u decentralizirani pristup, gdje DER-ovi postaju aktivni sudionici u sustavu. ODS-ovi će morati prilagoditi svoje uloge kako bi iskoristili nove prilike i pratili promjene potreba potrošača. Rastuća penetracija distribuiranih izvora energije stvara

potrebu za fleksibilnim energetske sustavom, a tehnološki napredak i digitalizacija omogućuju korištenje distribuirane fleksibilnosti. ODS-ovi, kao ključni akteri na distribucijskoj razini, postaju odgovorni za upravljanje ovom fleksibilnošću. Njihova uloga se proširuje na operiranje distribuiranih izvora energije, pružajući podršku kao što su regulacija napona, smanjenje opterećenja tijekom vršnih sati i upravljanje zagušenjem. Suradnja i koordinacija između ODS-ova i OPS-ova postaje ključna kako bi se osigurala učinkovita integracija fleksibilnosti i upravljanje distribucijskom mrežom. ODS-ovi također mogu djelovati kao neutralni posrednici na tržištu fleksibilnosti, pružajući cjenovne signale sudionicima. Uvođenje novih regulatornih mehanizama, poput ugovora o nečvrstom priključku za krajnje potrošače, bilateralnih ugovora o fleksibilnosti i lokalnih tržišta, podržava ovu transformaciju uloge ODS-ova. Sve ove promjene su ključne za uspješnu provedbu energetske tranzicije i prilagodbu modernim zahtjevima električne mreže.

4. ANALIZA SMANJENJA PRIHODA OPERATORA DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA: STUDIJA SLUČAJA

Samoopskrba u stambenim objektima nije nova ideja. Već tijekom 1970-ih i 80-ih godina razmatrala se i ostvarivala izgradnja samoopskrbnih zgrada u smislu električne i drugih oblika energije (Voss i sur., 1996). Međutim, tehnologije potrebne za samoopskrbu bile su tada skupe, a rijetko ostvarene instalacije uglavnom su bile dijelom pilot projekata. To se sada promijenilo: troškovi tehnologije značajno su smanjeni, a trenutno se svjedoči dinamičnom razvoju usvajanja tehnologija samoopskrbe. Osim toga, brzo se pojavljuju novi poslovni modeli i mogućnosti primjene.

Tehnološki razvoj tijekom proteklih desetljeća učinio je decentraliziranu, uglavnom obnovljivu, proizvodnju energije atraktivnom opcijom za potrošače. Prednosti su očite: jeftina i neovisna energija, smanjenje emisija ugljičnog dioksida, poboljšane vrijednosti nekretnina te potencijal za zaradu prodajom viška energije drugim korisnicima. Korištenje obnovljive energije raste, ne samo u elektroenergetskoj industriji, već i kroz decentralizirane primjene na razini potrošača. Jeftinije i učinkovitije tehnologije omogućuju razvoj modela samoopskrbe, gdje potrošači proizvode električnu energiju, pružajući energetska autonomiju i potencijalno smanjenje troškova električne energije. Poseban poticaj za to bio je pad troškova tehnologija obnovljive energije i približavanje proizvodnje električne energije troškovima sunčanih fotonaponskih sustava po kWh u mnogim europskim zemljama, koji se pojavljuje kao vodeća decentralizirana tehnologija po instalacijama (iako ne i po ukupnom kapacitetu) (European Union, 2020).

Decentralizirana proizvodnja može se primijeniti i na električnu energiju. Sunčana odnosno sunčeva energija najistaknutija je tehnologija za samoopskrbu energije, posebno fotonaponski sustavi (PV), iako je i sunčeva toplinska energija široko rasprostranjena. Sunčani fotonaponski sustavi proizvode električnu energiju, dok se sunčeva toplinska energija koristi za grijanje vode te može služiti i za proizvodnju topline i klimatizaciju. Sunčani fotonaponski sustavi poradi boljeg iskorištenja zahtijevaju baterijsko pohranjivanje kako bi osigurali električnu energiju kad sunce ne sja (European Union, 2020).

Sunčana elektrana za samoopskrbu najpopularnija je vrsta sunčane elektrane u Hrvatskoj, koja omogućava proizvodnju vlastite električne energije za vlastite potrebe i smanjenje troškova električne energije. Samoopskrba se pritom može opisati kao lokalna uporaba sunčane

električne energije kako bi se smanjila kupovina električne energije od drugih proizvođača. Ova vrsta sunčane elektrane povezana je s električnom mrežom i ima dvosmjerno brojilo koje mjeri koliko je električne energije proizvedeno i potrošeno. Ukoliko se proizvede više struje nego što se potroši, višak iste se isporučuje u mrežu i može se koristiti kasnije bez naknade. Ukoliko se potroši više struje nego što se proizvede, razlika se plaća po cijeni koja se određuje s opskrbljivačem. Ova vrsta sunčane elektrane je najbolji izbor za kućanstva i male poduzetnike koji imaju stabilnu i kontinuiranu potrošnju električne energije (Klima koncept, 2024).

Sunčanu elektranu za samoopskrbu ima smisla dimenzionirati prema ljetnoj potrošnji kućanstva, jer se na taj način viškovi energije proizvedeni tijekom ljetnih mjeseci mogu iskoristiti zimi. Sama ideja samoopskrbe je da se na kraju obračunskog razdoblja (obično kalendarske godine) proizvedena i potrošena električna energija izjednače. Time se postiže svrha samoopskrbe, odnosno proizvodi se dovoljno električne energije iz obnovljivih izvora energije za potrebe potrošnje električne energije. Međutim, budući da nije moguće proizvoditi energiju, dolazi do izvoza i uvoza električne energije iz i u električnu mrežu dobavljača električne energije kućanstva. S gledišta samoopskrbne elektrane, električna mreža predstavlja rezervoar energije čak i na sezonskoj razini. Stoga samoopskrbna elektrana obično nema vlastiti rezervoar (baterije) u tom smislu, iako može imati. Međutim, čak i kada se koriste baterije, s njima nije moguće pohraniti energiju za dulje vremensko razdoblje (obično samo nekoliko dana) (Miklić, 2020).

Glavne prednosti sunčanih elektrana za samoopskrbu su sljedeće (SOLARsk, 2024):

- Smanjenje troškova električne energije kompenzacijom potrošnje električne energije.
- Konstantni i predvidljivi troškovi električne energije tijekom vremena.
- Smanjenje ugljičnog otiska (emisije CO₂) i negativnog utjecaja na okoliš.

Sunčana elektrana za samoopskrbu trenutno je najisplativije rješenje za opskrbu električnom energijom za mnoge ljude diljem svijeta. Ako se električna energija proizvodi lokalno po cijeni nižoj od električne energije iz mreže, samoopskrba nudi najveću ekonomsku korist jer zajamčene feed-in tarife više nisu dostupne (Waldau i sur., 2020:939). Sve do 28. veljače 2023. godine, na distribucijskoj mreži HEP-ODS-a, u kategoriji domaćinstava, postavljeno je 5.030 sunčanih elektrana, od kojih se 4.628 koristi za samoopskrbu. Ukupna snaga instaliranih sunčanih elektrana iznosila je 30,9 MW, od čega se 28,16 MW odnosi na samoopskrbu.

Prije točno godinu dana, HEP-ODS je izvijestio da je u Hrvatskoj bilo priključeno 1.478 sunčanih elektrana za samoopskrbu, dok ih je godinu prije bilo samo 851. Ovi podaci sugeriraju da se broj fotonaponskih elektrana u Hrvatskoj povećao za više od dvostruko tijekom posljednje dvije godine. Ovaj pozitivan trend ukazuje na sve veću energetska neovisnost stambenih jedinica uz istodoban eksponencijalni rast tržišta. Porastao je broj tvrtki koje su instalirale sunčane elektrane. Krajem veljače 2023. godine, evidentirano je 2.989 tvrtki s ukupnom instaliranom snagom od 225,09 MW. Od toga, samo sedam elektrana bilo je u sustavu samoopskrbe s ukupnom snagom od 136,25 kW. Krajem 2022. godine, distribucijska mreža HEP ODS-a imala je ukupno 6.857 sunčanih elektrana, koje su te godine proizvele 238,33 GWh električne energije. Do kraja veljače 2023. godine, njihov je broj porastao na više od 8.000 (Vrbanus, 2023).

Izgradnja sunčanih elektrana za samoopskrbu može imati značajan utjecaj na poslovanje ODS-ova. Neki od ključnih utjecaja su:

- **Smanjenje potrebe za konvencionalnom mrežom:** Kućanstva ili poslovni subjekti koji koriste sunčane elektrane za samoopskrbu mogu smanjiti svoju ovisnost o konvencionalnoj distribucijskoj mreži. To može rezultirati smanjenjem prihoda ODS-ova jer će ti potrošači manje trošiti električne energije iz distribucijske mreže.
- **Predaja u mrežu:** Ako sunčana elektrana proizvodi električnu energiju koja se u tom trenutku ne troši u npr. kućanstvu, taj višak energije može se vratiti u distribucijsku mrežu. Ovo može utjecati na vođenje distribucijske mreže i zahtijevati dodatne prilagodbe kako bi se održala stabilnost mreže što u pravilu izaziva dodatne troškove održavanja. Također, modeli naplate električne energije isporučene u distribucijsku mrežu mogu utjecati na prihode ODS-ova.
- **Izazovi upravljanja mrežom:** Distribucijski sustavi moraju se prilagoditi kako bi učinkovito integrirali decentraliziranu proizvodnju električne energije iz npr. sunčanih elektrana. Ovo može uključivati ulaganje u tehnologiju praćenja i upravljanja mrežom kako bi se održala stabilnost i osigurao pouzdan pogon distribucijske mreže.
- **Poticaji i regulacija:** Promjene u regulatornom okruženju, poput uvođenja poticaja za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora, mogu utjecati na prihode ODS-ova. Na primjer, poticaji za *prosumere* (proizvođače i potrošače električne energije) mogu potaknuti veću upotrebu sunčanih elektrana za samoopskrbu, što može promijeniti dinamiku na tržištu električne energije.

- **Potreba za tehničkim prilagodbama:** ODS-ovi će morati ulagati u tehničke prilagodbe kako bi se nosili s decentraliziranom proizvodnjom. To uključuje nadogradnje sustava praćenja, upravljanje mrežom i rješavanje izazova povezanih s fluktuacijama u proizvodnji iz obnovljivih izvora kao i povećanje tarifnih stavki za distribuciju električne energije kao izvora financiranja

U konačnici, utjecaj sunčanih elektrana za samoopskrbu na poslovanje ODS-ova ovisi o mnogim faktorima, uključujući regulatorno okruženje, tehnološke prilagodbe i promjene u potrošačkim navikama. Primjer smanjenja prihoda ODS-a zbog utjecaja sunčanih elektrana za samoopskrbu u nastavku se prikazuje kroz studiju slučaja.

4.1. Metodologija i rezultati istraživanja

Za potrebe ove analize, koristi se primjer kućanstva koje je instaliralo sunčevu elektranu snage 5 kW. Solarna elektrana u prosjeku godišnje punom snagom radi ekvivalentnih 1.300 sati, što znači da proizvodi ukupno 6.500 kWh električne energije godišnje. Međutim, procjenjuje se kako kućanstvo može iskoristiti samo 40% proizvedene energije, dok se preostalih 60% vraća u mrežu. Na temelju ovih podataka, analizira se financijski učinak na prihode ODS-a. Tablica 1. prikazuje godišnju proizvodnju solarne elektrane, količinu energije koju kućanstvo potroši te količinu energije koja se vraća u mrežu.

Tablica 1. Godišnja proizvodnja solarne elektrane, količina energije koju kućanstvo potroši, količina energije koja se vraća u mrežu

Parametar	Vrijednost
Kapacitet solarne elektrane	5 kW
Broj ekvivalentnih radnih sati rada godišnje	1.300 h
Ukupna proizvodnja el. energije	6.500 kWh
Potrošnja kućanstva (40%)	2.600 kWh
Višak energije (60%)	3.900 kWh

Izvor: izračun autorice

Kućanstvo koristi samo 40% proizvedene energije, što iznosi 2.600 kWh godišnje. Preostalih 3.900 kWh vraća se u mrežu, za što vlasnik kućanstva sklapa ugovor s opskrbljivačem te dobiva naknadu za isporučenu energiju. Tablica 2. prikazuje izračun kvartalne potrošnje kućanstva

koje je instaliralo solarnu elektranu kapaciteta 5kw, a tablica 3. izračun kvartalne potrošnje kućanstva koje ju nije instaliralo.

Tablica 2. Izračun kvartalne potrošnje kućanstva koje je instaliralo solarnu elektranu kapaciteta 5kw

Stavka	Količina (kwh)	Cijena (EUR)	Iznos (EUR)
energija	2.600	0,070276	182,72
prijenos	2.600	0,011945	31,06
distribucija	2.600	0,029199	75,92
			289,7
opskrba	3 mj.	0,9820	2,95
mjerno mjesto	3 mj.	1,5400	4,62
oie	2.600	0,013936	36,23
osnovica za PDV			333,50
PDV (13%)			43,36
Ukupno			376,86

Izvor: autorica

Tablica 3. Izračun kvartalne potrošnje kućanstva koje nije instaliralo solarnu elektranu

Stavka	Količina (kwh)	Cijena (EUR)	Iznos (EUR)
energija	6.500	0,070276	456,79
prijenos	6.500	0,011945	77,64
distribucija	6.500	0,029199	189,79
			724,22
opskrba	3 mj.	0,9820	2,95
mjerno mjesto	3 mj.	1,5400	4,62
oie	6.500	0,013936	90,58
osnovica za PDV			822,37
PDV (13%)			106,91
Ukupno			929,28

Izvor: autorica

Tablica 2. prikazuje izračun kvartalne potrošnje kućanstva koje je instaliralo solarnu elektranu kapaciteta 5 kW. Za ovo kućanstvo, ukupni iznos za energiju, prijenos, distribuciju i druge troškove iznosi 376,86 EUR. Ovaj iznos obuhvaća troškove energije, prijenosa, distribucije, opskrbe, mjernog mjesta te obvezu za obnovljive izvore energije (OIE). Također je uključena osnovica za PDV, na koju se obračunava PDV od 13%.

S druge strane, tablica 3. prikazuje godišnju potrošnju kućanstva koje nije instaliralo solarnu elektranu. Ukupni trošak za energiju, prijenos, distribuciju i ostale komponente u ovom slučaju iznosi 929,28 EUR. Ovaj iznos uključuje troškove energije, prijenosa, distribucije, opskrbe, mjernog mjesta te obvezu za OIE. Kao i kod prvog kućanstva, obračunava se osnovica za PDV uz PDV od 13%.

S obzirom na ove podatke, kućanstvo s instaliranom solarnom elektranom značajno smanjuje svoje troškove u odnosu na kućanstvo koje koristi konvencionalne izvore energije, odnosno smanjuje prihode ODS-a. Tablica 4. prikazuje izračun polugodišnje potrošnje kućanstva koje je instaliralo solarnu elektranu kapaciteta 5kw, a tablica 5. izračun polugodišnje potrošnje kućanstva koje ju nije instaliralo.

Tablica 4. Izračun polugodišnje potrošnje kućanstva koje je instaliralo solarnu elektranu kapaciteta 5kw

Stavka	Količina (kwh)	Cijena (EUR)	Iznos (EUR)
energija	2.600	0,070276	182,72
prijenos	2.600	0,011945	31,06
distribucija	2.600	0,029199	75,92
			289,7
opskrba	6 mj.	0,9820	5,89
mjerno mjesto	6 mj.	1,5400	9,24
oie	2.600	0,013936	36,23
osnovica za PDV			341,06
PDV (13%)			44,34
Ukupno			385,40

Izvor: autorica

Tablica 5. Izračun polugodišnje potrošnje kućanstva koje nije instaliralo solarnu elektranu

Stavka	Količina (kwh)	Cijena (EUR)	Iznos (EUR)
energija	6.500	0,070276	456,79
prijenos	6.500	0,011945	77,64
distribucija	6.500	0,029199	189,79
			724,22
opskrba	6 mj.	0,9820	5,89
mjerno mjesto	6 mj.	1,5400	9,24
oie	6.500	0,013936	90,58
osnovica za PDV			829,93
PDV (13%)			107,89
Ukupno			937,82

Izvor: autorica

Kada se usporede troškovi oba kućanstva, jasno je da instalacija solarne elektrane značajno smanjuje troškove energije i na polugodišnjoj razini. Kod kućanstva koje koristi solarnu elektranu, ukupni polugodišnji trošak za energiju, prijenos, distribuciju, opskrbu i druge troškove iznosi 385,40 EUR. Ovo uključuje sve stavke kao što su troškovi energije i obnovljivih izvora energije, kao i PDV. U usporedbi, kućanstvo koje nije instaliralo solarnu elektranu troši znatno više, s ukupnim polugodišnjim troškom od 937,82 EUR. Ovaj iznos također pokriva iste stavke, ali se troškovi za energiju, prijenos i distribuciju povećavaju zbog veće potrošnje energije. Ova usporedba pokazuje da kućanstva koja koriste solarnu energiju imaju značajne koristi u pogledu smanjenja troškova. Solarni paneli omogućuju smanjenje ukupnih troškova za energiju, što za ODS-ove predstavlja gubitak prihoda. Tablica 6. prikazuje izračun godišnje potrošnje kućanstva koje je instaliralo solarnu elektranu kapaciteta 5kw, a tablica 7. izračun godišnje potrošnje kućanstva koje ju nije instaliralo.

Tablica 6. Izračun godišnje potrošnje kućanstva koje je instaliralo solarnu elektranu kapaciteta 5kw

Stavka	Količina (kwh)	Cijena (EUR)	Iznos (EUR)
energija	2.600	0,070276	182,72
prijenos	2.600	0,011945	31,06
distribucija	2.600	0,029199	75,92
			289,7
opskrba	12 mj.	0,9820	11,78
mjerno mjesto	12 mj.	1,5400	18,48
oie	2.600	0,013936	36,23
osnovica za PDV			356,19
PDV (13%)			46,3
Ukupno			402,49

Izvor: autorica

Tablica 7. Izračun godišnje potrošnje kućanstva koje nije instaliralo solarnu elektranu

Stavka	Količina (kwh)	Cijena (EUR)	Iznos (EUR)
energija	6.500	0,070276	456,79
prijenos	6.500	0,011945	77,64
distribucija	6.500	0,029199	189,79
			724,22
opskrba	12 mj.	0,9820	11,78
mjerno mjesto	12 mj.	1,5400	18,48
oie	6.500	0,013936	90,58
osnovica za PDV			845,06
PDV (13%)			109,86
Ukupno			954,52

Izvor: autorica

Instalacija solarnih elektrana u kućanstvima predstavlja značajan izazov za ODS jer dovodi do smanjenja prihoda koji on ostvaruje putem potrošnje električne energije, prijenosa, distribucije,

i dodatnih naknada. Prema podacima iz tablice 6. i tablice 7. procjenjuje se opseg smanjenja prihoda za ODS kada kućanstvo instalira solarnu elektranu kapaciteta 5 kW, što omogućuje proizvodnju 6.500 kWh godišnje, od kojih kućanstvo direktno troši 2.600 kWh, a ostatak se vraća u mrežu.

ODS ostvaruje prihode od prodaje električne energije krajnjim korisnicima. U slučaju kućanstva koje nije instaliralo solarnu elektranu, ukupna godišnja potrošnja iznosi 6.500 kWh, što generira prihod od 456,79 EUR. Kada kućanstvo instalira solarnu elektranu, njegova potrošnja iz mreže smanjuje se na 2.600 kWh, što rezultira prihodima od samo 182,72 EUR. Ovaj pad u potrošnji iz mreže smanjuje prihod ODS-a od prodaje energije za 274,07 EUR odnosno za 60% godišnje po kućanstvu.

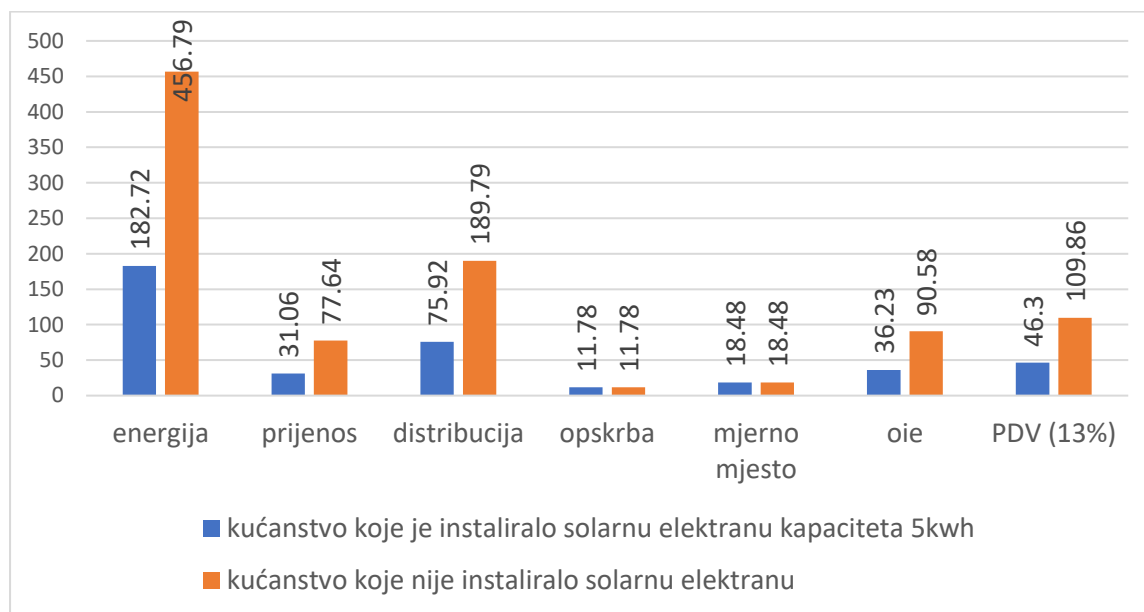
Prijenos električne energije predstavlja izvor prihoda za OPS. Za kućanstvo koje troši 6.500 kWh godišnje, prihod od prijenosa iznosi 77,64 EUR. U slučaju instalacije solarne elektrane, gdje kućanstvo iz mreže troši samo 2.600 kWh, prihod od prijenosa smanjuje se na 31,06 EUR. To znači gubitak od 46,58 EUR odnosno 60% godišnje po kućanstvu.

Distribucija električne energije također donosi značajan prihod ODS-u. Za potrošnju od 6.500 kWh, ODS ostvaruje prihod od 189,79 EUR. Kada se potrošnja smanji na 2.600 kWh zbog vlastite proizvodnje kućanstva, prihod od distribucije pada na 75,92 EUR, što predstavlja gubitak od 113,87 EUR odnosno 60% godišnje.

Uz osnovne stavke, ODS ostvaruje prihode i od različitih naknada, kao što su troškovi opskrbe, održavanja mjernog mjesta i naknada za obnovljive izvore energije (OIE). U slučaju kućanstva koje nije instaliralo solarnu elektranu, naknada za OIE iznosi 90,58 EUR godišnje, dok u slučaju kućanstva s instaliranom solarnom elektranom ta naknada iznosi 36,23 EUR. To je gubitak od 54,35 EUR odnosno 60% po kućanstvu. Troškovi opskrbe i održavanja mjernog mjesta ostaju isti, neovisno o instalaciji solarne elektrane, no manji ukupni trošak energije smanjuje osnovicu za PDV, što također dovodi do manjeg prihoda od PDV-a.

Na temelju gore navedenih podataka, ukupni prihod ODS-a od kućanstva koje nije instaliralo solarnu elektranu iznosi 954,52 EUR godišnje. Nakon instalacije solarne elektrane, ukupni prihod pada na 402,49 EUR. To znači da ODS po kućanstvu gubi 552,03 EUR godišnje, što je značajan pad prihoda. Grafikon 5. prikazuje komparativni prikaz godišnjih prihoda ODS-a prema stavkama potrošnje sukladno prethodnoj elaboraciji.

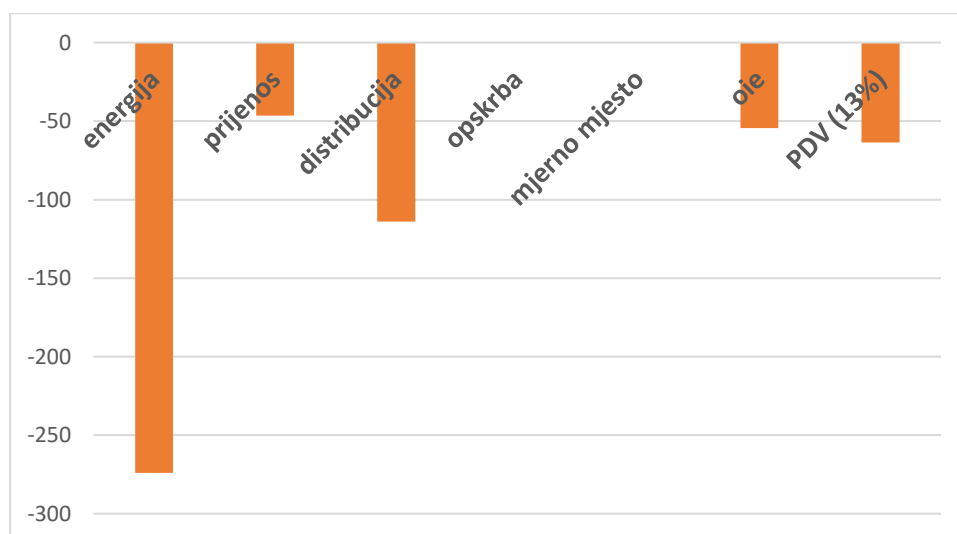
Grafikon 5. Usporedni prikaz strukture troškova prema stavkama potrošnje



Izvor: autorica

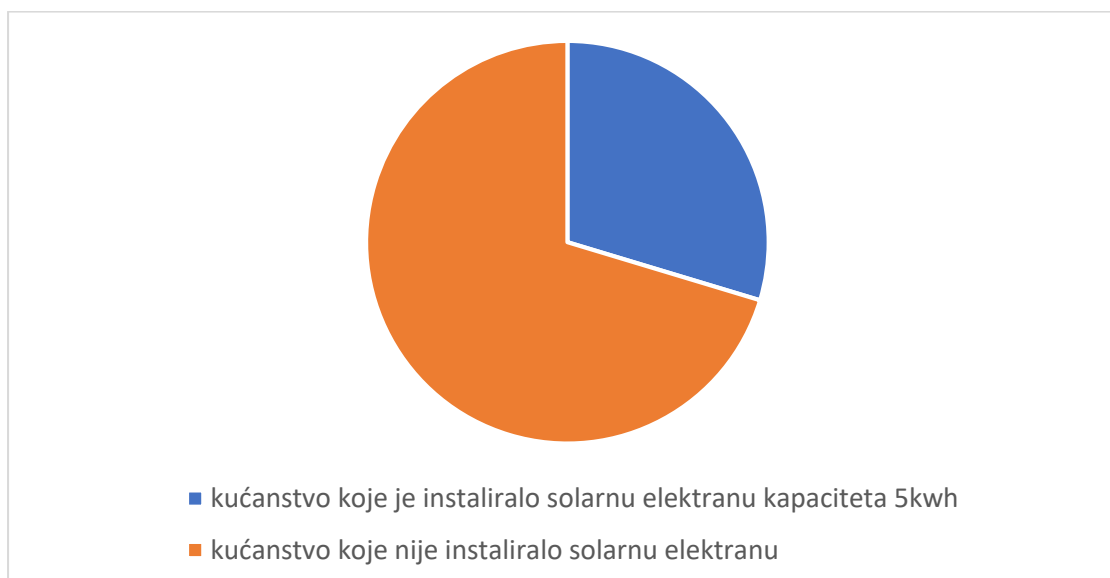
Grafikon 5. jasno prikazuje smanjenje prihoda po svakoj stavci, što omogućuje vizualno razumijevanje koje stavke najviše doprinose ukupnom padu prihoda ODS-a. Najveću razliku troškova predstavljaju stavke za energiju, distribuciju i PDV. Ove stavke zajedno čine najveći dio ukupnog smanjenja prihoda zbog smanjenja potrošnje energije iz mreže u kućanstvima koja su instalirala solarnu elektranu. Naknada za prijenos i OIE također doprinose, ali u manjoj mjeri. Grafikon 6. prikazuje kumulativnu razliku godišnjih prihoda ODS-a svaku stavku potrošnje.

Grafikon 6. Kumulativna razlika godišnjih prihoda ODS-a svake stavke potrošnje



Izvor: autorica

Grafikon 7. Komparativni prikaz ukupnih godišnjih prihoda ODS-a



Izvor: autorica

Grafikon 7. omogućuje usporedbu ukupnog prihoda prije i poslije instalacije solarne elektrane, naglašavajući koliko je značajan pad ukupnog prihoda ODS-a.

4.2. Ograničenja i preporuke

Ovo istraživanje ima nekoliko ograničenja koja utječu na interpretaciju i primjenu rezultata. Ponajprije, istraživanje koristi podatke iz jednog specifičnog scenarija, koji uključuje kućanstvo s instaliranom solarnom elektranom kapaciteta 5 kW. Ovaj scenarij možda ne odražava raznolikost u kapacitetima solarnih elektrana, obrascima potrošnje energije i raznim vanjskim čimbenicima poput geografskih uvjeta ili državnih subvencija koje utječu na proizvodnju solarne energije.

Nadalje, analiza se temelji na godišnjim podacima koji uzimaju u obzir prosječne vrijednosti. Ne uzima u obzir sezonske varijacije u proizvodnji solarne energije i potrošnji, što može značajno utjecati na stvarne prihode ODS-a. Osim toga, cijene koje su uzete u obzir su stvarne i trenutno važeće, ali se mogu mijenjati s vremenom zbog tržišnih uvjeta, inflacije, regulatornih promjena ili drugih ekonomskih faktora, što može utjecati na buduće prihode ODS-a.

Nije uzet u obzir mogući utjecaj budućih tehnologija ili regulativne promjene koje bi mogle omogućiti bolje upravljanje solarnom energijom i smanjenje gubitaka za ODS. Model korišten u istraživanju, iako temeljen na stvarnim podacima, pojednostavljuje određene aspekte

interakcije između proizvodnje, potrošnje i povrata energije u mrežu. U stvarnosti, ove interakcije mogu biti složenije. Također, mogu postojati lokalne razlike u uvjetima, kao što su različite razine sunčeve svjetlosti u različitim dijelovima Hrvatske, što može utjecati na proizvodnju solarne energije i na taj način na financijske učinke. Navedena ograničenja istraživanja pomažu u preciznijem razumijevanju i interpretaciji rezultata, posebno kada se pokušavaju primijeniti na širi kontekst ili buduće promjene.

Kako bi ODS smanjio negativne financijske učinke, preporuča se:

- Prilagodba tarifnih modela: Razmotriti uvođenje novih tarifnih modela koji bi bolje odražavali troškove održavanja mreže za kućanstva s vlastitom proizvodnjom energije.
- Poboljšanje usluga: Ulaganje u napredne mreže (*smart grids*) i dodatne usluge koje mogu generirati dodatne prihode.
- Prilagodba poslovnog modela: Prijelaz na poslovni model u kojem ODS pruža podršku korisnicima s vlastitom proizvodnjom, primjerice kroz optimizaciju upravljanja energijom u kućanstvima.
- Poticanje dodatnih usluga: Razvoj dodatnih usluga za korisnike, kao što su napredne upravljačke platforme za energetske učinkovitost, koje bi mogle stvoriti nove izvore prihoda za ODS.

5. ZAKLJUČAK

Teorijski okvir ovog rada oslanja se na principe energetske tranzicije, koja uključuje prelazak na obnovljive izvore energije, i decentralizaciju proizvodnje električne energije. Uvođenje solarnih elektrana u kućanstvima predstavlja primjer tzv. „*prosumerskog*“ modela, gdje potrošači postaju istovremeno i proizvođači električne energije. Ovaj model smanjuje potrebu za centraliziranom proizvodnjom energije i prijenosom kroz distribucijsku mrežu, što mijenja ulogu i prihode tradicionalnih ODS-a.

U ovom radu analiziran je financijski utjecaj instalacije solarnih elektrana na prihode operatora distribucijskog sustava (ODS). Korištenjem primjera kućanstva koje je instaliralo solarnu elektranu kapaciteta 5 kW, pokazano je da dolazi do značajnog smanjenja potrošnje energije iz mreže, što izravno utječe na prihode ODS-a. Analiza je pokazala da kućanstva s instaliranom solarnom elektranom ostvaruju značajne uštede u troškovima energije, prijenosa i distribucije, što dovodi do smanjenja prihoda ODS-a za približno 60% godišnje po kućanstvu. Ova promjena naglašava potrebu za prilagodbom tarifnih modela i poslovnog modela ODS-a kako bi se ublažili negativni financijski učinci. Prijedlozi uključuju razvoj novih tarifnih modela, ulaganje u napredne mreže te pružanje dodatnih usluga korisnicima, što bi moglo stvoriti nove izvore prihoda i omogućiti održivost distribucijskog sustava u uvjetima sve većeg korištenja obnovljivih izvora energije.

Zaključno, rad upućuje na to da energetska tranzicija, unatoč mnogim prednostima, postavlja nove izazove za ODS-ove, te da je nužno redefinirati njihove uloge i modele poslovanja kako bi se osigurao stabilan i održiv prijelaz na obnovljive izvore energije. Transformacija tarifnih modela, uvođenje naprednih mreža i razvoj dodatnih usluga ključni su elementi ove tranzicije. Bez ovih promjena, postoji rizik od značajnog narušavanja financijske održivosti ODS-a, što bi moglo ugroziti stabilnost i pouzdanost opskrbe električnom energijom.

LITERATURA

1. Albuquerque Public Schools (n.d.), The Issue of Renewable Energy, preuzeto 29.11.2023. s https://www.aps.edu/energy-conservation/energy-lessons-and-games/energy-lessons-and-games/26_HS-IssueOfRenewableEnergy.pdf
2. Babatunde, E.B. (2012.), *Solar Radiation*, Vienna: IntechOpen
3. Capgemini (2023.), Smart grid – technologies for the future, preuzeto 12.1.2024. s <https://www.smart-energy.com/industry-sectors/smart-grid/smart-grid-technologies-for-the-future/>
4. deVries, B. J. M., van Vuuren, D. P., Hoogwijk, M. M. (2007.), Renewable energy sources: Their global potential for the first half of the 21st century at a global level: An integrated approach, *Energy Policy*, 35, 2590-2610.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.09.002>
5. E.DSO (2024.), What Is A DSO?, preuzeto 10.1.2024. s <https://www.edsoforsmartgrids.eu/about-dsos/what-is-a-dso>
6. European Commission (2023.), Renewable Energy Directive, preuzeto 20.12.2023. s https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_en
7. European Union (2020.), Renewable energy selfconsumption, preuzeto 18.1.2024. s https://www.interregeurope.eu/sites/default/files/inline/Energy_self-consumption_Policy_brief_final.pdf
8. Eurostat (2023.), Share of energy from renewable sources, preuzeto 20.12.2023. s https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_IND_REN_custom_4597401
9. Florence School of Regulation (2023.), The New Role of Distribution System Operators, preuzeto 13.1.2024. s <https://fsr.eui.eu/event/the-new-role-of-distribution-system-operators/>
10. Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost (2023.), Obnovljivi izvori energije, preuzeto 20.12.2023. s <https://www.fzoeu.hr/hr/obnovljivi-izvori-energije/7573>
11. Futurize (2023.), Global Renewable Energy Investments Outlook 2023, preuzeto 3.12.2023. s <https://www.futurize.studio/blog/global-renewable-energy-investments-2023>
12. Garanović, A. (2022.), Obnovljivi izvori energije na tržištu električne energije, preuzeto 20.12.2023. s <https://www.offshore-energy.biz/sunlit-sea-launches-temporary-floating-solar-plant-at-the-port-of-oslo/>

13. gridX (2024.), Grid Operator, preuzeto 5.1.2024. s <https://www.gridx.ai/knowledge/what-is-a-grid-operator>
14. Grossman, D., Grossman, I., Steininger, K. (2010.), Indicators To Determine Winning Renewable Energy Technologies with an Application to Photovoltaics, *Environmental Science Technology*, 44(13), 4849–4855. <https://doi.org/10.1021/es903434q>
15. Hoogwijk, M. M. (2004.), *On the global and regional potential of renewable energy sources*, Netherlands: University of Utrecht
16. Iberdrola (2024.), DSO — how to convert grid management towards a smarter system?, preuzeto 5.1.2024. s <https://www.iberdrola.com/innovation/distribution-system-operation>
17. IRENA (2019.), Future Role of Distribution System Operators, preuzeto 12.1.2024. s https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Feb/IRENA_Landscape_Future_DSOs_2019.pdf
18. IRENA (2023.), Ocean energy, preuzeto 3.12.2023. s <https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Ocean-energy>
19. Jäger-Waldau, A., Adinolfi, G., Batlle, A., Braun, M., Bucher, C., Detollenaere, A., Frederiksen, K.H.B., Graditi, G., Guererro Lemus, R., Lindahl, J., Heilscher, G., Kraiczy, M., Masson, G., Mather, B., Mayr, C., Moneta, D., Mugnier, D., Nikolettatos, J., Neubourg, G., Reinders, A., Roberts, M.B., Ueda, Y. (2020.), Self-consumption of electricity produced with photovoltaic systems in apartment buildings – Update of the situation in various IEA PVPS countries, *47th IEEE Photovoltaic Specialists Conference (PVSC)*, 938-950. <https://doi.org/10.1109/PVSC45281.2020.9300442>
20. Klima koncept (2024.), Sve o solarnim elektranama, preuzeto 18.1.2024. s https://www.klimakoncept.hr/hr/solarne_elektrane-sve_o_solarnim_elektranama/3634/255
21. Koški, Ž., Zorić, G. (2010.), Akumulacija Sunčeve energije u obiteljskim pasivnim kućama, *Elektronički časopis Građevinskog fakulteta Osijek – e-GFOS*, 1(1), 80-92. <https://hrcak.srce.hr/63228>
22. Lewis, N. S. (2007.), Powering the planet, *MRS Bulletin*, 32, 808-820. <https://doi.org/10.1557/mrs2007.168>
23. Lider (2020.), Želite uložiti u obnovljive izvore energije? Ovo morate znati!, preuzeto 20.12.2023. s <https://lidermedia.hr/sto-i-kako/zelite-uloziti-u-obnovljive-izvore-energije-ovo-morate-znati-131611>

24. Lonergan, K.E., Sansavini, G. (2022.), Business structure of electricity distribution system operator and effect on solar photovoltaic uptake: An empirical case study for Switzerland, *Energy Policy*, 160, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112683>
25. M1&Co (2023.), Who Is a Distribution System Operator?, preuzeto 10.1.2024. s https://www.m1andco.com.au/detail/who_is_a_distribution_system_operator_-_83.html
26. Mason, J., Fthenakis, V., Zweibel, K., Hansen, T., Nikolakakis, T. (2008.), Coupling PV and CAES power plants to transform intermittent PV electricity into a dispatchable electricity source, *Progress in Photovoltaics Research and Applications*, 16, 649-668. <https://doi.org/10.1002/pip.858>
27. Miklič, Ž. (2020.), Sončna elektrarna za samooskrbo, preuzeto 18.1.2024. s <https://repositorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=119800&lang=eng&prip=dkum:9137596:d1>
28. Nacionalni akcijski plan za obnovljive izvore energije (2021.), Narodne novine d.d., NN 5/21
29. National Grid (2023.), What are the different types of renewable energy?, preuzeto 29.11.2023. s <https://www.nationalgrid.com/stories/energy-explained/what-are-different-types-renewable-energy>
30. OIE (2021. a), Vodič za razvoj i provedbu projekata obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj, preuzeto 20.12.2023. s <https://oie.hr/wp-content/uploads/2021/12/EBRD-Vodic.pdf>
31. OIE (2021. b), Uloga lokalnih zajednica u razvoju projekata obnovljivih izvora energije, preuzeto 20.12.2023. s <https://oie.hr/uloga-lokalnih-zajednica-u-razvoju-projekata-obnovljivih-izvora-energije/>
32. OIE (2022.), Vodič za razvoj i provedbu projekata obnovljivih izvora energije u Hrvatskoj, preuzeto 30.12.2023. s <https://oie.hr/wp-content/uploads/2022/10/EBRD-Vodic.pdf>
33. OIE (2024.), Pregledi podataka u Registru OIEKPP, preuzeto 23.1.2024. s <https://oie-aplikacije.mzoe.hr/Pregledi/>
34. Pandžić, H., Beus, M. (2017.), Obnovljivi izvori energije na tržištu električne energije, *Stručni radovi u zbornicima skupova*, 48-51.
35. Pandžić, H., Rajšl, I., Capuder, T., Kuzle, I. (2016.), *Obnovljivi izvori energije*, Slavonski brod: Diozit d.o.o.

36. Rahimi, F., Mokhtari, S. (2014.), A New Distribution System Operator Construct, preuzeto 5.1.2024. s https://gridwiseac.org/pdfs/workshop_091014/a_new_dist_sys_optr_construct_paper.pdf
37. SOLARsk (2024.), Solar power plants for self-consumption, preuzeto 18.1.2024. s <https://solarssk.com/solar-power-plants-for-self-consumption/>
38. Strategija energetskeg razvoja Republike Hrvatske (2009.), Narodne novine d.d., NN 130/2009
39. Strategija energetskeg razvoja Republike Hrvatske (2020.), Narodne novine d.d., NN 25/2020
40. Uredba o poticanju proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora energije (2023.), Narodne novine d.d., NN 70/2023
41. Ürge-Vorsatz, D. Novikova, A. (2008.), Potentials and costs of carbon dioxide mitigation in the world's buildings, *Energy Policy*, 36, 642-661. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.10.009>
42. Voss, K., Goetzberger, A., Bopp, G., Häberle, A., Heinzl, A., Lehmborg, H. (1996.), The self-sufficient solar house in Freiburg: Results of 3 years of operation, *Solar Energy*, 58(1-3), 17–23. [https://doi.org/10.1016/0038-092X\(96\)00046-1](https://doi.org/10.1016/0038-092X(96)00046-1)
43. Vrbanus, S. (2023.), U Hrvatskoj lani više nego udvostručen broj kućnih fotonaponskih elektrana, preuzeto 18.1.2024. s <https://www.bug.hr/energetika/u-hrvatskoj-lani-vise-nego-udvostrucen-broj-kucnih-fotonaponskih-elektrana-32607>
44. Water Power Technologies Office (2023.), How Hydropower Works, preuzeto 3.12.2023. s <https://www.energy.gov/eere/water/how-hydropower-works>
45. World Energy Council (2008.), *Energy Efficiency Policies around the World: Review and Evaluation*, London: World Energy Council
46. Zakon o biogorivima za prijevoz (2021.), Narodne novine d.d., NN 65/09, 145/10, 26/11, 144/12, 14/14, 94/18, 52/21
47. Zakon o državnim potporama (2017.), Narodne novine d.d., NN 47/14, 69/17
48. Zakon o energetskeg učinkovitosti (2021.), Narodne novine d.d., NN 127/14, 116/18, 25/20, 32/21, 41/21
49. Zakon o energiji (2018.), Narodne novine d.d., NN 120/12, 14/14, 95/15, 102/15, 68/18
50. Zakon o gradnji (2019.), Narodne novine d.d., NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19

51. Zakon o Fondu za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost (2012.), Narodne novine d.d., NN 107/03, 144/12
52. Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (2023.), Narodne novine d.d., NN 138/21, 83/23
53. Zakon o postupanju i uvjetima gradnje radi poticanja ulaganja (2013.), Narodne novine d.d., NN 69/09, 128/10, 136/12, 76/13, 153/13
54. Zakon o prostornom uređenju i gradnji (2013.), Narodne novine d.d., NN 76/07, 38/09, 55/11, 90/11, 50/12, 55/12, 80/13
55. Zakon o tržištu električne energije (2021.), Narodne novine d.d., NN 111/2021
56. Zakon o tržištu plina (2020.), Narodne novine d.d., NN 18/18, 23/20
57. Zakon o tržištu toplinske energije (2019.), Narodne novine d.d., NN 80/13, 14/14, 102/14, 95/15, 76/18, 86/19
58. Zakon o učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji (2014.), Narodne novine d.d., NN 152/08, 55/12, 101/13, 153/13, 14/14
59. Zweibel, J., Mason, V., Fthenakis, V. (2008.), The Solar Grand Plan, *Scientific American*, 298(1), 6473, <https://doi.org.10.1038/scientificamerican0108-64>

POPIS SLIKA

Slika 1. Upravni postupci izgradnje projekata obnovljivi izvora energije u Republici Hrvatskoj.....	14
Slika 2. Koncept poslovanja operatora distribucijskog sustava.....	22

POPIS TABLICA

Tablica 1. Godišnja proizvodnja solarne elektrane, količina energije koju kućanstvo potroši, količina energije koja se vraća u mrežu	32
Tablica 2. Izračun kvartalne potrošnje kućanstva koje je instaliralo solarnu elektranu kapaciteta 5kw.....	33
Tablica 3. Izračun kvartalne potrošnje kućanstva koje nije instaliralo solarnu elektranu	33
Tablica 4. Izračun polugodišnje potrošnje kućanstva koje je instaliralo solarnu elektranu kapaciteta 5kw	34
Tablica 5. Izračun polugodišnje potrošnje kućanstva koje nije instaliralo solarnu elektranu .	35
Tablica 6. Izračun godišnje potrošnje kućanstva koje je instaliralo solarnu elektranu kapaciteta 5kw.....	36
Tablica 7. Izračun godišnje potrošnje kućanstva koje nije instaliralo solarnu elektranu.....	36

POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Broj projekata za proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora	11
Grafikon 2. Instalirana snaga projekata za proizvodnju energije iz obnovljivih izvora	11
Grafikon 3. Toplinska snaga projekata za proizvodnju toplinske energije iz obnovljivih izvora	12
Grafikon 4. Udio obnovljivih izvora energije u potrošnji energije u EU, 2022.	15
Grafikon 5. Komparativni prikaz godišnjih prihoda ODS-a prema stavkama potrošnje.....	38
Grafikon 6. Kumulativna razlika godišnjih prihoda ODS-a svake stavke potrošnje.....	38
Grafikon 7. Komparativni prikaz ukupnih godišnjih prihoda ODS-a.....	39

ŽIVOTOPIS

Moje ime je Ivana Horvatin. Živim u Zagrebu. Maturirala sam u Prvoj ekonomskoj školi te stekla zvanje: Ekonomist-uprava i trgovina. Završila sam Stručni studij Poslovna ekonomija, smjer Računovodstvo i financije na Ekonomskom fakultetu u Zagrebu i Specijalistički diplomski stručni studij Ekonomika energetike i okoliša.

Vrlo dobro govorim i pišem engleski jezik. Tijekom školovanja završila sam tečaj engleskog jezika u školi za strane jezike.

Odlično poznajem rad na računalu: MS Office (Word,Excell,PowerPoint). Također se odlično snalazim u SAP sustavu. Imam položeni vozački ispit B kategorije.

Kao osoba smatram da sam marljiva, timski radnik, ne bojim se novih izazova, već ih brzo savladavam. Također smatram da sam pouzdana, te da se na mene može računati u svakakvim situacijama. Volim putovati i stjecati nova iskustva.

Cilj mi je pronaći posao koji će odgovarati mojim željama, sposobnostima i obrazovanju, te omogućiti napredovanje u karijeri. Isto tako spremna sam ako je potrebno dodatno se usavršavati i učiti. Spremna sam i na kraća poslovna putovanja.

Željela bih raditi u tvrtci koja će mi omogućiti razvijanje dosad stečenih znanja, kao i usvajanje novih. To u prvom redu podrazumijeva rad u računovodstvu ili financijama. Preferirana vrsta posla bila bih stalni radni odnos, rad na neodređeno vrijeme.

Što se tiče radnog iskustva; radim u HEP-Operativnom distribucijskom sustavu 9 godina u Sektoru za Ekonomske poslove, Odjel za računovodstvo kao Ekonomist