

Analiza okolišnih koristi i troškova solarnih panela

Jotić, Ante

Graduate thesis / Diplomski rad

2023

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:148:143148>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International](#)/[Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-08**



Repository / Repozitorij:

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



**Sveučilište u Zagrebu
Ekonomski fakultet
Stručni specijalistički diplomski studij „Ekonomika energije i okoliša“**

**ANALIZA OKOLIŠNIH KORISTI I TROŠKOVA
SOLARNIH PANELA**

Diplomski rad

Ante Jotić

Zagreb, svibanj 2023.

**Sveučilište u Zagrebu
Ekonomski fakultet
Stručni specijalistički diplomski studij „Ekonomika energije i okoliša“**

**ANALIZA OKOLIŠNIH KORISTI I TROŠKOVA
SOLARNIH PANELA**

Diplomski rad

Student: Ante Jotić

JMBAG studenta: 0067559040

Mentor: Izv. prof. dr. sc. Marija Beg

Zagreb, svibanj 2023.

SAŽETAK

Proteklih se desetljeća sve veća pažnja pridaje očuvanju okoliša i njegovoj zaštiti te poštivanju načela održivog razvoja. Znanstveno područje zaštite okoliša i energetike ukazuje na sve veće zagađenje planeta na kojem živimo pa tako i našeg neposrednog okoliša, a cilj postojanja i opstanka na ovom planetu trebao bi biti sasvim suprotan. Potrebno je očuvati zrak koji udišemo i tlo koje daje različite kulture potrebne za život i opstanak čovječanstva, a veliku važnost treba pridati i očuvanju voda koje su osnova života. Zbog svega navedenog, sve se intenzivnije promiče korištenje obnovljivih izvora energije kojima se daje prednost nad, do sad više korištenim, neobnovljivim izvorima energije. U ovom radu fokus je na korištenju sunčeve energije točnije na analizi okolišnih troškova i koristi solarnih panela. Osim toga, analizira se i uloga države koja proteklih godina počinje sufinancirati proizvodnju i ugradnju solarnih panela, kako na privatne, tako i na javne, poslovne i druge objekte. Klimatske promjene predstavljaju sve veći izazov i u Republici Hrvatskoj, ali i na globalnom planu. Cilj svakog razmatranja te problematike jest ukazati na važnost očuvanja planeta i na analizu načina na koje se to može postići. Sve veća rasprostranjenost solarnih panela svakako bi tome išla u prilog.

Ključne riječi: okoliš, energetika, obnovljivi izvori energije, neobnovljivi izvori energije, solarni paneli

ABSTRACT

In recent decades, more and more attention has been paid to the preservation of the environment and its protection, as well as to the observance of the principles of sustainable development. Science in the field of environmental protection and energy points to an increasing pollution of the planet on which we live, including our environment, but on the other hand, the goal of existence and survival on this planet should be the exact opposite. It is necessary to preserve the air we breathe and the soil that produces the various crops necessary for the life and survival of humanity, and great importance should be given to the conservation of water, which is the basis of life. For all these reasons, the use of renewable energy sources is being promoted more and more intensively, taking priority over the use of non-renewable energy sources. In this paper, the focus is on the use of solar energy, more specifically on the analysis of the environmental costs and benefits of solar cells. It also analyzes the role of the state, which in recent years has begun to co-finance the production and installation of solar cells on private and public, business and other facilities. Climate change is an increasing challenge both in the Republic of Croatia and worldwide. The aim of any consideration of this issue is to point out the importance of preserving the planet and to analyze the ways in which this can be achieved. The increasing spread of solar panels would certainly contribute to this.

Keywords: environment, energy, renewable energy sources, non-renewable energy sources, solar panels



Sveučilište u Zagrebu
Ekonomski fakultet



IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je završni/diplomski/poslijediplomski specijalistički rad, odnosno doktorski rad 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.

31.05.2023

(mjesto i datum)

A. Jelić

(vlastoručni potpis studenta)

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Predmet i cilj istraživanja	1
1.2. Metode istraživanja i korištena literatura	2
1.3. Struktura rada	2
2. VAŽNOST KORIŠTENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE	4
2.1. Biomasa	5
2.2. Energija vjetra	7
2.3. Geotermalna energija	9
2.4. Sunčeva energija	10
3. RAZVOJ I ŽIVOTNI VIJEK SOLARNIH PANELA	14
3.1. Razvoj solarnih panela	14
3.2. Princip rada solarnih panela	16
3.3. Vrste solarnih panela	17
3.4. Postavljanje solarnih panela	18
3.5. Postupak recikliranja solarnih panela	19
4. ANALIZA KORISTI I TROŠKOVA KORIŠTENJA SOLARNIH PANELA	21
4.1. Okolišni troškovi korištenja solarnih panela	21
4.2. Okolišne koristi solarnih panela	23
5. SOLARNI PANELI U REPUBLICI HRVATSKOJ	25
5.1. Poticanje korištenja solarnih panela od strane države i Europske unije	31
5.2. Potrebna dokumentacija za postavljanje solarnih panela	33
5.3. Uloga Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost	35
6. ZAKLJUČAK	37
POPIS LITERATURE	40
POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFIKONA	44
ŽIVOTOPIS	45

1. UVOD

1.1. Predmet i cilj istraživanja

Diplomski rad obrađuje temu vezanu uz zaštitu okoliša odnosno korištenje obnovljivih izvora energije s posebnim naglaskom na energiju Sunca. Korištenje neobnovljivih izvora energije kroz povijest negativno je utjecalo na planet i dovelo je do izvjesnog stupnja zagađenja. Daljnje korištenje rezultiralo bi katastrofalnim posljedicama te je postalo nužno promišljati o korištenju onih oblika energije koji dolaze iz obnovljivih izvora. U tom pogledu, sve se više koristi energija biomase, geotermalna energija kao i energija sunca i vjetra. Republika Hrvatska ima vrlo dobar geografski položaj i, iako teritorijem malena u odnosu na mnoge europske i svjetske zemlje, ima vrlo visok potencijal za korištenje gotovo svih prethodno navedenih izvora. Korištenje solarne energije najproduktivnije je u pojasu uz ekvator, a Republika Hrvatska (posebice južni predjeli) ne nalaze se na udaljenosti koja bi priječila visok stupanj njenog korištenja. Gorski predjeli povoljni su za razvoj drvne industrije koja je usko vezana za korištenje biomase, primjerice proizvodnja peleta od drvnih ostataka. Također, u Republici Hrvatskoj nalazi se i izvjestan broj vjetroelektrana koje, u odnosu na svoj ukupni broj, proizvode značajne količine električne energije.

Energija sunca iskorištava se kroz solarne elektrane i manje jedinice poput solarnih panela koji mogu koristiti gotovo sve fizičke osobe koje imaju adekvatni prostor za njihovo postavljanje. U ovom radu posebno se obrađuje tema solarnih panela pa će tako biti definiran pojam solarnih panela, navesti će se vrste solarnih panela te princip rada solarnih panela. Poseban fokus rada stavit će se na analizu koristi i troškova koje solarni paneli imaju na okoliš. Također, vidjet će se stanje s pravilnim recikliranjem solarnih panela budući je to od posebne važnosti za zaštitu okoliša jer nije dovoljno samo koristiti obnovljive izvore, već je važno znati i postupati s njima tijekom upotrebe, ali i nakon korištenja.

Iako je korištenje solarne energije u porastu, potrebno je obratiti pažnju i na troškove koji se javljaju prilikom kupnje i stavljanja u funkciju te daljnje upotrebe. Samim time, s druge strane potrebno je uočiti i sve prednosti koje korištenje solarnih panela donosi kućanstvima i koje su dugoročne dobrobiti.

U svakom slučaju, budući da je riječ o obnovljivom izvoru energije, to je primarna prednost u odnosu na mnoge druge izvore energije te se sve više koristi i u svijetu i u Republici Hrvatskoj.

Također, važnost korištenja solarne energije prepoznalo je i resorno ministarstvo kao i Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost.

1.2. Metode istraživanja i korištena literatura

Prilikom izrade diplomskog rada korišteno je više metoda znanstvenog istraživanja (Ivanović, 2011). Većina rada bazirana je na korištenju deskriptivne metode jer su pomoću nje opisani svi ključni pojmovi i problematika ovog diplomskog rada. Također, korištene su i metoda analize te metoda sinteze. Metoda analiza vidljiva je u dijelovima u kojima su neki temeljni pojmovi razloženi na manje dijelove kako bi se na taj način dobio uvid u temu. Metoda sinteze primijenjena je u zaključku rada i pomoću nje su objedinjene spoznaje do kojih autor dolazi prilikom izrade diplomskog rada.

Spoznaje dobivene prilikom pisanja diplomskog rada temelje se na različitim izvorima literature: znanstvenim člancima, knjigama te internetskim stranicama koje se bave ključnim pojmovima rada kao i na internetskim stranicama nadležnog Ministarstva. Velik doprinos radu daje i proučavanje Strateških planova, strategija energetske razvoja te odrednica izvedbenog klimatskog plana za nadolazeća razdoblja. Činjenica jest da za proučavanje ove problematike postoji veliki broj literaturnih izvora, ali još će više istih (na temelju sadašnjih aktivnosti) nastajati i u budućnosti.

1.3. Struktura rada

Diplomski rad strukturiran je u šest poglavlja. Uvodni dio rada prikazuje predmet i cilj istraživanja kao i metode istraživanja i korištenu literaturu. Završava prikazom strukture diplomskog rada. Središnji dio rada započinje obradom obnovljivih izvora energije u odnosu na neobnovljive izvore energije. U tom poglavlju riječ je o biomasi, energiji vjetra, geotermalnoj energiji te solarnoj energiji koja je jedan od ključnih pojmova ovog diplomskog rada. Treće poglavlje odnosi se na razvoj i životni vijek solarnih panela te je prikazan i princip njihovog rada, vrste solarnih panela, njihovo postavljanje i, u konačnici, recikliranje solarnih panela.

Slijedi četvrto poglavlje koje prikazuje odnos okolišnih troškova i koristi kod korištenja solarnih panela. Središnji dio diplomskog rada završava pregledom situacije u Republici

Hrvatskoj te je riječ o sufinanciranju solarnih panela od strane države kao i dokumentaciji koja je potrebna za njihovo postavljanje.

Osim toga, navedene su i određene mjere kojima Europska unija podržava iskorištavanje obnovljivih izvora energije, posebice solarne energije, u svojim zemljama članicama. Također, u ovom se poglavlju prikazuje i važnost uloge Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. Diplomski rad završava zaključkom te popisom literature, slika, tablica i grafikona korištenih u radu. Na kraju se nalazi životopis autora diplomskog rada.

2. VAŽNOST KORIŠTENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

Čovječanstvo u prošlosti nije posvećivalo puno pažnje činjenici da svojim postojanjem i djelovanjem ugrožavaju planet na kojem žive i koji će nastanjivati i njihove nadolazeće generacije. Samim time, uglavnom su za svoje potrebe koristili neobnovljive izvore energije, točnije iskorištavali su fosilna goriva. Ugljen, nafta i zemni plin izvori su energije koji se ne obnavljaju i koji, osim toga, imaju i nepovoljan utjecaj na okoliš. Njihovim korištenjem u atmosferu se ispuštaju velike količine ugljikovog dioksida što negativno utječe na sve žive organizme.

Osim nepovoljnih utjecaja na okoliš, kada je nafta u pitanju, važno je istaknuti i stanje na svjetskom tržištu. Velike oscilacije cijena nafte po barelu zabrinjavaju energetičare već više od deset godina. Cijena nafte utječe i na globalno kretanje cijena, točnije utječe na troškove života svih građana diljem svijeta (Franković, 2008). Na nekontrolirano variranje cijena utjecala je svakako i pandemija virusa Covid19, kao i različite gospodarske i migrantske krize, a svakako je utjecaj imao i rusko – ukrajinski rat.

Budućnost energetike predstavljaju obnovljivi izvori energije, primjena politika održivog razvoja kao i zelena ekonomija jer je njen primarni cilj osiguravanje pravedne raspodjele resursa i drugih sredstava te smanjenje siromaštva i nejednakosti u društvu na globalnoj razini (Gašić, 2013). Osim navedenoga, zelena ekonomija uzima u obzir i učinke klimatskih promjena te gospodarenje prirodnim resursima.

Kada je riječ o obnovljivim izvorima, značajnu ulogu u proizvodnji energije u budućnosti svakako će imati sljedeći obnovljivi izvori (Kennedy i Stanić, 2006):

- vjetar na kopnu (onshore),
- vjetar na moru (offshore),
- valovi,
- plimna struja,
- fotonaponska tehnologija,
- biomasa,
- hidroenergetika,
- geotermalna tehnologija.

U ovom diplomskom radu bit će obrađena četiri obnovljiva izvora energije, točnije izvori koji se, od spomenutih, trenutno najviše iskorištavaju - za razliku od izvora čija će se upotreba u budućnosti tek intenzivirati. Riječ je o biomasi, energiji vjetra, geotermalnoj energiji te solarnoj energiji koja je ujedno i središnji predmet obrade ovog diplomskog rada.

2.1. Biomasa

Već dugi niz godina raste trend prepoznavanja važnosti i korištenja energije biomase. Nastaje preradom sirovina koje su ili biljnog ili životinjskog porijekla (životinjski izmet, poljoprivredni viškovi i ostaci, piljevina koja ostaje nakon obrade drva u drvnoj industriji i sl.) i u budućnosti će, u određenoj mjeri, svakako zamijeniti do sad korištena fosilna goriva. (Domac, 2001.) Trenutno su u upotrebi na tri načina:

- a) gorivo koje služi kao ogrjev u objektima različitih namjena,
- b) bioplin,
- c) biogorivo.

Velika prednost biomase je u tome što je dostupna na raznim mjestima i što predstavlja „otpad“ koji će biti prerađen i korišten u različite svrhe, a pritom neće zagađivati okoliš. Također, njenim izgaranjem ne ispušta se prekomjerna količina ugljičnog (IV) oksida i na taj način, za razliku od fosilnih goriva, nije najveći neprijatelj čistog i nezagađenog okoliša. Ukoliko se koristi kao biogorivo, koristi se u vidu bio etanola čija je najvažnija funkcija da zamjeni benzin, ili biodizel koji se koristi kao adekvatna zamjena za dizelsko gorivo. Biogoriva se uglavnom dobivaju iz biljnih kultura poput suncokreta ili pak kukuruza. Da bi od biljaka nastalo produktivno gorivo, važno je proći mnogo različitih i, za sad, skupih procesa. Usprkos tome, biogoriva se i dalje nazivaju gorivima budućnosti jer skupoća proizvodnje nemjerljiva je s dobrobitima za okoliš do kojih dolazi njihovim korištenjem u odnosu na fosilna goriva odnosno neobnovljive izvore energije. Iz biomase se može proizvoditi i bioplin koji se može upotrebljavati za ogrjev, kao pogonsko gorivo, kao sredstvo dobivanja i proizvodnje električne energije itd.

Što se tiče biomase kao goriva koje služi za grijanje objekata različitih namjena, najviše su u upotrebi peleti čiji je krug proizvodnje i upotrebe prikazan na slici 1.

Slika 1. Korištenje biomase



Izvor: Eko kvarner, 2018

Proizvodnja peleta predstavlja jednostavan proces. Proizvode se od ostataka drvene sječke i vrlo je važno da se proces izrade započne otkoravanjem sirovine jer kora nije pogodna za daljnju obradu te sadrži tvari koje nisu, kao čisto drvo, pogodne za preradu i ogrjev. Drvo iz prirode sadrži određenu količinu vlage koja je previsoka za proizvodnju ogrjevne sirovine. Upravo zbog toga, drvo se suši i iz njega se izvlači višak vlage. Tek kad se razina vlage spusti na razine koje su dozvoljene za nastavak procesa prerade, isti kreće dalje. Na proces sušenja, sirovina se melje, a nakon toga preša. Finalni proizvod prosljeđuje se na pakiranje i distribuciju. Peleti su poželjno gorivo upravo i zbog činjenice da se tijekom obrade ne dodaju nikakvi aditivi, već je riječ o čistom drvu, točnije u potpunosti prirodnoj materiji.

Kao što je prikazano na slici 1., sagorijevanjem dolazi do ispuštanja ugljičnog dioksida u prirodu, a isti koriste biljke (drveće) za proces fotosinteze i svoj daljnji razvoj. Na taj način zatvara se krug nastanka sirovine, njezine obrade te proizvodnje i upotrebe. Ono što se može navesti kao negativna karakteristika biomase koja služi za ogrjev jest činjenica da je preduvjet za njen nastanak rušenje drveća u prirodi. Ono bi se trebalo provoditi planski, bez pretjeranog iskorištavanja i narušavanja prirodne ravnoteže nekog područja. U suprotnome, svi benefiti koji su navedeni za korištenje biomase za ogrjev gotovo da i ne postoje.

2.2. Energija vjetra

Korištenje energije vjetra kao obnovljivog izvora energije nije novost. Ona se koristila još u davnoj povijesti, a ljudi su u tu svrhu gradili vjetrenjače. Njihova upotreba seže još u doba starog vijeka, točnije njima su se koristili Perzijanci, Egipćani, ali i Kinezi (Sutlović, 2018). Upotreba energije vjetra u Europi bila je uglavnom usmjerena na izgradnju vodenih crpki te je na taj način sinergijom vjetra i vode dobivana energija. Osim toga, njihova uloga bila je vidljiva i u gospodarstvu jer su služile za mljevenje žita koje je zatim upućivanju na daljnju obradu i proizvodnju. Upravo zbog toga, područja koja su mogla iskorištavati energiju vjetra bila su područja na kojima je bilo lakše uzgajati i obrađivati određene kulture.

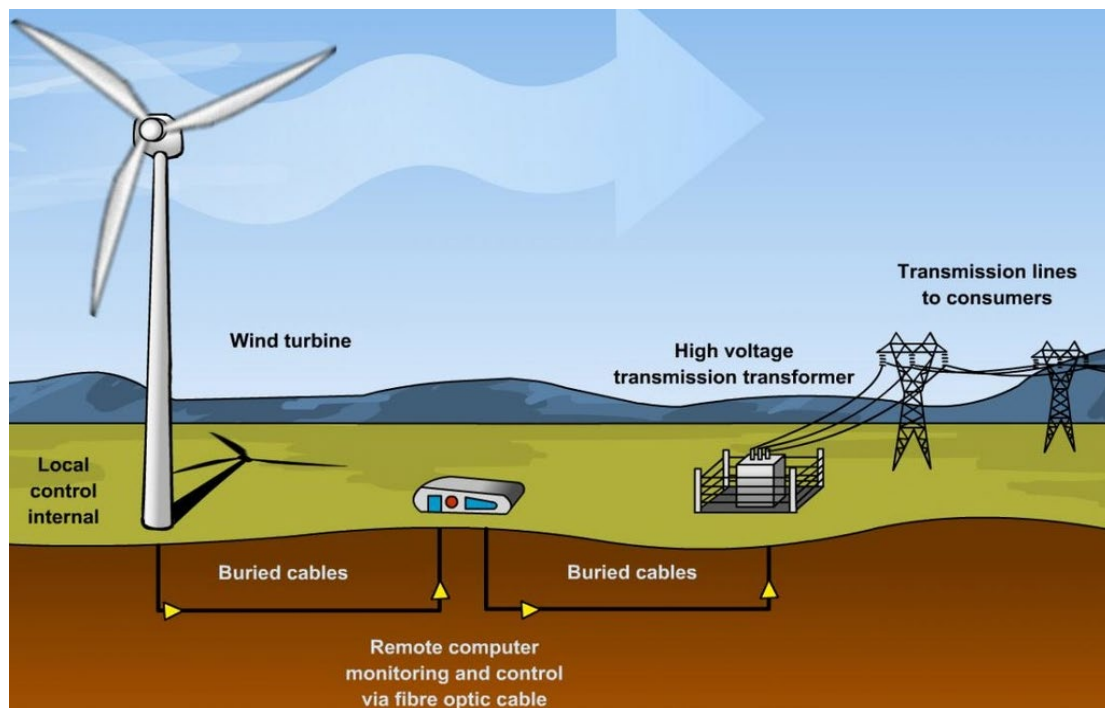
Razvojem tehnologije i industrije, energija vjetra i dalje se upotrebljavala, ali na puno suvremenije i produktivnije načine. Danas se energija vjetra iskorištava pomoću vjetroelektrana. Vjetroelektranu čine vjetroagregati koji su spojeni na istu mrežu. Samim time, veći broj agregata proizvest će i veće količine energije. Vjetroagregati mogu se podijeliti u dvije skupine, a osnovni način podjele je izvedba osovine. Sukladno tome postoje dvije vrste vjetroagregata, a to su oni s vertikalnom i oni s horizontalnom osnovom. (Fond za zaštitu okoliša, 2022.)

Energija vjetra može, u konačnici, proizvesti velike količine uporabljive energije. No, vjetroelektrane nije moguće postaviti neplanski i na malim prostorima. Vjetroelektrane su izuzetno velika postrojenja koja nije moguće (niti produktivno) postavljati na malim ili naseljenim prostorima. Za izgradnju vjetroelektrane potrebno je detektirati područje koje ima ujednačenu količinu vjetra tijekom cijele godine, a ujedno treba biti riječ i o izoliranoj ili barem od naselja izdvojenoj lokaciji. (Lovrić i Lovrić, 2013.) Najveće vjetroelektrane u Republici Hrvatskoj nalaze se na Pagu, u blizini Šibenika, te u Senju i Bruškoj. Do 2021. godine najveća vjetroelektrana (odnosno elektrana s najvećim brojem vjetroagregata) nalazila se u Sigetu, a tada je nadmašuje vjetroelektrana Krš – Pađene čiji je broj vjetroagregata veći nego dvostruko. Ova vjetroelektrana predstavlja budućnost iskorištavanja energije vjetra na prostorima Republike Hrvatske.

Općenito, temeljni princip na kojem rade vjetroelektrane jest taj da vjetar okreće lopatice spojene na turbinu odnosno na generator preko osovine. Smjer vjetra nije uvijek jednak i zbog toga određene vjetroelektrane imaju senzore pomoću kojih svoja kućišta okreću u smjeru od kojeg dolazi vjetar. U konačnici, količina energije povezana je s količinom, snagom i brzinom

vjetra. Iako ovaj način korištenja i proizvodnje energije djeluje kao vrlo jednostavan način iskorištavanja, postoji osnovni problem zbog kojih takvih elektrana nema više. Kao što je prethodno navedeno, za takva postrojenja potrebno je jako puno prostora, tako da je jedan od ključnih problema nedostatak adekvatnih lokacija. Nadalje, isti problem s vremenom se može riješiti, a prednost je u tome što će energije vjetra uvijek biti. Nemoguće je da ona nestane ili se iscrpi jer je ona posljedica razlike temperatura i strujanja zraka koje su sastavni dio funkcioniranja prirode.

Slika 2. Djelovanje vjetroelektrane



Izvor: Fond za zaštitu okoliša, Obnovljivi izvori energije, 2022

Na slici 2. prikazan je princip rada vjetroelektrane. Kao što je prethodno navedeno, djelovanjem vjetra pokreće se cjelokupni mehanizam nastanka energije koji rezultira transmisijom prema krajnjim korisnicima. Kao što je vidljivo iz slikovnog prikaza, dijelovi koji su potrebni za rad vjetroelektrane i prijenos energije su i kablovi, točnije optički kablovi, vodovi te transformatorska stanica.

Prednosti korištenja energije vjetra su mnogobrojne, a najznačajnije je to što je riječ o energiji koja ne može nestati i koja će se uvijek moći koristiti. Ni na koji način ne zagađuje okoliš jer ne stvara nikakve nepovoljne nusprodukte niti emitira štetne tvari.

Korist se očituje i u financijskom smislu jer sva energija proizvedena na domaćem tlu smanjuje potrebu za uvozom i novčanim izdacima koji bi opterećivali državni proračun. Kao paradoks

navedenome, financije mogu biti prednost i nedostatak ovog oblika iskorištavanja energije. Činjenica jest da je postavljanje i pokretanje ovakvih pogona izuzetno skupo. Cijela konstrukcija vjetroelektrane treba biti sastavljena od najkvalitetnijih i trajnih materijala što je, za tako velika postrojenja, priličan financijski izdatak za investitora. Također, visoke cijene predviđene su i za troškove održavanja. Osim toga, ovakva postrojenja ne mogu uvijek raditi i proizvoditi energiju. Iako su postavljena na područjima gdje su količina i snaga vjetra povoljne, priroda je nepredvidiva i ponekad se njeno djelovanje ne može unaprijed odrediti i samim time ne može se očekivati proizvodnja točne količine energije. Iz te perspektive, vrlo je nepouzdan. Posljednji nedostatak iskorištavanja i dobivanja energije putem vjetroelektrana je njihov bučni rad. Neminovno je da postrojenja te veličine i snage stvaraju buku, a ukoliko se vjetroelektrana nalazi u blizini naseljenog mjesta, stanovnicima bi zbog nje mogla biti narušena kvaliteta življenja na određenom prostoru. Dugoročno je to vrlo značajan problem i, zbog stanovništva, one trebaju biti postavljene na izdvojenim ili još poželjnije, na izoliranim lokacijama.

2.3. Geotermalna energija

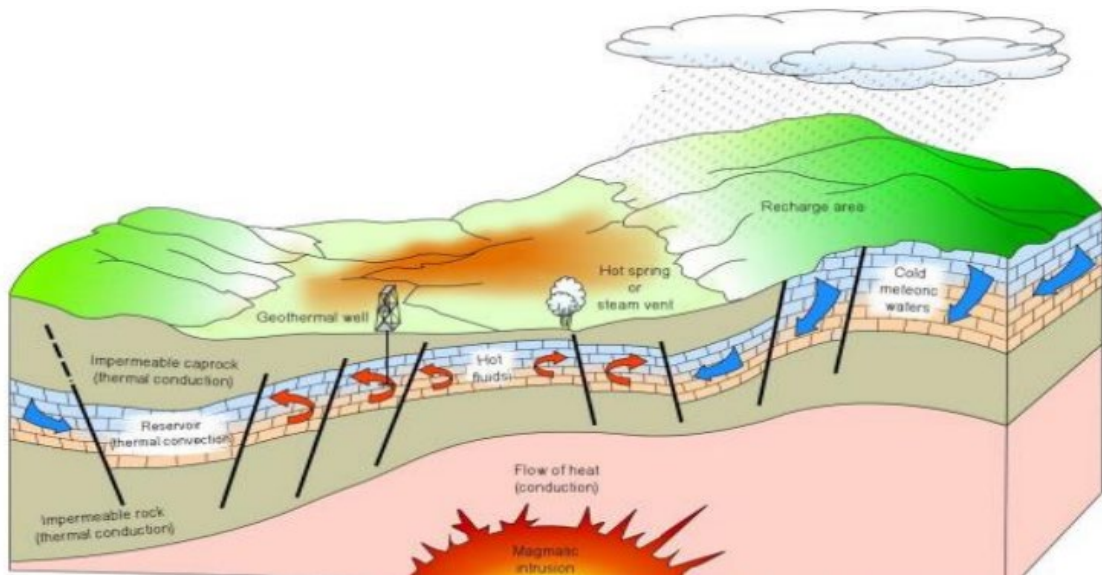
Treći obnovljivi izvor energije o kojem će u radu biti riječi je geotermalna energija. Također, kao i vjetar, ne može se u potpunosti iscrpiti niti potrošiti. Nalazi se u središtu planeta Zemlje i riječ je o njenoj termalnoj energiji koja izlazi prema površini i na taj način postaje sredstvo za korištenje i preoblikovanje energije. Postanak geotermalne energije bio je vrlo složen i dugotrajan proces jer je nastajala kroz dugi vremenski period, točnije milijardama godina koliko je trebalo planetu Zemlji da se formira u onaj oblik u kojem nam je danas poznat. Na formiranje planeta i svega onog ispod površine nevidljivog ljudskom oku utjecalo je propadanje radioaktivnih izotopa, a riječ je o izotopima urana, kalija i torija. Izotopi urana o kojima je ovdje riječ su U238 te U235, dok je izotop kalija K40, a torija Th232. (Fond za zaštitu okoliša, 2022.)

Suvremena istraživanja i tehnološki dosezi mogu se baviti energijom koja se dobiva iz tvari postojećih na dubinama do otprilike deset kilometara, jer je to najdublje što su svi znanstvenici i istraživači uspjeli doprijeti.

Prikaz djelovanja geotermalne energije nalazi se na slici 3. Postoje dva načina na koje se može koristiti geotermalna energija. Prvi od njih je kondukcija i u tom slučaju, dolazi do kretanja odnosno prijelaza topline bez bilo kakvog pomicanja materije. Suprotno tome, geotermalna

energija može se koristiti i prijelazom topline pomoću konvekcije što znači da do prijenosa iste dolazi isključivo gibanjem materije.

Slika 3. Djelovanje geotermalne energije



Izvor: Oil – gasport.com, 2019

Nusprodukti djelovanja geotermalne energije su tople stijene te topla (vrela) voda kao i suha para. Upravo zbog visine temperature, može se iskorištavati kao sredstvo izravnog zagrijavanja, a može se koristiti i za pretvorbu u električnu energiju. Za distribuciju i pretvorbu geotermalne energije služe geotermalne elektrane koje su, kao i vjetroelektrane, velika, skupocjena i složena postrojenja te isto tako imaju i svoje prednosti i svoje nedostatke u svakodnevnom korištenju. Da bi služila za zagrijavanje objekata i prostora, potrebno je korištenje izmjenjivača topline, a ukoliko je riječ o uporabi u dogrijavanju, potrebno je i uvođenje toplinskih crpki.

Najnoviji tehnološki i znanstveni dosezi omogućavaju rad više vrsta geotermalnih elektrana pri čemu su razvijene (Lovrić i Lovrić, 2013):

- elektrane s razdvajanjem pare,
- elektrane na suhu paru,
- elektrane s binarnim ciklusom.

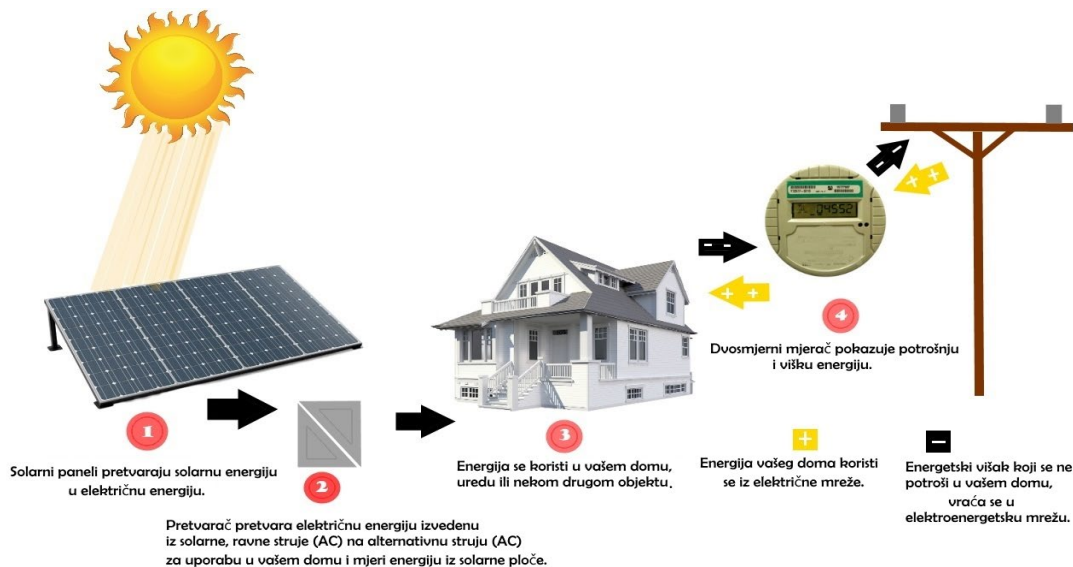
2.4. Sunčeva energija

Solarni paneli koriste se za pretvorbu i distribuciju solarne (*lat. solaris*) ili sunčeve energije (Leksikografski zavod Miroslav Krleža 2022.) Kao i kod primjene ostalih obnovljivih izvora

energije, riječ je o iskorištavanju energije koje se koristi od sredine dvadesetog stoljeća. Za pojmove iskorištavanja solarne energije vrlo je važan pojam fotonaponskog efekta čije se otkriće pripisuje E. Becquerelu, jer se upravo to otkriće smatra početkom iskorištavanja energije dobivene od Sunca. (Majdandžić, 2015.) Ovaj francuski znanstvenik definirao je fotonaponski efekt kao mogućnost proizvodnje električne struje u uvjetima uranjanja zlatnih ili platinastih ploča u kiselu, lužnatu ili neutralnu otopinu s izlaganjem Sunčevu zračenju. Osim toga, fotonaponski efekt postiže se kada su izložene nejednoliko.

Mogućnost i krajnja produktivnost iskorištavanja solarne energije putem fotonaponskih ćelija (postrojenja) veća je u područjima koja su više i duže izložene Suncu i njegovu zračenju. Shodno tome, područje u blizini ekvatora je idealno za ovaj vid iskorištavanja energije. No, to isto ne znači da područja koja su itekako udaljena od ekvatora nemaju mogućnost korištenja ovog oblika energije. Sunčevo zračenje dovoljno je jako čak i u sjevernijim podnebljima te je i tamo moguće koristiti ovaj oblik energije (npr. Skandinavija, sjeverno dio Kanade, sjever Rusije itd.). Stupanj insolacije je zadovoljavajući i vrlo ga se lako može produktivno usmjeriti i pretvoriti npr. u električnu energiju (Srpak, 2014.). Na slici 4. prikazano je djelovanje solarnih panela te postupak dolaska energije do krajnjih korisnika, u ovom slučaju kućanstva.

Slika 4. Djelovanje solarnih panela

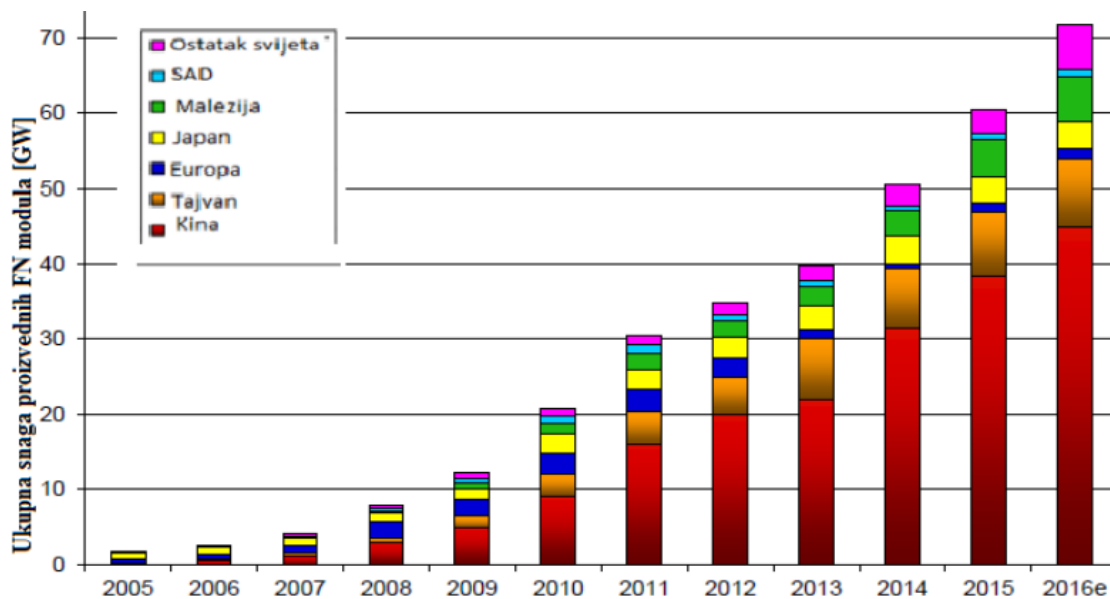


Izvor: Solarno.hr, Amp – solar, 2018

Sunčeva energija usmjerena je prema solarnom panelu instaliranom na krovu objekta. Na njima se nalaze pretvarači čija je uloga pretvorba solarne energije u električnu, ravna struja prelazi u alternativnu struju. Osim toga, solarne ploče mjere dobivenu, pretvorenu i distribuiranu energiju.

Količina proizvedene energije nije uvijek istovjetna količine potrebne energije odnosno energije koja se troši. U tom slučaju, višak električne energije vraća se u elektroenergetsku mrežu te je dostupan za korištenje u sljedećem slučaju potrebe. Upravo zbog toga, nema gubitaka energije niti prekomjerne proizvodnje energije koja se ne koristi. Činjenica jest da je u cijelom svijetu porasla proizvodnja foto naponskih modula, a samim time i ukupna snaga proizvedenih foto naponskih modula. Na slici 5. prikazano je kretanje proizvodnje foto naponskih modula u svijetu u razdoblju od 2005. do 2016. godine.

Slika 5. Ukupna snaga proizvedenih foto naponskih modula između 2005. i 2016.



Izvor: European Commission, 2017

Prema podacima Europske komisije iz 2017. godine, vidljiv je kontinuirani porast snage dobivene putem proizvedenih foto naponskih modula. Najviše ukupno proizvedene snage bilježi se u Kini nakon koje slijedi Tajvan, te Europa, Japan, Malezija i SAD. Ostatak ukupno proizvedene snage u ostatku svijeta gotovo je neprimjetan u odnosu na bilo koju od navedenih država, a posebice na azijske zemlje. Kao i u mnogim gospodarskim i tehnološkim dostignućima, sve navedene zemlje zajedno (cijeli svijet) ne proizvode toliko snage iz foto naponskih modula kao Kina.

Važnost iskorištavanja solarne energije iznimna je i u razvijenim dijelovima svijeta itekako prepoznata. Iz grafičkog prikaza je vidljivo da se, umjesto porasta, proizvodnja drugih oblika energije iz energije Sunca u Europi smanjuje od 2011. godine.

U petogodišnjem razdoblju od kojeg je započet prikaz pa sve do 2010. godine dolazi do porasta, a nakon toga slijedi vidljiv pad. Specifična je situacija i u SAD-u jer je na tom području

zabilježena stagnacija u proteklih nekoliko godina prije završetka analize. Azijske zemlje tehnološki i industrijski su vrlo napredne i moguće je da u tome leži odgovor na pitanje zašto kod njih dolazi do kontinuiranog porasta iskorištavanja solarne energije.

3. RAZVOJ I ŽIVOTNI VIJEK SOLARNIH PANELA

3.1. Razvoj solarnih panela

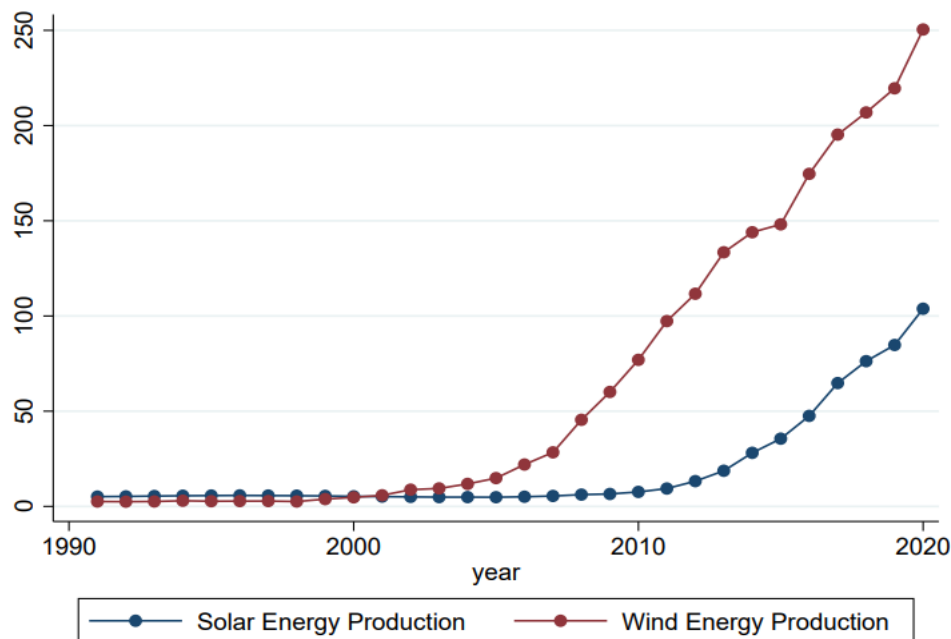
Kao što je prethodno navedeno, energija Sunca intenzivnije se pretvara i iskorištava od sredine dvadesetog stoljeća. Uočeno je kako solarna energija ima ogroman potencijal iskoristiv u gotovo svim dijelovima svijeta i to na brojne načine, odnosno upotrebljiv u mnoge svrhe (Srpak, 2014). Solarne panele počele su koristiti razvijenije zapadne države te Skandinavske zemlje koje, usprkos velikoj udaljenosti od ekvatora (gdje je najpovoljnije područje za iskorištavanje solarne energije) pronalaze tehnološka rješenja pomoću kojih koriste energiju Sunca. Korištenje solarnih panela povećalo se i zbog svijesti o zaštiti okoliša. Činjenica je da energija prikupljena od Sunca u niti jednom obliku ne ispušta ugljikov dioksid i time ne šteti atmosferi. U tome je najveća razlika u odnosu na fosilna goriva čijim se izgaranjem okoliš itekako onečišćuje. Iako bi naziv implicirao na to, energija Sunca ne potiče globalno zatopljenje što je još jedna iznimna prednost njene upotrebe.

Iako je u intenzivnijoj upotrebi proteklih šezdeset do sedamdeset godina, počeci otkrivanja i proučavanja fotonaponskog efekta sežu na kraj 19. stoljeća. Točnije do 1887. godine kada je Herz u svojim istraživanjima uočio da UV svjetlost pogoduje dobivanju iskre između elektroda koje se nalaze pod naponom (Sutlović, 2018.). Osim toga, veliku ulogu u proučavanjima na ovom polju imao je i Einstein koji je, zbog doprinosa u istraživanju fotonaponskog učinka dobitnik Nobelove nagrade 1921. godine.

Solarne elektrane mogu imati nepovoljan utjecaj na okoliš samo u slučaju ljudske pogreške. One imaju svoj životni vijek za vrijeme kojeg ih je potrebno kontinuirano održavati i nakon kojeg je potrebno provesti postupak reciklaže i uklanjanja, a riječ je o otprilike 25 godina. (Boltižar i Plivelić, 2021.) Razvoj solarnih panela i solarnih elektrana posljednjih je godina intenzivniji i u Republici Hrvatskoj, ali i diljem svijeta. (podaci vidljivi u tablicama 1., 2. i 3.) U svakom slučaju, riječ je o energetici budućnosti s potencijalima koji još nisu u potpunosti otkriveni.

Iskorištavanje solarne energije prepoznato je diljem svijeta, a kao primjer se navodi porast iskorištavanja solarne energije u Sjedinjenim Američkim Državama. Grafički prikaz vidljiv je u grafikonu 1.

Grafikon 1. Porast korištenja solarne energije u Sjedinjenim Američkim Državama



Izvor: U.S. Energy Information Administration (EIA), 2023.

Iz grafikona je vidljivo da, od obnovljivih izvora energije, prevladava korištenje energije vjetra, a oba izvora energije u kontinuiranom su porastu od 2007. godine sve do današnjih dana. Preciznije rečeno, u razdoblju od 2013. do 2019. godine zabilježen je porast korištenja solarne energije odnosno proizvodnje za čak 400%. Vrlo je važno uzeti u obzir i činjenicu da su Sjedinjene Američke Države jedna od zemalja s najsnažnijim i najrazvijenijim gospodarstvom u svijetu te je, trendove ovog tipa koje sami postavljaju i promoviraju, poželjno pratiti i u njima pronalaziti uzor za razvoj nacionalnog gospodarstva kao i energetike.

Proizvodnja i upotreba solarnih panela svakako predstavlja budućnost iskorištavanja energije u vidu korištenja obnovljivih izvora energije. Kao i ostali prethodno spomenuti oblici (energija vjetra – vjetroelektrane, geotermalna energija – geotermalne elektrane), njihova je izrada i postavljanje, za hrvatske standarde, još uvijek cjenovno teže prihvatljiva, iako je dugoročno itekako isplativa. Činjenica je da treba proći određeni broj godina da paneli dostignu svoju isplativost, a najvažnije je to što je električna energija nakon tog razdoblja „besplatna“. Kućanstva i ostali objekti proizvode sami za sebe i postaju samoodrživi. Uzmu li se u obzir mjesečni i godišnji troškovi za korištenje električne energije, isplativost je itekako vidljiva.

3.2. Princip rada solarnih panela

Solarni paneli djeluju pomoću fotonaponskih solarnih modula, odnosno preko integracije solarnih ćelija (Institut Ruđer Bošković, 2021.). Većina proizvedenih solarnih ćelija izrađena je od kristalnog silicija, a ovisno o izvedbi prikazuje se i njihova efikasnost. Procjenjuje se da je efikasnost solarnih ćelija u rasponu između 15% i 23%. Zanimljivost je u tome što svaka ćelija ima izrazito nizak izlazni napon koji iznosi manje od 1V. Kao takvu, potrebno ju je štititi od negativnih utjecaja iz okoline, posebice od vlage koja bi mogla u potpunosti onemogućiti njihov rad. Kako bi se spriječili negativni vanjski utjecaji, ćelije se vezuju zajedno te ih se štiti materijalima poput stakla ili polimernih materijala (zbog svoje prozirnosti). Na taj način povezane solarne ćelije čine fotonaponske solarne module.

Na slici 6. prikazan je princip rada solarne elektrane sa spajanjem na mrežu. Ključnu ulogu u prijenosu i stvaranju električne energije imaju takozvani inverteri, odnosno izmjenjivači. Putem vodiča, električna energija prenosi se do krajnje točke ovog dijela sustava, a to je centralni izmjenjivač. Njegova je uloga da električnu energiju pretvara iz istosmjerne u izmjeničnu struju jer se u tom obliku može koristiti svakodnevno u kućanstvima obzirom da se takva struja koristi za rad kućanskih aparata poput bijele tehnike, ali i svjetala u objektima.

Slika 6. Princip rada solarne elektrane koji je spojen na mrežu



Izvor: Majdandžić, 2015

3.3. Vrste solarnih panela

U ovom će dijelu rada biti detaljnije analizirane tri vrste solarnih panela, a to su prema Debelec i Vraničar (2013.) sljedeći:

- monokristalni silicijski paneli
- polikristalni silicijski paneli
- tankoslojni fotonaponski paneli.

Monokristalni silicijski paneli, kao što im ime govori, izrađeni su od monokristalnog silicija koji je i danas jedan od najučestalijih materijala za izradu solarnih panela, a osim za njihovu izradu, upotrebljava se i u različite svrhe u elektroničkoj industriji. U odnosu na ukupni raspon učinkovitosti solarnih panela, monokristalni silicijski paneli imaju učinkovitost između 13 i 19%. Monokristalni silicij dobiva se Czochralskijevim procesom otkrivenim u prvoj polovici dvadesetog stoljeća, a vezanim uz kristalizaciju metala. Zrna kristala monokristalnog silicija tale se, uranjaju u talinu i nakon toga izdižu na površinu. Po završetku procesa, zrno se kristalizira i u fotonaponskim ćelijama koristi se u promjerima između 200 i 300 milimetara.

Polikristalni silicijski paneli također predstavljaju bazu ove tehnologije. Razlikuju se od monokristalnih silicijskih panela u dva segmetna, a to su oblik i cijena. Polikristalni paneli cjenovno su prihvatljiviji od monokristalnih panela, a prepoznatljiviji su po pločama kvadratnih oblika u odnosu na zaobljene ploče monokristalnog silicija. Na nižu cijenu zasigurno utječe i njihova niža učinkovitost. Naime, za razliku od monokristalnih čija je učinkovitost između 13 i 19%, njihova učinkovitost iznosi između 11 i 15%. Kao i monokristalni paneli, koristi se u elektronici (iako u manjem obujmu), a većinom u fotonaponskoj industriji.

Tankoslojni paneli sačinjeni su od uzastopnih slojeva atoma i molekula (Plan – net solar, 2018). Razlikuju se od monokristalnih i polikristalnih zbog toga što se proizvode automatiziranim načinom i zbog korištenja manje količine materijala, znatno su tanje od prethodno navedenih. Također, za razliku od njih moguće ih je postavljati na materijale poput plastike i stakla što s monokristalnim i polikristalnim nije slučaj. Cjenovno su pristupačniji i zbog toga privlačniji sve većem broju korisnika.

3.4. Postavljanje solarnih panela

Osim što postoje različite vrste solarnih panela, isti se mogu i postavljati na različite načine – prvenstveno je razlika u postavljanju serijskim ili paralelnim spajanjem (Fuk, 2022.). Ukoliko je spajanje modula serijsko, takav način implicira na stvaranje jačeg napona. Suprotno tome, rezultat paralelnog spajanja je jača struja. Nadalje, razlika u postavljanju može se očitovati i kod povezivanja na pretvarače. Kvalitetnija je opcija postavljanje svakog modula na zasebni pretvarač, ali ta je opcija ujedno prilikom postavljanja i skuplja, no kao i sve vezano uz solarne panele – dugoročno isplativija. Postavljanje solarnih panela ovisi i o položaju korisnika na Zemlji. Primjerice, u Hrvatskoj koja se nalazi na sjevernoj zemljinoj hemisferi, postavljeni solarni paneli produktivniji su ako su usmjereni prema jugu, a djelomično i prema zapadnoj strani. U tom slučaju, stvaraju se najbolji uvjeti za dnevno maksimalno korištenje sunčeve svjetlosti.

Solarni paneli ne postavljaju se isključivo na privatne obiteljske objekte. Kako bi se što efektivnije koristila solarna energija, na pojedinim područjima izgrađene su takozvane solarne farme. Riječ je o površinama na kojima je postavljen velik broj solarnih panela i nisu nužno vezani uz bilo kakve objekte. Moguće je postaviti ih na tlu bez objekta, a postoje i slučajevi u kojima je solarna farma „konstruirana“ na površini vode.

Struja koja se dobije pretvaranjem iz jednosmjerne u izmjeničnu može se odmah upotrebljavati. Količina struje koju je moguće koristiti ovisi o dva parametra (Fuk,2022.):

- a) instalirana snaga,
- b) potreba za potrošnjom.

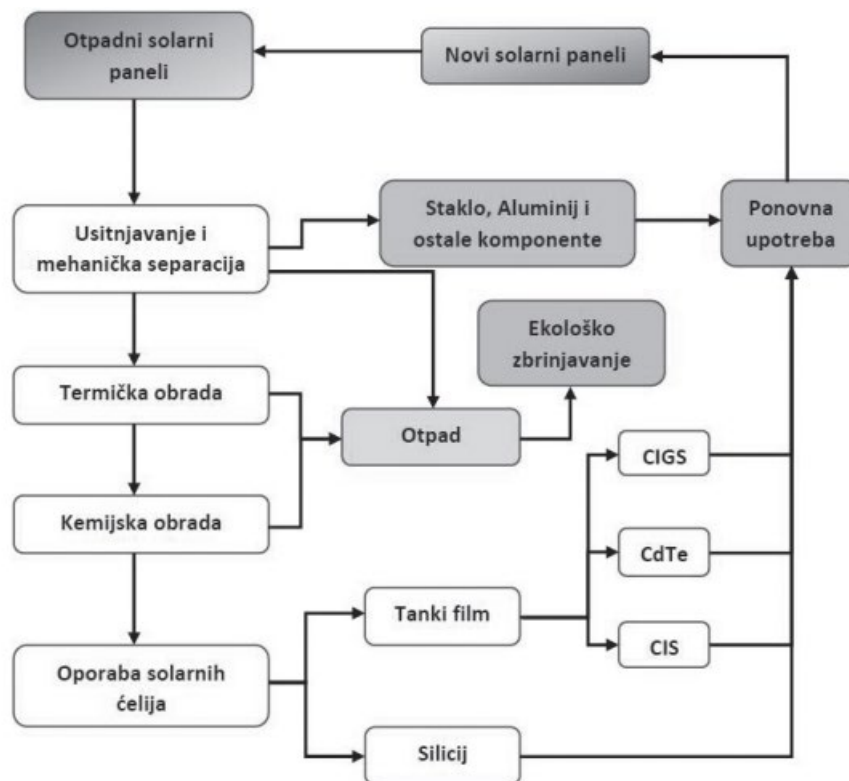
Maksimalna instalirana snaga može zadovoljavati potrebe za cjelokupnom potrošnjom, a može biti i veća, što znači da će se višak proizvedene električne energije pohraniti, bilo u baterijama ili u mreži jer je potrebna zaliha struje koja će se koristiti tijekom noći. Također, produktivnost solarnih panela smanjena je i za oblačnog vremena zbog zasjenjenosti. Sunčeve zrake u tom razdoblju otežano dolaze do površine solarnih panela, konkretno solarnog članka. U tom slučaju proizvodnja električne energije ne staje u potpunosti, već se odvija sa smanjenom produktivnošću.

Postavljanje solarnih panela na objekte čija je namjena isključivo stambenog karaktera utječe i na povećanje vrijednosti nekretnine, što predstavlja još jedan u nizu dugoročnih pozitivnih učinaka njihovog korištenja.

3.5. Postupak recikliranja solarnih panela

U određenim slučajevima doći će do potrebe uklanjanja solarnog panela kojeg je potom potrebno i reciklirati. Postupak recikliranja solarnih panela točno je utvrđen WEEE direktivom 2012/19/EU i treba se obavljati isključivo na takav način. Shema postupka recikliranja solarnog panela prikazana je na slici 7.

Slika 7. Postupak recikliranja solarnih panela



Izvor: Fuk, 2022

Četiri su osnovna postupka koja se primjenjuju u reciklaži otpadnog solarnog panela, a to su:

- a) usitnjavanje i mehanička separacija
- b) termička obrada
- c) kemijska obrada
- d) oporaba solarnih ćelija.

Za vrijeme donošenja prethodno spomenute direktive, najveći dio solarnih panela koje je trebalo reciklirati bili su sačinjeni od silicijskih kristala, ali se promišljalo i o razvoju tehnologija koje će se koristiti za reciklažu tankoslojnih panela.

Konkretna postupak reciklaže započinje mehaničkim usitnjavanjem i separacijom kako bi se, pomoću daljnjih postupaka, uklonilo staklo i aluminijski okviri. Na taj način pokušava se smanjiti količina materijala koja treba prolaziti daljnju obradu u cjelokupnom postupku. Staklo i aluminijski okvir čine otprilike 90% materijala te manji dio zahtijeva daljnju termičku i kemijsku obradu. Taj dio ponovno je spreman za upotrebu prilikom izrade novog panela. Dijelovi koji prolaze termičku i kemijsku obradu uglavnom su otpad za koji je vrlo važno da bude zbrinut na ekološki prihvatljiv način. Poduzeća koja se bave reciklažom solarnih panela već dugi niz godina aktivno podupiru istraživačke projekte vezane uz daljnji razvoj tehnologija i postupaka recikliranja i na taj način pokušavaju pridonijeti popularizaciji solarnih panela u svakodnevnoj upotrebi (Pvcycle, 2019).

4. ANALIZA KORISTI I TROŠKOVA KORIŠTENJA SOLARNIH PANELA

4.1. Okolišni troškovi korištenja solarnih panela

Troškovi i negativni učinci solarnih panela u okolišu ne očituju se isključivo na financijskom planu, dio okolišnih troškova vezan je i uz nematerijalna sredstva. No, što se tiče materijalnih izdataka, već je navedeno da je za izgradnju solarnih panela potrebno korištenje kvalitetnih i skupocjenih materijala koji su otporni na različite vremenske uvjete i čija će produktivnost u postupku iskorištavanja i pretvorbe sunčeve energije biti maksimalna (HROTE, 2020). Upravo taj dio odbija mnoge korisnike zainteresirane za njihovu upotrebu, posebice na obiteljskim kućama. U poticanje stanovništva na korištenje solarnih panela uključila se i država o čemu će više riječi biti u nastavku rada.

Prilikom postavljanja „solarnih farmi“ također može imati nepovoljan utjecaj na okoliš zbog činjenice da njeno postavljanje onemogućava bilo kakvo daljnje korištenje tla na kojem se nalazi. Poželjno je da se one postavljaju na neobrađiva tla, ali nekad to nije moguće te će zauzeti površinu koja bi mogla biti iskorištavana u poljoprivredne svrhe. S druge strane, postavljanje solarnih farmi u nenaseljenim mjestima na neobrađivom tlu zahtjeva dodatnu izgradnju infrastrukture potrebne za prijenos energije do objekata koji će ju koristiti i do mreže u kojoj će biti pohranjen višak proizvodnje. Postoje i zemlje i područja koje za ovakve projekte nemaju slobodnih kopnenih površina. U tom slučaju, „solarne farme“ postavljene su na vodi. Također, i ovdje je potrebno zadovoljavanje mnogih preduvjeta kako bi takav način proizvodnje energije uspio, a to je prvenstveno iskorištavanje vode s mirnom površinom, minimalnim kretanjima i kolebanjima. Osim toga, prilikom postavljanja i korištenja, važno je pripaziti na potencijalno zagađenje vode, posebice ako je riječ o vodi koja se nalazi blizu domaćinstava ili primjerice farmi kako ne bi bilo negativnih učinaka na ljudske živote i na sigurnost životinja.

Solarna energija ne može se koristiti jednako u svim dijelovima svijeta pa tako ni na području Republike Hrvatske. Na mogućnost korištenja solarne energije utječu brojni čimbenici poput klimatskih prilika, broja sunčanih dana, trajanja dana u smislu izlaska i zalaska sunca (vrijeme obasjavanja panela) i sl.

Trošak korisnicima predstavlja i to što noću nema proizvodnje i nije moguće korištenje za potrebe kućanstva. Sav dnevni višak preusmjeren je u električnu mrežu čiji je vlasnik lokalni distributer. Iako je to, u suštini, vlasništvo osobe putem čijeg solarnog panela je energija napravljena, u stvarnosti je to drugačije. Primarni vlasnik dužan je otkupiti svoju energiju od lokalnog distributera, ali po povlaštenoj cijeni. Višak električne energije može se zadržati ukoliko se u sistem ugradi baterija koja će pohranjivati isti.

Nadalje, Fuk (2022.) navodi i jedan nepredvidiv trošak koji mogu imati vlasnici solarnih panela. Obzirom da paneli imaju vijek trajanja, a samim time i garanciju otprilike 25 godina, moguće je da se izvođač radova povuče s tržišta i da je zbog toga nemoguće popraviti eventualne kvarove i reciklirati panel koji više nije za upotrebu.

Ukupna snaga solarnih panela na obiteljskom stambenom objektu ovisi o tri ključna parametra (MS2 energo, 2022.):

- a) iskoristiva površina plohe na kojoj su paneli instalirani,
- b) zakupljena priključna snaga brojila za upotrebu,
- c) okvirna planirana godišnja potrošnja električne energije.

Također, ukupna snaga solarnih panela ovisi o njihovoj veličini i brojnosti. Upravo zbog toga, postavljanje na veće objekte predstavlja i veće financijsko opterećenje za investitora. U 2022. godini, Vlada donosi uredbu kojoj se regulira smanjenje cijene panela (Večernji list, 2022). Paneli koji su se do tada mogli kupiti i instalirati za vrijednost od 4 666,66 eura (35 000 kuna), sada se mogu dobiti po cijeni od 3 536 eura (26 520 kuna). Ukupna investicija za jedno prosječno kućanstvo iznosi između 9 500 eura i 12 000 eura (Boltižar i Plivelić, 2021.) za kapacitet panela (elektrane) od 5kW. Općenito, cijena ugradnje primarno ovisi o veličini postrojenja, a ono se određuje prema godišnjoj potrošnji električne energije u promatranom kućanstvu.

Troškovi odnosno nedostaci solarnih panela i njihovog korištenja su sljedeći (MS² energo,2022.):

- visoka početna financijska ulaganja,
- onemogućavanje korištenja tla / vode gdje je postavljeno,
- nestanak poduzeća s tržišta,
- nemogućnost besplatnog iskorištavanja sve proizvedene energije ukoliko korisnik nema bateriju za pohranu viškova.

4.2. Okolišne koristi solarnih panela

Kao što je to slučaj s nedostacima i troškovima, postavljanje i korištenje solarnih panela ima itekako velike koristi i prednosti. Najveća prednost iskorištavanja solarne energije putem solarnih panela jest zaštita okoliša. Solarna energija obnovljiv je izvor energije koji ni na koji način ne šteti okolišu niti ispušta bilo kakve štetne tvari koje bi negativno utjecale na okoliš. Riječ je o potpuno prirodnom obliku energije koji, osim potrebe za vodom, ne koristi druge resurse (Zastita prirode.hr, 2022.).

Nadalje, nakon instalacije solarnih panela, investitor si osigurava besplatan izvor energije. Činjenica je da u početku predstavljaju izvjesno financijsko opterećenje, ali s vremenom su itekako isplativi. Dodatan trošak predstavlja i ugradnja baterije koja služi za pohranu viška energije, ali dugoročno je također isplativo obzirom da bi bez nje korisnik solarnih panela trebao otkupljivati električnu energiju od lokalnog distributera iako bi sam sebe mogao opskrbljivati u potpunosti. Drugo rješenje za višak proizvedene električne energije može biti i postavljanje solarnog sistema za grijanje. Na taj bi način kućanstvo uštedjelo i na plaćanju računa za električnu energiju i (djelomično) za grijanje, neovisno o tome koji je bio način grijanja.

Ukoliko se na pojedinoj lokaciji više korisnika odluči za investiranje u solarne panele i počnu ih koristiti kao primarni izvor električne energije, doći će i do povećanja sigurnosti mreže. Mreža je nestabilnija ukoliko je na nju spojen veći broj korisnika. Na ovaj način, odvajanjem pojedinih korisnika, mreža postaje stabilnija, a samim time i sigurnija. Manje je opterećenje zajedničke mreže i to u konačnici rezultira manjim brojem kvarova, rjeđim nestankom električne energije u kućanstvima i sl.

Kada se na jednom mjestu više korisnika odlučuje za solarne panele, vođeni pozitivnim primjerom i drugi bi ga mogli slijediti. Upravo na takvim mjestima uvelike bi se smanjila razina onečišćenja okoliša i stvarali bi se povoljniji uvjeti za život. Samim time, na takvim bi se mjestima smanjilo korištenje neobnovljivih izvora energije koji nepovoljno utječu na okoliš jer bi se solarne energije mogla koristiti i za dobivanje električne energije i potencijalno za grijanje. Obzirom na enormne količine energije koje se mogu dobivati od Sunca, sve bi više kućanstava i lokalnih zajednica trebalo biti potaknuto ovakvim promišljanjima i porast broja korištenih solarnih panela bi se u budućnosti svakako trebao povećavati.

Jedna od okolišnih prednosti korištenja solarnih panela je smanjenje gubitka električne energije odnosno skraćivanje puta opskrbe energijom. U tradicionalnoj opskrbi postoje vodiči koji vode od distributera do kućanstava i njihovo postavljanje i održavanje je također svojevrsna investicija. Osim toga, na putu prijenosa energije neminovno se dio iste gubi. Kod korištenja solarnih panela to nije slučaj zbog toga što je put prijenosa energije izrazito kratak.

Sukladno prethodno navedenom, ključne okolišne koristi solarnih panela su sljedeće (Lovrić i Lovrić, 2013.):

- obnovljiv izvor energije,
- izvor energije s povoljnim utjecajem na okoliš,
- besplatan izvor električne (a potencijalno i toplinske) energije,
- povećavanje sigurnosti distribucijske mreže,
- smanjivanje gubitaka električne energije.

5. SOLARNI PANELI U REPUBLICI HRVATSKOJ

Za razliku od prakse europskih zemalja, u Hrvatskoj su ispitivanja stavova javnosti i njihova informiranost o energetici prilično rijetka pojava. Suprotno tome, u mnogim europskim zemljama, građani sudjeluju u donošenju dijela odluka koje se odnose na djelovanje energetskeg sektora (Kufirin, Domac i Šegon, 2004.). Javnost se informira o projektima i izvedbenim planovima na tom području i pozitivno je što u određenoj mjeri mogu utjecati na odluke važne za državu u kojoj žive i za opskrbu energijom. Ukoliko bi se javnost u Republici Hrvatskoj intenzivnije informirala o važnostima obnovljivih oblika energije te o načinima i mogućnostima iskorištavanja električne energije, zasigurno bi se povećao broj korisnika solarnih panela. Krajnji rezultat i proizvodnja vlastite električne energije snažan je motiv za pokretanje ovakvih projekata u svojim domovima.

Da bi se na nekom objektu postavili solarni paneli, potrebno je zadovoljiti osnovne preduvjete, a oni se odnose na prijavitelja i objekt za koji se prijavljuje postavljanje. Nužno je da prijavitelj bude vlasnik, ili barem suvlasnik ciljanog objekta. Što se tiče mjernog mjesta, moguće je započeti postupak prijave isključivo ako je prijavitelj vlasnik, a ne suvlasnik.

Nadalje, objekt treba zadovoljiti četiri parametra, a to su (Zgradonačelnik, 2022.):

- površina,
- orijentacija,
- pokrov,
- vrsta priključka.

Površina koju je potrebno osigurati na objektu vezana je uz količinu proizvodnje električne energije. Točnije, za proizvodnju jednog kilovata električne energije potrebna je površina od šest metara kvadratnih. Što se tiče orijentacije, za postavljanje solarnih panela najefektivnije bi bilo postavljanje na južnu stranu. Nije zabranjeno postavljati niti na druge strane, ali sjeverna strana se izbjegava, dok se južna preferira. Kada se radi o krovu s nagibom, prati se linija nagiba krova, a u slučaju postavljanja na ravni krov, paneli se izdižu. Krovni pokrovi također utječu na postupak postavljanja solarnih ploča. Postoje pokrovi koji pogoduju njihovom postavljanju, ali im i onih koji za takve projekte jednostavno nisu prikladni.

Crijep, limeni i ravni krov poželjni su krovni pokrovi, dok se šindra, azbestne ploče i salonit u pravilu ne koriste. Vrste priključka ovise o snazi mreže i zakupljenoj snazi te mogu biti jednofazni i trofazni.

U Republici Hrvatskoj postoji točna procedura koju je važno slijediti kako bi krajnji rezultat bilo postavljanje solarnih panela na objekt. Riječ je o sljedećim koracima (Grad Varaždin – mapa solarnog potencijala, 2022.):

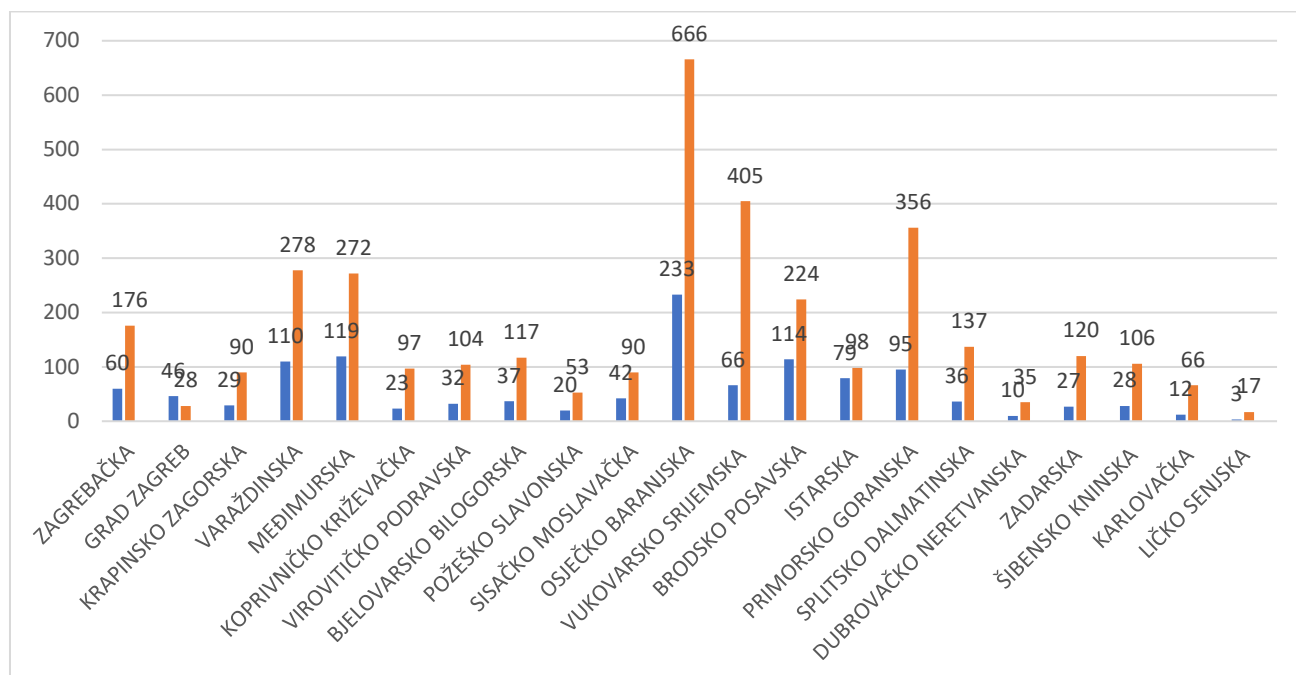
- izrada glavnog projekta,
- pribavljanje potrebnih dozvola i komunikacija s Hrvatskom Elektroprivredom,
- pronalaženje dobavljača opreme i izvođača radova,
- izrada solarnih panela, solarne elektrane,
- puštanje solarnih panela u rad,
- sklapanje ugovora o otkupu električne energije.

Također, u Republici Hrvatskoj definirani su nacionalni ciljevi i određene su mjere postupanja na području energije i opskrbe energijom. Neovisno o stavovima građana i njihovom (ne) sudjelovanju, Ministarstvo zaštite okoliša i energetike prezentiralo je svoje planove na ovom polju za nadolazeće razdoblje. Njihove odredbe očituju se u sljedećim dimenzijama (Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, 2020.):

- a) dugoročna dekarbonizacija i smanjenje štetnih učinaka korištenja neobnovljivih izvora energije,
- b) stvaranje energetske sigurnog područja,
- c) stvaranje unutarnjeg energetskog tržišta,
- d) istraživanje,
- e) poticanje inovacija i stvaranje konkurentnog tržišta.

Na grafikonu 2. prikazan je broj solarnih elektrana instaliranih po županijama u Republici Hrvatskoj. Podaci Hrvatskog operatera tržišta energije (HROTE) dostupni su za 2017. godinu, ali rezultati su, obzirom na prethodno prikazanu teorijsku podlogu, iznenađujući. Prema broju sunčanih sati najpoznatiji su hrvatski otoci (Hvar, op.a.) i južniji dijelovi zemlje. No, solarnih elektrana na tom području iznenađujuće je malo. Dubrovačko – Neretvanska županija prema svom položaju i karakteristikama zasigurno ima izrazito visok potencijal za gradnju solarnih elektrana i iskorištavanje električne energije time putem, ali iz grafikona je vidljivo da od svih županija u Republici Hrvatskoj, jedino Ličko – Senjska županija ima zabilježen manji broj solarnih elektrana na svom području. Slično je stanje i u Zadarskoj te Splitsko – Dalmatinskoj županiji. Veći broj solarnih elektrana zabilježen je u Istri i Primorju odnosno u Istarskoj i Primorsko – Goranskoj županiji.

Grafikon 2. Prikaz broja solarnih elektrana u županijama Republike Hrvatske za 2017. i 2022. godinu



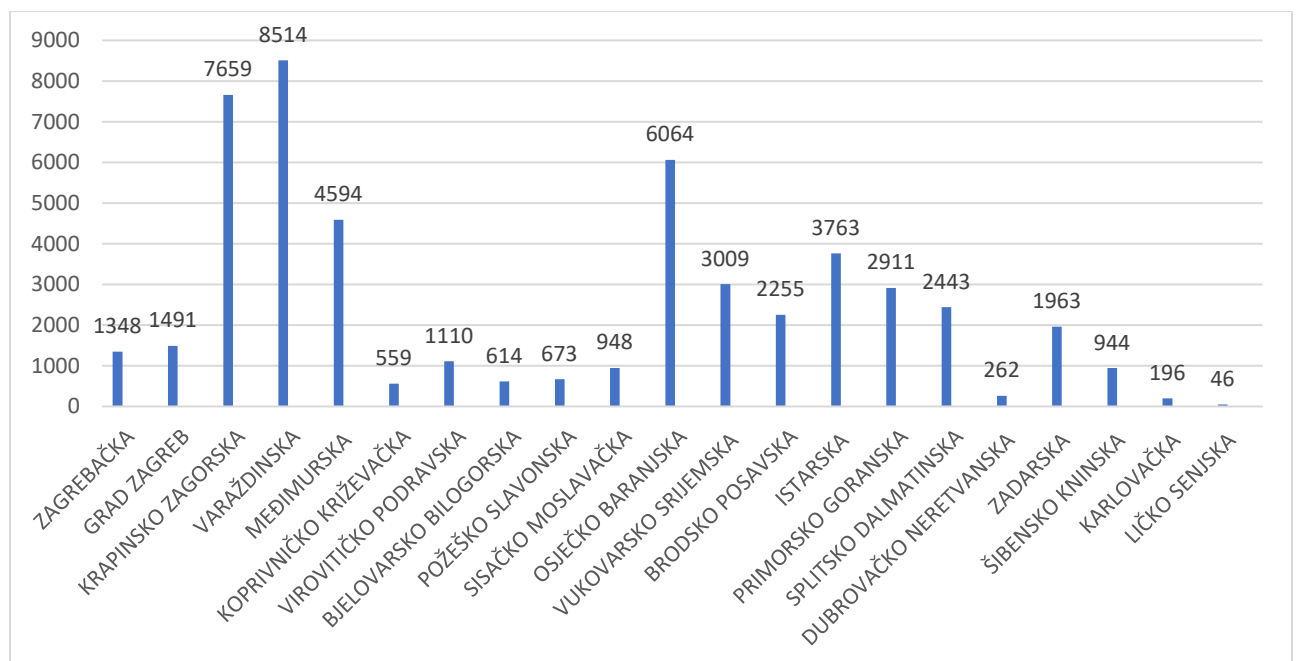
Izvor: HROTE, 2022

Stanje u kontinentalnom dijelu Republike Hrvatske u potpunosti je drugačije. Županija s najvećim brojem solarnih elektrana je Osječko – Baranjska županija. Sljedeća županija po broju solarnih elektrana je Međimurska, ali s gotovo dvostruko manjim brojem istih. Slijede ih Brodsko – Posavska te Varaždinska županija. Grad Zagreb i Zagrebačka županija zajedno su u tom periodu imale 116 solarnih elektrana što je manje od Međimurske i Osječko – Baranjske županije. Diljem cijele Republike Hrvatske broj solarnih elektrana u narednim se godinama povećavao. Jedina županija u kojoj se u razdoblju od šest godina smanjio broj solarnih elektrana je Grad Zagreb. Izuzev njega, porast u svim ostalim županijama je vrlo visok, primjerice u Vukovarsko – srijemskoj županiji u 2017. godini bilo je 66 solarnih elektrana, da bi u 2022. godini došlo do povećanja na 405 solarnih elektrana. Diljem Republike Hrvatske prepoznata je važnost iskorištavanja solarnog potencijala.

Osim broja elektrana po županijama, u grafikonu 3. nalazi se njihova ukupna snaga. Vidljivo je da, prema ukupnoj snazi solarnih elektrana, kontinentalna Hrvatska i dalje prednjači u odnosu na jug zemlje koji također ima izrazito veliki solarni potencijal. Iako je prethodno prikazano da je najviše solarnih elektrana u Osječko – Baranjskoj županiji, ne znači da je na tom području najveća i količina njihove ukupne snage. Najveća ukupna snaga proizvedena je u Varaždinskoj županiji nakon koje slijedi Krapinsko – Zagorska županija. Osječko – baranjska županija prema ukupnoj snazi nalazi se na trećem mjestu. Županija s uvjerljivo najmanje ukupno proizvedene

snage je Ličko – Senjska županija koja je ujedno i županija s najmanjim brojem solarnih elektrana. Pomalo iznenađuje podatak da Dubrovačko – Neretvanska županija, koja svojim položajem najbolje odgovara uvjetima iskorištavanja solarne energije i koja je, zahvaljujući turizmu jedna od razvijenijih županija, vrlo slabo koristi solarni potencijal. Upravo zbog prethodno navedenog i iznimno velikog broja turista koji tijekom godine cirkuliraju na ovom području, bilo bi poželjno smanjiti troškove električne energije i proizvoditi vlastitu. U tom slučaju, financijski dobici za ovu bi županiju bili još veći. Iako u istoj formi nema grafikona koji bi izvršio usporedbu nakon određenog vremenskog razdoblja kao što je slučaj u grafikonu 2., zaključuje se da se, obzirom na iznimno povećanje broja solarnih elektrana, povećava i njihova ukupna snaga.

Grafikon 3. Ukupna snaga solarnih elektrana po županijama za 2017. godinu



Izvor, HROTE, 2017.

Kada se u obzir uzmu županije primorske Hrvatske, vidljivo je da je, usprkos njihovu potencijalu za korištenje solarne energije, stanje na tom polju osjetno razvijenije u kontinentalnoj Hrvatskoj.

Nadalje, u tablicama 1., 2. i 3. prikazana su instalirana postrojenja povlaštenih proizvođača i nositelja projekata za razdoblje od 2019. do 2021. godine.

U tablicama su prikazane sve tehnologije koje su vezane uz obnovljive oblike energije te su, prema tome, navedeni podaci za vjetroelektrane, solarne elektrane, hidroelektrane, elektrane na biomasu i bioplin, kogeneracijska postrojenja, geotermalne elektrane te elektrane na plin iz

postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda. Najveći broj povlaštenih proizvođača i ukupno instalirane snage ukazuje na veliku količinsku nadmoć broja sunčanih elektrana, ali ne postoji pozitivna korelacija s ukupno instaliranom snagom. Iako je vjetroelektrana, elektrana na biomasu te kogeneracijskih postrojenja brojčano manje, proizvode više snage. U 2019. godini solarne elektrane nisu bile identificirane kao nositelji projekata i samim time nema niti podataka za ukupno instaliranu snagu. Nositelji projekata bile su vjetroelektrane, hidroelektrane, elektrane na bioplin i u najvećem broju elektrane na biomasu. Kao što je i prethodno bio slučaj, najveći broj nositelja projekata nije garancija najvećeg iznosa instalirane snage. Najviše instalirane snage proizvode četiri spomenute vjetroelektrane.

Tablica 1. Instalirana postrojenja povlaštenih proizvođača i nositelja projekata u 2019. godini

Tehnologija	Povlašteni proizvođači br. elektrana	Povlašteni proizvođači instalirana snaga (kW)	Nositelji projekta br. elektrana	Nositelji projekta instalirana snaga (kW)
Vjetroelektrane	22	575.800	4	142.000
Sunčane elektrane	1.230	53.434	-	-
Hidroelektrane	14	5.915	2	804
Elektrane na biomasu	34	73.714	16	36.094
Elektrane na bioplin	39	42.722	5	7.200
Kogeneracijska postrojenja	6	113.293	-	-
Geotermalne elektrane	1	10.000	-	-
Elektrane na plin iz postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda	1	2.500	-	-
Ukupno	1.347	877.378	27	186.098

Izvor: HROTE, 2019

U tablici 2. prikazani su podaci za 2020. godinu. Riječ je o istim tehnologijama te broju povlaštenih proizvođača i nositelja projekata. I dalje su solarne elektrane brojčano nadmoćne u odnosu na ostale tehnologije, ali i dalje su vjetroelektrane te koje drže najveću instaliranu snagu. Nakon njih su kongeneracijska postrojenja, elektrane na biomasu pa tek potom solarne elektrane.

Nositelji projekata u ovoj su godini bile hidroelektrane, elektrane na biomasu i elektrane na bioplin. Broj nositelja projekata manji je u odnosu na 2019. godinu, a uzrok istome je između ostalog, zasigurno i pandemija virusa Covid19 zbog koje je došlo do gubitaka u svim sektorima gospodarskih djelatnosti, a samim time se odrazilo i na područje energetike u Republici Hrvatskoj.

Tablica 2. Instalirana postrojenja povlaštenih proizvođača i nositelja projekata u 2020. godini

Tehnologija	Povlašteni proizvođači br.elektrana	Povlašteni proizvođači instalirana snaga (kW)	Nositelji projekta br. elektrana	Nositelji projekta instalirana snaga (kW)
Vjetroelektrane	26	717.800	-	-
Sunčane elektrane	1.229	53.425	-	-
Hidroelektrane	14	5.915	2	804
Elektrane na biomasu	39	86.169	9	20.649
Elektrane na bioplin	41	45.922	2	2.000
Kogeneracijska postrojenja	6	113.293	-	-
Geotermalne elektrane	1	10.000	-	-
Elektrane na plin iz postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda	1	2.500	-	-
Ukupno	1357	1.035.024	13	23.453

Izvor: HROTE, 2020

Podaci Hrvatskog operatera tržišta energije za 2021. godinu u mnogočemu se razlikuju od prethodno analiziranih podataka za 2019. i 2020. godinu. Ukupan broj elektrana povlaštenih proizvođača bilježi kontinuirani porast u promatranom razdoblju. Samim time dolazi i do povećanja ukupno instalirane snage. U 2021. godini u rubrici nositelja projekata i dalje nema vjetroelektrana koje su kao nositelji projekata, ali i izvan toga vodeći prema instaliranoj snazi. Podaci za 2021. godinu prikazani su u tablici 3.

Na području nositelja projekata, stanje se drastično promijenilo u odnosu na prethodne dvije godine. Što si tiče solarnih elektrana koje nisu do tada bile evidentirane kao nositelji projekata, važno je uočiti da su čak 54 elektrane postale nositeljima projekata i u tom pogledu se na njih odnosi izvjesna količina instalirane snage. Porast broja tehnologija koje se odnose na obnovljive oblike energije vidljiv je iz godine u godinu. Takav pozitivan trend pokazuje da su ljudi prepoznali važnost iskorištavanja istih u odnosu na neobnovljive izvore energije i da prepoznaju njihov potencijal za budućnost.

Tablica 3. Instalirana postrojenja povlaštenih proizvođača i nositelja projekata u 2021. godini.

Tehnologija	Povlašteni proizvođači br.elektrana	Povlašteni proizvođači instalirana snaga (kW)	Nositelji projekta br. elektrana	Nositelji projekta instalirana snaga (kW)
Vjetroelektrane	24	704.700	-	-
Sunčane elektrane	1.234	55.910	54	11.328
Hidroelektrane	15	6.365	5	1.274
Elektrane na biomasu	41	96.069	13	17.598
Elektrane na bioplin	42	46.922	5	7.740
Kogeneracijska postrojenja	5	113.260	-	-
Geotermalne elektrane	1	10.000	-	-
Elektrane na plin iz postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda	1	2.500	-	-
Ukupno	1363	1.035.726	77	37.940

Izvor: HROTE, 2021

5.1. Poticanje korištenja solarnih panela od strane države i Europske unije

Prednosti i važnost povećanja korištenja solarnih panela prepoznala je i Vlada Republike Hrvatske te je donijela Strategiju energetske razvoja Republike Hrvatske do 2030. godine s pogledom u 2050. godinu. Strategijom su definirane inicijative energetske politike koje imaju sljedeće ciljeve (Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, 2020.):

- jačanje sigurnosti opskrbe energijom,
- smanjenje gubitaka energije,
- povećanje energetske učinkovitosti,
- smanjivanje korištenja fosilnih goriva, neobnovljivih izvora energije,
- povećavanje domaće proizvodnje energije putem iskorištavanja obnovljivih izvora energije.

Upravo se posljednje navedeno, povećavanje domaće proizvodnje energije iskorištavanjem obnovljivih izvora energije, odnosi na poticanje povećanja broja proizvedenih i postavljenih solarnih panela, bilo da je riječ o obiteljskim ili drugim objektima. Prije svega, država stavlja fokus na osnaživanje energetske tržišta koje djeluje kao nosiva komponenta razvoja energetske sektora (MZOE, 2020.). Strategijom se predviđaju i izvori financiranja koji će se koristiti za energetske tranziciju odnosno za povećanje korištenja obnovljivih izvora energije.

Država planira sljedeće:

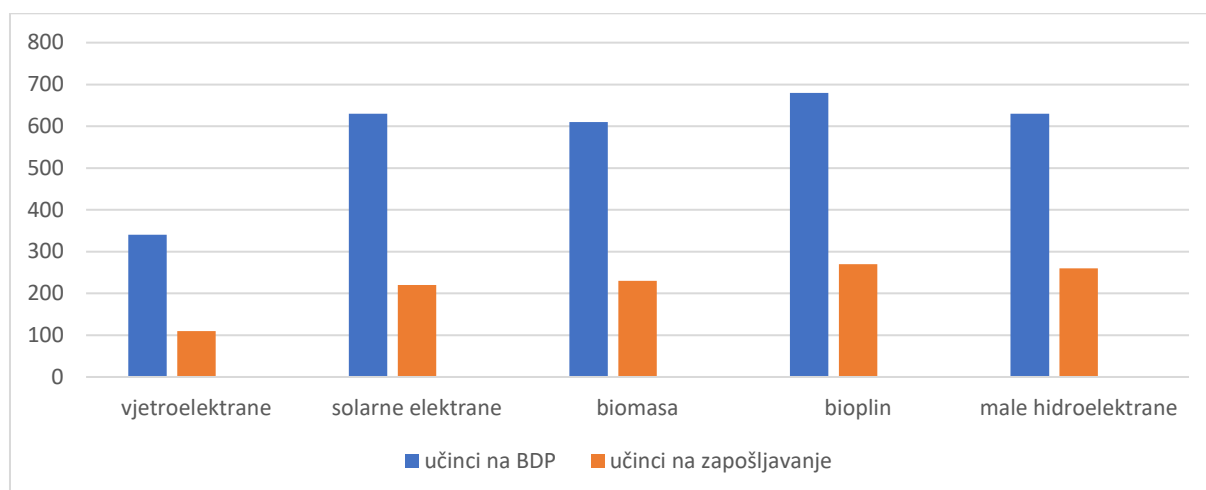
- državne financijske institucije i fondovi,
- financiranje od strane Europske unije putem programa kohezijskih politika,

- prikupljanje naknada za emisiju ugljičnog dioksida,
- tvrtke koje prepoznaju važnost korištenja solarne energije i koje su spremne za ulaganja u tom pogledu.

Država će i dalje poticati korištenje obnovljivih izvora energije zbog neposrednog utjecaja na gospodarstvo Republike Hrvatske. Na slici 8. prikazan je utjecaj korištenja obnovljivih izvora energije na domaće gospodarstvo. Najveći učinak na BDP imaju investicije za korištenje bioplina. Riječ je o otprilike 680 000 eura na milijun eura investicije. Male hidroelektrane i solarne elektrane imaju nešto nižu stopu u iznosu od 650 000 eura. Iznos koji se odnosi na bioplin je gotovo 600 000 eura, a najmanji udio je onaj vjetroelektrana, oko 350 000 eura. Najveći udio na milijun eura investicije je kod bioplina. Suprotno tome, najmanje zaposlenih na milijun eura investicije je kod vjetroelektrana, nešto više od stotinjak zaposlenih.

Općenito, investicije u promicanje korištenja obnovljivih izvora energije (i njihovo puštanje u pogon) zaista su opravdane zbog utjecaja na stopu zaposlenosti. I u budućnosti će, kod svih tehnologija poput vjetroelektrana, solarnih elektrana, malih hidroelektrana te prerade biomase i bioplina, biti potrebno zaposliti određeni broj ljudi što bi itekako povoljno djelovalo na smanjenje stope nezaposlenosti, a potencijalno i na odlazak radno sposobne snage s teritorija Republike Hrvatske u druge države Europske unije. Ministarstvo prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine potiče i programe osposobljavanja certificiranih instalatera za solarne toplinske sustave.

Grafikon 4. Utjecaj korištenja OIE na gospodarstvo za razdoblje 2020. godine



Izvor: MZOE, 2020.

Europska unija svoje države članice potiče i provedbom programa RePowerEU. Ukoliko se države članice pridržavaju pravila i odredbi koje su određene ovim programom, Europska unija

obvezuje se na ubrzavanje uvođenja krovnih instalacija kao i na dodavanje električne energije nakon prve godine njene provedbe. Iako Europska unija daje zeleno svjetlo korištenju, točnije povećanju korištenja obnovljivih izvora energije, i države članice dužne su ispuniti određene uvjete. Prema tome, očekivanja Europske unije definirana su na sljedeći način.

Svaka država članica koja želi podršku u iskorištavanju obnovljivih izvora energije od strane EU treba uspostaviti okvire za podupiranje krovnih sustava, formirati sustave za skladištenje energije te koristiti dizalice topline. Sve navedeno potrebno je instalirati na način da je predvidivo razdoblje povrata kraće od deset godina. Europska unija nema očekivanja isključivo prema pojedincima i fizičkim osobama. Njihova očekivanja očituju se i u vidu uspostave nacionalnih programa potpore kojim bi se osiguralo masovnije instaliranje solarnih krovnih sustava te potporama za kombiniranje obnove krovova kuća i zgrada s uvođenjem solarnih sustava kao novih načina iskorištavanja energije.

5.2. Potrebna dokumentacija za postavljanje solarnih panela

Dokumentacija za postavljanje solarnih panela prilično je zahtjevna, a prema nekim podacima njena obrada također ponekad bude i prilično spora. Europska unija zbog toga teži ograničavanju roka obrade dostavljenih zahtjeva na maksimalno tri mjeseca pri čemu se već krajem roka uglavnom kreće i s radovima.

Za početak pokretanja projekta i dolaska do faze postavljanja na željeni objekt, u Republici Hrvatskoj nužno je prikupiti sljedeću dokumentaciju (Zgradonačelnik, 2022.):

- preslika važeće osobne iskaznice,
- građevinska dozvola,
- posljednji važeći dokaz zakonitosti,
- dokaz vlasništva ili suvlasništva,
- potvrda o istovjetnosti katastarskih čestica,
- odobrenje ili potvrda konzervatora (u određenim slučajevima),
- računi za električnu energiju u posljednjih 12 mjeseci,
- informacije o vrsti i snazi priključka,
- skica krova,
- tlocrt krova,
- fotodokumentacija.

Identifikacijska isprava, odnosno osobna iskaznica treba biti važeća od osobe koje je vlasnik odnosno suvlasnik objekta te odo osobe koja je vlasnik mjernog mjesta. Za istu trebaju biti priložene obje strane isprave. Nadalje, zadnji važeći dokaz zakonitosti odnosi se prvenstveno na uporabnu dozvolu, posebice za objekte izgrađene prije 1968. godine. Ovaj dokument treba sadržavati žig čime se potvrđuje da je dokument pravomoćan odnosno da je vlasniku za objekt izdano rješenje. Broj katastarske čestice također mora biti vidljiv, kako u ovom, tako i u ostalim vezanim dokumentima koji se prilažu.

Vlasništvo se dokazuje vlasničkim listom koji je sačinjen od tri dijela:

- a) posjedovnica,
- b) vlastovnica,
- c) teretovnica.

Posjedovnicom se dokazuje postojanje objekata na toj katastarskoj čestici, vlastovnica sadrži podatke o vlasniku ili suvlasniku objekta, a u teretovnici može biti naznačena eventualna hipoteka ili zalog na nekretnini. Zemljišno knjižni izvadak nema „rok trajanja“, ali poželjnije je da to bude dokument novijeg datuma. Njegovo pribavljanje moguće je izvršiti i online putem sustava e-građani, uređena zemlja ili na internetskim stranicama katastra. Također, moguće da je podići i osobno u fizičkom obliku. Slijedi potvrda o istovjetnosti katastarskih čestica koju izdaje Državna geodetska uprava, odnosno područni katastarski ured. Mjesečni računi za potrošnju električne energije služe za predviđanje potrošnje u budućnosti i za potrebe koje bi solarni paneli na objektu barem otprilike trebali zadovoljavati. Kao što je navedeno, tlocrti, skice i fotodokumentacija također su potrebni za pregled prije davanja dozvole i pokretanja projekta postavljanja solarnih panela na objekt.

Ono što je važno naglasiti jest činjenica da se solarni paneli mogu postavljati i bez ulaganja vlastitih troškova, već putem natječaja ili Javnih poziva kroz koje se iskorištavaju sredstva Europske unije, nacionalnog Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost i sl.

U tim slučajevima, prethodno navedenoj dokumentaciji potrebno je priložiti dodatne dokumente poput glavnog elektrotehničkog projekta za solarne panele / elektrane, izvješće o provedbi energetske pregleda, energetske certifikat, prijavni obrazac za natječaj i sl.

5.3. Uloga Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost

Korištenje obnovljivih izvora energije direktno je povezano s djelovanjem Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. Fond za zaštitu okoliša (u daljnjem tekstu Fond) osnovan je temeljem odredbi triju zakona, a to su Zakon o zaštiti okoliša, Zakon o energiji, te Zakon o Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. (MZOE, 2019.)

Sukladno Zakonu o zaštiti okoliša, bilo je potrebno osnovati Fond iz niza razloga. Područje očuvanja i zaštite okoliša te njegovo održivo iskorištavanje mogu se dodatno financirati putem vanjskih sredstava. Upravo u tome je uloga Fonda – da osigura dodatna sredstva za financiranje projekata u ovom području. Veći broj pokrenutih i provedenih projekata pozitivno će utjecati na zaštitu okoliša, smanjenje korištenja fosilnih goriva, poticanje na korištenje obnovljivih izvora energije (solarna energija, op.a.) i sl.

Nadalje, odredbe Zakona o energiji na sličan način promišljaju o djelovanju Fonda. Također, fokus je na postizanju energetske učinkovitosti i na korištenju obnovljivih izvora energije suprotno neobnovljivima. Osnovan je s ciljem financiranja energetske programe na nacionalnoj razini. Zakon o energiji temeljni je dokument na kojem se zasniva djelovanje hrvatske energetike. Zakon o energiji usmjeren je na maksimalno iskorištavanje energije domaće proizvodnje sa što manjim intervencijama u uvozu energije. Činjenica je da je područje Republike Hrvatske povoljno za iskorištavanje većine obnovljivih izvora energije i da bi, u budućnosti, trebali biti u potpunosti samoodrživi što se tiče opskrbe energijom. Djelovanje Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost treba biti usmjereno upravo na ovaj segment, a prema tome ga usmjeravaju i Integrirani nacionalni energetske i klimatske plan Republike Hrvatske za razdoblje od 2021. – 2030., Strategija energetske razvoja Republike Hrvatske do 2030. godine s pogledom na 2050. godinu te Strateški plan Ministarstva zaštite okoliša i energetike za razdoblje od 2020. do 2022.

Iako je prethodno navedeni Strateški plan predviđen za razdoblje do kraja 2022. godine, njegove odredbe u smislu poboljšanja energetske situacije svakako se mogu prolongirati i na nadolazeća razdoblja.

Treći Zakon koji regulira osnivanje i djelovanje Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost je Zakon o Fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. Odredbe su slične kao i kod prethodna dva zakona i usmjerene su na poticanje stanovništva na korištenje isključivo obnovljivih izvora energije poput solarne energije te energije vjetrova, vode,

geotermalne energije i sl. Osim toga usmjeren je i na gospodarenje otpadom, tematiku koja je usko vezana uz područje energetike.

Djelovanje Fonda za zaštitu okoliša usmjereno je na širok spektar djelatnosti (Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost, 2022.):

- javni pozivi i natječaji na nacionalnoj razini,
- poticanje izrade energetske učinkovitih vozila u vidu sufinanciranja,
- poticanje izrade projektne dokumentacije za smanjenje emisije stakleničkih plinova u vidu financiranja,
- energetska obnova zgrada i obiteljskih objekata (što je usko vezano uz postavljanje solarnih panela),
- organizacija i provedba akcija kojima se uklanjaju otpadna vozila na Jadranu, posebice na otocima,
- promoviranje mjera za odvajanje komunalnog otpada itd.

Za problematiku ovog rada najvažniji je prvi spomenuti segment, a to su javni pozivi i natječaji na nacionalnoj razini. Fond svake godine objavljuje natječaje na koje se mogu prijaviti svi građani Republike Hrvatske, ali za prijavu je ključno ispuniti dva uvjeta. Prvi uvjet vezan je uz površinu objekta koji se odnosi na stanovanje. Točnije, da bi se mogla izvršiti prijava projekta, važno je da objekt, za koji se vrši zahtjev, ima više od pedeset posto podne površine koja je namijenjena za stanovanje (riječ je o bruto iznosu). Osim toga, postoje još dva uvjeta od kojih treba ispunjavati barem jedan. Prvo je da objekt ima najviše tri stambene jedinice, a drugo je da je građevinska površina manja od šesto kvadratnih metara (također bruto iznos.) Detaljna uputstva i proces prijave nalaze se na mrežnoj stranici Fonda za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost.

Osim toga, da bi se zainteresiranim strankama olakšao postupak prijave, moguće je istu izvršiti putem sustava e-građani kako im se ne bi stvarali dodatni vremenski, a i potencijalni administrativni troškovi ukoliko bi postupak izvršavali osobno.

Republika Hrvatska, odnosno Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitosti, dodjeljuju bespovratna sredstva za toplinske izolacije objekata te njihove vanjske ovojnice, za zamjenu vanjske stolarije na objektima, dizalice topline, kotlove na sječku ili pelete, te fotonaponske sustave i solarne toplinske sustave. Bespovratna sredstva ne dodjeljuju se u punom iznosu, već je riječ o maksimalno 60% od ukupnog iznosa. (MZOE, 2019.)

6. ZAKLJUČAK

Predmet istraživanja ovog diplomskog rada vezan je uz područje energetike i zaštite okoliša, a riječ je o korištenju solarne energije, točnije prednostima i nedostacima korištenja solarnih panela u svakodnevnom životu i o proširivanju njihove primjene u sadašnjosti, ali i u budućnosti. Korištenje solarnih panela sve se više potiče upravo iz razloga jer je za njihovo pokretanje potrebna solarna energija koje se ubraja u obnovljive izvore energije, odnosno u izvore energije čijom se upotrebom pokušava što više očuvati planet i okoliš.

Obnovljivi izvori energije ključan su pojam u energetici 21. stoljeća. Iako je daljnje korištenje neobnovljivih izvora energije za sada još neizbježno, uočava se važnost i značaj korištenja obnovljivih izvora. Obnovljivi izvori energije ne mogu nestati niti se iscrpiti (sunce, vjetar i sl.) i zato su pogodni za dobivanje energije koja se svakodnevno koristi za različite namjene i bez koje je život u suvremenom dobu nezamisliv. U ovom radu navedene su prednosti i nedostaci korištenja biomase, energije vjetra, geotermalne energije i konačno, solarne energije. Iz dostupnih izvora literature vidljivo je da i obnovljivi izvori energije, iako puno poželjniji za korištenje od neobnovljivih oblika, imaju svoje nedostatke. Primjerice, da bi se dobila biomasa, konkretno peleti kao ogrjevno sredstvo, potrebno je „uništavati“ šume koje predstavljaju pluća planeta Zemlje. Nadalje, energija vjetra preduvjet je za izgradnju vjetroelektrana koje su financijski vrlo zahtjevni projekti, uvjetuju točno određene lokacijske karakteristike, a i vrlo su bučne za stanovništvo koje se nalazi u blizini postrojenja (iako je minimalna udaljenost pravno i zakonski definirana, područja uz tu neposrednu granicu itekako su izložena). Izgradnja geotermalnih elektrana i srodnih postrojenja također je vrlo skupa i zahtjeva korištenje visoko kvalitetnih i prikladnih materijala.

Solarni paneli također u početku zahtijevaju značajno financijsko ulaganje, ali njihova isplativost vidljiva je već za nekoliko godina. Solarni paneli u stambenim, poslovnim i drugim objektima kroz nekoliko godina od postavljanja donose samoodrživost i izostanak financijskog opterećenja za korisnika u vidu plaćanja električne energije. Naravno, veći objekti zahtijevaju i veći broj postavljenih panela, ali nije nužno i obavezno da oni proizvode svu potrebnu električnu energiju. Svaki postavljeni panel znači manje financijsko opterećenje u budućnosti, a pokreće ga energija Sunca koja se (kao što je već navedeno) nikada u potpunosti neće moći iskoristiti. Energija Sunca može se iskoristavati u bilo kojem dijelu svijeta, iako njena snaga i količina iskoristivosti ovisi o položaju mjesta u odnosu na ekvator. Republika Hrvatska u tome je pogledu u prilično zadovoljavajućem položaju.

Prethodno su navedene dvije ključne prednosti postavljanja solarnih panela, a to su dugoročna isplativost i korištenje obnovljivog oblika energije. Trend postavljanja solarnih panela na privatne, poslovne i javne objekte prepoznale su mnoge visoko razvijene zemlje diljem Europe, ali i u ostatku svijeta (posebice razvijene azijske zemlje). Važno je da Republika Hrvatska pokuša pratiti taj trend u okviru svojih mogućnosti, koje bi s vremenom postajale sve veće. Samostalna proizvodnja električne energije predstavljala bi rasterećenje za dio hrvatskog gospodarstva, a nije isključeno i da se višak proizvedene električne energije može dalje distribuirati. Fokus svakako treba staviti na plansko djelovanje, poštivanje zakonske regulative i praćenje smjernica koje izdaje Ministarstvo okoliša i energetike.

Podaci Hrvatskog operatera tržišta energije pokazuju da se trend postavljanja solarnih elektrana razvija i u Republici Hrvatskoj. Od svih elektrana koje je moguće pustiti u pogon (a da su izvor obnovljivi oblici energije), uvjerljivo je najviše solarnih elektrana. Osim toga, u odnosu na prethodne godine došlo je do značajnog poskupljenja energenata i tržište energije u ovom je trenutku vrlo nestabilno i prije svega nepredvidivo. Trenutna situacija na globalnom planu, a samim time i u Republici Hrvatskoj ne ide u prilog energetičarima i investitorima na ovom polju. Visoka stopa inflacije pogodila je gotovo sve grane gospodarstva i vjerojatno trenutno nije najpovoljniji trenutak za ulaganje u njihovu izgradnju. S druge strane, novac uložen u kupovinu i postavljanje solarnih panela, svakako će se vratiti. Činjenica je da u ovom trenutku ulaganja u solarne panele mogu predstavljati veće opterećenje za financije investitora, ali isto tako daju dobru perspektivu za nadolazeće razdoblje jer, električnu energiju koja postaje sve skuplja, neće morati plaćati zbog toga što će za njih biti besplatna. Da je riječ o vrlo povoljnom trendu i trendu budućnosti, dokazuje i poticanje i sufinanciranje od strane države i putem projekata Europske unije, a vidljiv je i porast korištenja i u ostalim dijelovima svijeta (npr. Sjedinjene Američke Države). Također, poskupljenje energenata ide u prilog razvoju solarnih panela odnosno solarnih elektrana. Kao što je u radu navedeno, osim za dobivanje električne energije, energija Sunca može se koristiti i za grijanje objekata i proizvodnju toplinske energije. U trenutnoj situaciji za to se koriste struja, plin i različita goriva – sve redom energenti koje je u trenutnoj situaciji na gospodarskom planu zahvatilo poskupljenje. Sukladno navedenom, energija Sunca i ostali obnovljivi izvori energije zaista jesu energenti budućnosti. Mnoge ljude više će privući dugoročna ušteda nego činjenica da njihovim korištenjem aktivno rade na očuvanju planeta, no u konačnici učinci su pozitivni i za korisnike i za okoliš.

Naposljetku, iako su u ovom radu navedeni i prednosti i nedostaci, konkretno i troškovi i koristi, vidljivo je da prevladavaju prednosti i da budućnost korištenja solarnih panela donosi isključivo korist za svaku fizičku ili pravnu osobu koja se odluči za njihovo korištenje. Troškovi koji su navedeni, u konačnici „nestaju“, a nedostaci se mogu na više načina korigirati. Važno je donijeti odluku i krenuti u smjeru dugoročne uštede i očuvanja okoliša u kojem živimo i koji ostavljamo nadolazećim generacijama.

POPIS LITERATURE

1. Boltižar, M., Plivelić, P. (2021) *Ultimativni vodič – Ovdje su svi odgovori koje trebate : Stručnjacima smo postavili 32 pitanja o solarnim elektranama*. Dostupno na: <https://www.jutarnji.hr/native/ovdje-su-svi-odgovori-koje-trebate-strucnjacima-smo-postavili-32-pitanja-o-solarnim-elektranama-15124735> [5.9.2022.]
2. Debelec, I., Vraničar, M. (2013) *Paneli sunčanih ćelija*. Dostupno na: https://www.fer.hr/_download/forum/Paneli_sun%C4%8Danih_%C4%87elija-seminar.pdf [5.9.2022.]
3. Domac, J. (2001) Socijalno – ekonomski učinci primjene energije biomase. *Socijalna ekologija : journal for environmental thought and sociological research = Socijalna ekologija : Zeitschrift für Umweltgedanken und soziologische Forschung*, 10 (3), str. 171 – 181
4. Eko kvarner (2018) *Obnovljivi izvori energije*. Dostupno na: <https://www.ekokvarner.hr/index.php> [5.9.2022.]
5. European Commission (2017) *Renewable energy – Solar energy*. Dostupno na: https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/solar-energy_en#solar-thermal-technologies [5.4.2023.]
6. Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost (2022) *Obnovljivi izvori energije*. Dostupno na: <https://www.fzoeu.hr/hr/obnovljivi-izvori-energije/7573> [5.9.2022.]
7. Franković, B. (2008) *Energija i obnovljivi izvori energije*, *Engineering Review* : Međunarodni časopis namijenjen publiciranju originalnih istraživanja s aspekta analize konstrukcija, materijala i novih tehnologija u području strojarstva, brodogradnje, temeljnih tehničkih znanosti, elektrotehnike, računarstva i građevinarstva, 28(2)
8. Fuk, B. (2022) *Solarni paneli i što s njima kad postanu otpad*. *Sigurnost : časopis za sigurnost u radnoj i životnoj okolini*, 64(2), str. 191 – 195
9. Gašić, M. (2013) *Zelena ekonomija, Učenje za poduzetništvo*, 3(1), str. 174 - 180
10. Grad Varaždin – Solarna mapa (2022) *Grad Varaždin – Mapa solarnog potencijala*. Dostupno na : <http://www.solarnamapa.hr/grad-varazdin/> [5.9.2022.]
11. Hrvatski operator tržišta energije (2022) *Godišnji izvještaj*. <https://www.hrote.hr/godisnji-izvjestaj> [5.9.2022.]

12. Institut Ruđer Bošković (2021) *Unaprjeđenje solarnih ćelija i modula kroz istraživanje i razvoj*. Dostupno na: <https://www.irb.hr/Zavodi/Zavod-za-fiziku-materijala/Laboratorij-materijala-za-konverziju-energije-i-senzore/Projekti2/02.-Unaprjeđenje-solarnih-ćelija-i-modula-kroz-istraživanje-i-razvoj> [5.9.2022.]
13. Ivanović, Z. (2011) *Metodologija znanstvenog istraživanja*. Kastav : SAIVA
14. Kennedy, M., Stanić, Z. (2006) Uloga obnovljivih izvora energije u budućoj opskrbi električnom energijom. *Energija*, 55(3), str. 292 - 327
15. Kufrin, K., Domac, J., Šegon, V. (2004) Informiranost o obnovljivim izvorima energije i energetskej efikasnosti, *Socijalna ekologija : journal for environmental thought and sociological research = Socijalna ekologija : Zeitschrift für Umweltgedanken und soziologische Forschung*, 13(3-4), str. 325 – 346
16. Leksikografski zavod Miroslav Krleža (2022) *Enciklopedija*. Dostupno na: <https://enciklopedija.hr/> [5.9.2022.]
17. Lovrić, M., Lovrić, D. (2013) Zaštita okoliša - Obnovljivi izvori energije u Hrvatskoj: prednosti i nedostaci. *Kemija u industriji : Časopis kemičara i kemijskih inženjera Hrvatske*, 62(7-8), str. 279 - 282
18. Majdandžić, Lj. (2015), *Fotonaponski sustavi – priručnik*. Dostupno na: http://www.solarni-paneli.hr/pdf/01_handbook_fotonapon.pdf. [5.9.2022.]
19. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike (2020) *Integrirani nacionalni energetske i klimatske plan Republike Hrvatske za razdoblje od 2021. - 2030.*, Dostupno na: <https://mingor.gov.hr/o-ministarstvu-1065/djelokrug-4925/energetika/energetska-politika-i-planiranje/strategije-planovi-i-programi-2009/2009> [5.9.2022.]
20. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike (2020) *Strategija energetskeg razvoja Republike Hrvatske do 2030. godine s pogledom na 2050. godinu*. Dostupno na: <https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/UPRAVA%20ZA%20ENERGETIKU/Strategije,%20planovi%20i%20programi/Strategija%20energetskeg%20razvoja%20RH%202030%20s%20pogledom%20na%202050.pdf> [5.9.2022.]
21. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike (2019) *Strateški plan Ministarstva zaštite okoliša i energetike za razdoblje 2020. – 2022*. Dostupno na:

<https://mingor.gov.hr/UserDocsImages/GLAVNO%20TAJNI%C5%A0TVO/Strategija,%20planovi%20i%20ostali%20dokumenti/STRATESKI%20PLAN%202020-2022.pdf> [5.9.2022.]

22. MS² energo (2022) *Koliko koštaju solarni paneli za obiteljsku kuću*. Dostupno na: <https://ms2-energo.com/baza-znanja/koliko-kostaju-solarni-paneli-za-obiteljsku-kucu/> [5.9.2022.]

23. Oil & Gas portal (2022) *Technologies*. Dostupno na: <https://www.oil-gasportal.com/technologies/> [10.4.2023.]

24. Plan-net solar d.o.o. (2018) *Solarni paneli*. Dostupno na: <http://www.plan-net-solar.hr/> [5.9.2022.]

25. Pvcycle (2019) *Recycling photovoltaic modules*, Dostupno na: <https://pvcycle.de/recycling/> [5.9.2022.]

26. Solarno.hr (2018) *AMP solar – solarni paneli i solarne elektrane*, Dostupno na: <https://www.solarno.hr/katalog/proizvod/AMP%20SOLAR/amp-solar-solarne-elektrane> [10.4.2023.]

27. Srpak, D. (2014) Izgradnja sunčane elektrane na studentskom restoranu u Varaždinu, *Tehnički glasnik*, 8(4), str. 433 – 437

28. Sutlović, I. (2018) *Energetika – Povijest korištenja energije*. Dostupno na: https://www.fkit.unizg.hr/_download/repository/2_predavanje_Energetika_premaUE_prema_2_pred_u_Power_pointu.pdf [1.4.2023.]

29. U.S. Energy Information Administration EIA (2023) *Independented Statistics and Analysis*. Dostupno na: <https://www.eia.gov/> [2.3.2023.]

30. Večernji list (2022) *Isplativo ili ne? Evo koliko košta postavljanje solarnih panela nakon što je Vlada ukinula PDV*. Dostupno na: <https://www.vecernji.hr/vijesti/isplativo-ili-ne-evo-koliko-kosta-postavljanje-solarnih-panela-nakon-sto-je-vlada-ukinula-pdv-1612155> [5.9.2022.]

31. Zaštita prirode.hr (2022) *Razlozi zašto bi trebali više koristiti solarnu energiju*. Dostupno na: <https://zastita-prirode.hr/clanci/razlozi-zasto-bi-trebali-vise-koristiti-solarnu-energiju/> [5.9.2022.]

32. Zgradonačelnik.hr (2022) *Dokumenti i 'cake' za prijavu sunčane elektrane ne krovu.*

Dostupno na: <https://www.zgradonacelnik.hr/savjeti/dokumenti-i-cake-za-prijavu-suncane-elektrane-na-krovu/699> [1.3.2023.]

POPIS SLIKA, TABLICA I GRAFIKONA

Slika 1. Korištenje biomase, str.6

Slika 2. Djelovanje vjetroelektrane, str.8

Slika 3. Djelovanje geotermalne energije, str.10

Slika 4. Djelovanje solarnih panela, str.11

Slika 5. Ukupna snaga proizvedenih foto naponskih modula između 2005. i 2016, str.12

Slika 6. Princip rada solarne elektrane koji je spojen na mrežu, str. 16

Slika 7. Postupak recikliranja solarnih panela, str.19

Tablica 1. Instalirana postrojenja povlaštenih proizvođača i nositelja projekata u 2019. godini, str.29

Tablica 2. Instalirana postrojenja povlaštenih proizvođača i nositelja projekata u 2020. godini, str.30

Tablica 3. Instalirana postrojenja povlaštenih proizvođača i nositelja projekata u 2021. godini, str.31

Grafikon 1. Porast korištenja solarne energije u Sjedinjenim Američkim Državama, str.15

Grafikon 2. Prikaz broja solarnih elektrana u županijama Republike Hrvatske za 2017. i 2022. godinu, str.27

Grafikon 3. Ukupna snaga solarnih elektrana po županijama za 2017. godinu, str.28

Grafikon 4. Utjecaj korištenja obnovljivih izvora energije na gospodarstvo u 2020. godini, str. 32

ŽIVOTOPIS

Moje ime je Ante Jotić, student sam Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, kojeg sam upisao nakon uspješno završene srednje Ekonomske škole. Za sebe volim istaknuti da sam društvena osoba željna novih znanja i novih iskustava, upravo sam iz tog razloga sudjelovao na Erasmus + razmjeni studenata u Španjolskoj. Smatram i savjetujem da svi studenti koji su u mogućnosti da se upute u ovu avanturu. Upoznavanje novih kultura, novih ljudi te školovanje izvan Hrvatske oplemenile su me kao osobu te sada svijet gledam drugim očima. U slobodno vrijeme bavim se treningom u teretani te sam veliki ljubitelj politike.

Želim istaknuti i poslove s kojima sam se susreo tijekom života. Još kao srednjoškolac krenuo sam sa fizičkim poslovima koje s današnje distance gledam s ponosom jer su me izgradile kao čovjeka te naučili ispravnim vrijednostima.

Nadalje, radio sam više administrativnih poslova tijekom svog studiranja. Radio sam u dvije osiguravajuće kompanije. U Triglav osiguranju uspješno sam odradio godinu dana u *call centru*. Time sam dodatno razvio komunikacijske i prodajne vještine. U Croatia osiguranju proveo sam pola godine te sam se upoznao sa samom prodajom polica osiguranja i raznim administrativnim poslovima.

U kompaniji Eos Matrix proveo sam godinu dana gdje sam radio u odjelu pravne službe. Svakodnevno sam bio u korespondenciji s bankama i klijentima. Upoznao sam se i s raznim pravnim regulativama, te pregledom i arhivom pravnih spisa.

Također želim istaknuti da sam sudjelovao na posljednjem popisu stanovništva Hrvatske, na području grada Zagreba, te sam na taj način dao svoj obol u kreiranju trenutnih demografskih pokazatelja u RH.

Zadnje što želim istaknuti je posao na kojem uspješno provodim svoje dane proteklih 7 mjeseci. Riječ je o članu 'Big four' kompanije na području revizije i konzaltinga – Pricewaterhousecoopers (PWC), u odjelu revizije.