

# Ekonomski potencijal solarne energije u Hrvatskoj

---

**Hunčaga, Helena**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Tourism and Hospitality Management / Sveučilište u Rijeci, Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:191:904252>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-06-26**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Tourism and Hospitality Management - Repository of students works of the Faculty of Tourism and Hospitality Management](#)



**SVEUČILIŠTE U RIJECI**  
**Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu**  
**Diplomski sveučilišni studij**

**Helena Hunčaga**  
**Ekonomski potencijal solarne energije u Hrvatskoj**

**Economic potential of solar energy in Croatia**

Diplomski rad

Opatija, 2023.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI**  
**Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu**  
**Diplomski sveučilišni studij**  
Održivi razvoj turizma

**Ekonomski potencijal solarne energije u Hrvatskoj**

**Economic potential of solar energy in Croatia**

Diplomski rad

Kolegij:	<b>Nacionalna ekonomija</b>	Student:	<b>Helena Hunčaga</b>
Mentor:	<b>Prof.dr. sc. Marinela Krstinić Nižić</b>	Matični broj:	<b>ds3751</b>
Komentor:	<b>dr.sc. Maša Trinajstić</b>		

Opatija, rujan 2023.

## Sadržaj

Uvod	1
1. ULOGA ENERGETSKOG SEKTORA U GOSPODARSKOM RASTU I RAZVOJU	3
1.1. STANJE HRVATSKOG ENERGETSKOG SEKTORA I NJEGOVE ZNAČAJKE	5
1.2. ENERGETSKA POTROŠNJA U EUROPSKOJ UNIJI	15
1.3. STRATEGIJA ENERGETSKOG RAZVOJA REPUBLIKE HRVATSKE DO 2030. S POGLEDOM NA 2050. GODINU	26
2. SOLARNA ENERGIJA U ENERGETSKOM SUSTAVU	29
2.1. OBNOVLJIVA ENERGIJA I NJEN ZNAČAJ	30
2.2. ENERGIJA SUNCA	31
2.3. POVIJESNI PREGLED UPOTREBE SOLARNE ENERGIJE	35
2.4. ENERGETSKA UČINKOVITOST SOLARNE ENERGIJE I UPOTREBA	36
3. POTENCIJAL SOLARNE ENERGIJE	42
3.1. GOSPODARSKI ZNAČAJ SOLARNIH ELEKTRANA U HRVATSKOJ	43
3.1.1. FINANCIJSKI INSTRUMENTI ZA POTICANJE IZGRADNJE SOLARNIH ELEKTRANA	49
3.1.2. FOND ZA ZAŠTITU OKOLIŠA I ENERGETSKU UČINKOVITOST	52
4. EKONOMSKI MIKRO POTENCIJAL SOLARNE ELEKTRANE NA PRIMJERU FIKTIVNE TVRTKE "XY"	52
4.1. IZRAČUN ENERGETSKIH UŠTEDA	53
4.1.1. POTROŠNJA ENERGIJE U OBJEKTU	53
4.1.2. PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE I TEHNIČKI PODACI	54
4.1.3. IZRAČUN EMISIJA CO <sub>2</sub>	58
4.2. OCJENA INVESTICIJE	59
4.2.1. STOPA RENTABILNOSTI	62
4.2.2. DUGOTRAJNOST I ODRŽIVOST SUSTAVA	64
SAŽETAK	64
BIBLIOGRAFIJA	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## **Sažetak**

Energetski sektor igra ključnu ulogu u suvremenim društvima, osiguravajući potrebnu energiju za gospodarski rast i funkcioniranje svih ostalih sektora. Trenutne krize naglašavaju potrebu za održivim i otpornim energetske sustavima. Potrošnja energije u Hrvatskoj je povezana s pitanjem energetske sigurnosti, budući da zemlja ovisi o uvozu velike količine energije. To predstavlja brojne izazove, pogotovo sada kada je izražena fluktuacija u cijenama energenata na svjetskom tržištu.

Pronalaženje rješenja u korištenju obnovljivih izvora energije sve je češće i ne samo u industrijskim krugovima, već i na manjim stambenim objektima, prvenstveno s ciljem ušteda. Solarna energija je sveprisutna. U Hrvatskoj ona ima velik potencijal s obzirom na pogodan geografski položaj s obiljem sunčanih sati, sukladno tome i broj solarnih elektrana u pozitivnom je trendu zahvaljujući razvoju solarne tehnologije.

Ovaj rad precizno opisuje način upotrebe solarne energije na sustavima solarnih elektrana i u konačnici njen ekonomski potencijal. Korištenjem primjera fiktivne elektrane instalirane na krovu objekta s visokom potrošnjom energije, ocijenjena je investicija i njezina profitabilnost, uzimajući u obzir sve aspekte pozitivnih ekonomskih, ali i ekoloških učinaka solarne energije.

**Ključne riječi: energija, obnovljiv izvor, ekonomski potencijal, Hrvatska, solarna elektrana, investicija**



SVEUČILIŠTE U RIJECI UNIVERSITY OF RIJEKA  
FAKULTET ZA MENADŽMENT U TURIZMU I UGOSTITELJSTVU  
FACULTY OF TOURISM AND HOSPITALITY MANAGEMENT  
OPATIJA, HRVATSKA CROATIA

**IZJAVA STUDENTA - AUTORA  
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG/DIPLOMSKOG/DOKTORSKOG  
RADA**

Helena Hunčaga  
(ime i prezime studenta)

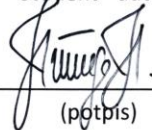
ds3751,  
(Matični broj studenta)

Izjavljujem da kao student - autor Diplomskog rada dozvoljavam Fakultetu za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Fakulteta za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu Sveučilišta u Rijeci.

U svrhu podržavanja **otvorenog** pristupa *diplomskim* radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Fakulteta za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, Sveučilišta u Rijeci, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog mog *Choose an item.* rada kao autorskog djela pod uvjetima *Creative Commons* licencije **CC BY** Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>.

Opatija, 4.9.2023.

Student - autor:



(potpis)

## Uvod

U trenutku globalne inflacije, uzorokovane pandemijskom, sada i svjetskom krizom i ratovima, zemlje traže nova gospodarska rješenja. U svijetu, a posebice u Europi uvjetovano aktualnim negativnim zbivanjima, prisutan je trend rasta potražnje za energijom i novim tokovima. Kao posljedica tome javljaju se sve više cijene konvencionalnih izvora energije.

Fosilna goriva su trenutno podložna velikim fluktuacijama cijena na svjetskom tržištu, a smanjenje ovisnosti o njima može pomoći u zaštiti ekonomije od promjena u cijenama tih energenata. Osim toga, obnovljivi izvori energije smanjuju potrebu za eksploatacijom ograničenih resursa, čime se podržava održiva dugoročna ekonomska stabilnost i održivost. Isto tako doprinos smanjenju emisija stakleničkih plinova i zaštiti okoliša postao imperativ zemljama diljem svijeta.

Svrha ovog istraživanja je dokazati značajnost solarne energije kao obnovljiv izvor energije sa ciljem kvantifikacije njene uloge u energetske sektoru Republike Hrvatske na primjeru fiktivne tvrtke "XY", podacima koji su relevantni za različite tvrtke sličnog karaktera, na način da se sačuva povjerljivost i integritet stvarnih podataka i tvrtki o kojoj je riječ, istovremeno omogućavajući prikaz projekta, brojki i scenarija na adekvatan način.

Sukladno predmetom istraživanja postavlja se hipoteza: Postoji značajan ekonomski potencijal za razvoj solarnih energetske sustava u Hrvatskoj, koji bi mogao doprinijeti smanjenju ovisnosti o fosilnim gorivima, uz ostvarivanje ekonomske održivosti i povrata investicija.

Korištene su induktivna i deduktivna metoda, metoda analize i metoda studija slučaja. Kompozicija rada sastavljena je od uvoda, četiri poglavlja, zaključka i bibliografije. Prvo poglavlje zajedno sa četiri potpoglavlja opisuju energetske sektor kao dio gospodarstva općenito, stanje hrvatskog i europskog energetske sektora u ukupnosti, te Strategiju energetske razvoja kao službeni akt. Drugo poglavlje čine općenitosti o obnovljivim izvorima energije, Suncu i solarnoj energiji i povijesni pregled, te navodi način upotrebe iste energije. U trećem poglavlju se opisuje aktualno stanje gospodarske značaja solarnih elektrana u Hrvatskoj, financijski instrumenti kojima se potiče izgradnja elektrana, te je izdvojen Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost kao primjer institucije koja se bavi pitanjima energetske učinkovitosti i održivog razvoja. Četvrto poglavlje se odnosi na primjer fiktivne tvrtke XY koja je korisnik solarne energije kroz sustav solarne elektrane, njeno djelovanje,

potrošnju, proizvodnju električne energije i ocjenu investicije. Za potrebe rada, korištene su informacije koje su realne i koje sam prikupljala tijekom mjeseci izrade rada, točnije od ožujka 2023.godine.

Ovaj rad će precizno opisati kako i na koji način solarna energija, odnosno energija Sunca može doprinijeti ekonomskoj održivosti.



# 1. Uloga energetskeg sektora u gospodarskom rastu i razvoju

Pod pojmom energetskeg sektora smatra se cjelokupna industrija koja proizvodi, distribuira i koristi energiju za potrebe društva. On obuhvaća sve aktivnosti povezane s proizvodnjom, preradom, prijenosom, distribucijom i potrošnjom energije u različitim oblicima. Nedvojbeno je da energetskeg sektor igra ključnu ulogu u gospodarskom rastu suvremenih društava. On osigurava vitalnu infrastrukturu koja je potrebna za funkcioniranje svih sektora gospodarstva. Bez dostupne i pouzdane energije, industrija, transport, komunikacije i kućanstva bi se suočili s ozbiljnim izazovima u svojim aktivnostima. Proizvodni procesi bi bili prekinuti, distribucijski sustavi bi bili paralizirani, a svakodnevni život bi bio ozbiljno otežan.

Jedna od najvažnijih uloga energetskeg sektora je osiguravanje energetske sigurnosti. Održavanje kontinuirane opskrbe energijom ključno je za stabilno funkcioniranje gospodarstva, odnosno stabilna energetska opskrba stvara temelj za ekonomski rast i razvoj.

Ključna uloga energetskeg sektora je poticanje industrijskog sektora. Industrija, bilo da se radi o proizvodnji, preradi ili tehnološkim inovacijama, ovisi o dostupnoj energiji za svoje operacije. Energija se koristi za napajanje strojeva, pogon transportnih sustava, grijanje i hlađenje industrijskih postrojenja te za druge ključne procese. Pouzdana i konkurentna energetska opskrba ključna je za konkurentnost industrije na domaćem i međunarodnom tržištu.

Isto tako, poticanje inovacija i tehnološkog napretka važna je uloga energetskeg sektora. Ono je mjesto gdje se razvijaju i primjenjuju nove tehnologije u proizvodnji, distribuciji i korištenju energije. Investicije u istraživanje i razvoj novih tehnologija mogu donijeti inovacije koje poboljšavaju energetske učinkovitost, smanjuju emisije stakleničkih plinova i potiču održivost. Primjeri uključuju razvoj obnovljivih izvora energije, kao što su solarna energija ili energija vjetra, te primjenu naprednih tehnologija za upravljanje i kontrolu energetske mreže. Danas, jedan od važnijih segmenata ovog sektora je stvaranje radnih mjesta. On uključujući sektore kao što su nafta, plin, električna energija i obnovljivi izvori energije, pruža značajne mogućnosti zapošljavanja. Osim toga, razvoj energetskeg sektora potiče rast drugih povezanih industrija, kao što su proizvođači opreme, građevinske tvrtke i istraživačke organizacije. Stvaranje radnih mjesta u energetskeg sektoru može smanjiti nezaposlenost i potaknuti ekonomski razvoj.

Konačno, energetskeg sektor može smanjiti ovisnost o uvozu energije. Ako zemlja ima vlastite izvore energije ili razvija obnovljive izvore energije, može smanjiti ovisnost o uvozu energije i

povećati svoju energetska neovisnost. Smanjenje ovisnosti o uvozu energije može smanjiti izloženost gospodarstva fluktuacijama cijena energije na globalnom tržištu, poboljšati trgovinsku bilancu i ojačati nacionalnu sigurnost.

Danas smo svjedoci gospodarske krize koja je splet geopolitičke, ekonomske i energetske krize. Nedostatak dostupne, pouzdane ili financijski prihvatljive energije za zadovoljenje potreba zapravo označava energetska krizu. Takva kriza može biti uzrokovana različitim čimbenicima, uključujući povećanu potražnju za energijom, ograničene resurse energije, političke nestabilnosti, prirodne katastrofe ili tehnološke probleme. Problem iscrpljivanja resursa prisutan je u znanstvenoj stručnoj geološkoj i rudarskoj literaturi odavno, a aktualizirao se kako su se pojedina najveća nalazišta mineralnih sirovina iscrpljivala. No, u široj javnosti bio je potpuno nepoznat sve do energetska kriza početkom sedamdesetih godina XX. stoljeća.<sup>1</sup>

COVID-19 pandemija izazvala je globalnu gospodarska krizu koja ima značajan utjecaj na energetska sektor, a rat u Ukrajini dodatno je pospješio energetska krizu. Pandemija je rezultirala smanjenom potražnjom za energijom zbog mjera zatvaranja i ograničenja putovanja. Pad potrošnje energije u industriji, trgovini, prometu i turizmu stvorio je prekomjernu proizvodnju energije i višak kapaciteta, što je dovelo do energetska krize.

Zatim, pad potražnje za energijom uzrokovan pandemijom rezultirao je padom cijena nafte, plina i drugih energenata. Smanjene cijene energije negativno su utjecale na energetska sektor, posebno na industrije koje ovise o prodaji energenata. Financijska izazovi energetska tvrtki, poput poteškoća u plaćanju dugova i održavanju operacija, dodatno su pridonijeli energetska krizi.

I trenutni rat u Ukrajini ima značajan utjecaj na energetska sektor. Ukrajina je ključna tranzitna ruta za prirodni plin iz Rusije prema Europi, a sukob je izazvao prekide u opskrbi plinom. Rusija je u prošlosti prekinula isporuke plina Ukrajini tijekom politička sporova, što je imalo negativne posljedice za europska zemlje koje su ovisile o ukrajinskom tranzitu. To je izazvalo energetska krizu, jer je ovisnost o jednom glavnom izvoru energije i nestabilnost u opskrbi dovela do sigurnosnih i ekonomskih pitanja.

Povezanost između COVID-19, gospodarska krize, energetska krize i ratu u Ukrajini naglašava potrebu za održivim i otpornim energetska sustavima. Pandemija je potaknula svijest o važnosti čiste energije i smanjenju emisija staklenička plinova, ali financijska nesigurnost i

---

<sup>1</sup> dr.sc. Igor Dekanić. Energetska tržišta na početku druge dekade 21. stoljeća, Nafta 62 (9-10), 2011. str. 6

smanjena potražnja mogu usporiti ulaganja u obnovljive izvore energije, dok rat u Ukrajini ističe važnost diverzifikacije izvora energije i smanjenje ovisnosti o jednom izvoru energije kako bi se izbjegle ekonomske krize.

Posljedica tih kriza su definitivno smanjena potražnja za energijom, pad cijena energije i nestabilnost u opskrbi plinom. Za održivi oporavak potrebna su ulaganja u obnovljive izvore energije, energetska učinkovitost i diverzifikaciju energetske miksa.

Ovo svakako nije prva energetska kriza. Povijesni razvoj sličnih kriza može se pratiti unazad stoljećima. Jedan od najznačajnijih primjera je naftna kriza koja se dogodila 1973. godine. OPEC (Organizacija zemalja izvoznica nafte) je odlučila ograničiti izvoz nafte zemljama koje su podržavale Izrael tijekom Jom Kipurskog rata.

OPEC je prvi put upotrijebio naftu kao geopolitičko oružje, uvodeći embargo na izvoz nafte saveznicima Izraela (SAD-u, zapadnoj Europi i Japanu), koji je trajao do lipnja 1974. Arapske članice OPEC-a (OAPEC) smanjile su proizvodnju za 4,4 mbd (7,5 posto svjetske proizvodnje) pa se cijena nafte u par mjeseci učestvostručila, na 12 dolara po barelu. Stjecanjem makar privremene kontrole nad ponudom i cijenama nafte OPEC je na taj način izazvao prvi globalni naftni šok i započeo eru dominacije na naftnom tržištu.<sup>2</sup>

Učinci tih sukoba bili su kratkotrajni za gospodarstvo, međutim, za svijet je to značilo da mora naučiti štedjeti i racionalno raspolagati dostupnim resursima.

Svaka takva sljedeća kriza ukazuje na ranjivost svjetske ekonomije ovisne o nafti, povećava zabrinutost i ubrzava razvoj alternativnih izvora energije.

## **1.1. Stanje hrvatskog energetskeg sektora i njegove značajke**

Energija je ključni resurs koji pokreće gospodarstvo i ima utjecaj na proizvodnju dobara i usluga te na ukupnu produktivnost i konkurentnost zemlje.

Potrošnja energije igra važnu ulogu u makroekonomiji, a njezina povezanost s ostalim makroekonomskim pokazateljima može biti značajna za razumijevanje ekonomske situacije i performansi neke zemlje ili regije. Potrošnja energije obično raste u koraku s gospodarskim rastom. Ako je bruto domaći proizvod (BDP) u porastu, očekuje se da će i potrošnja energije

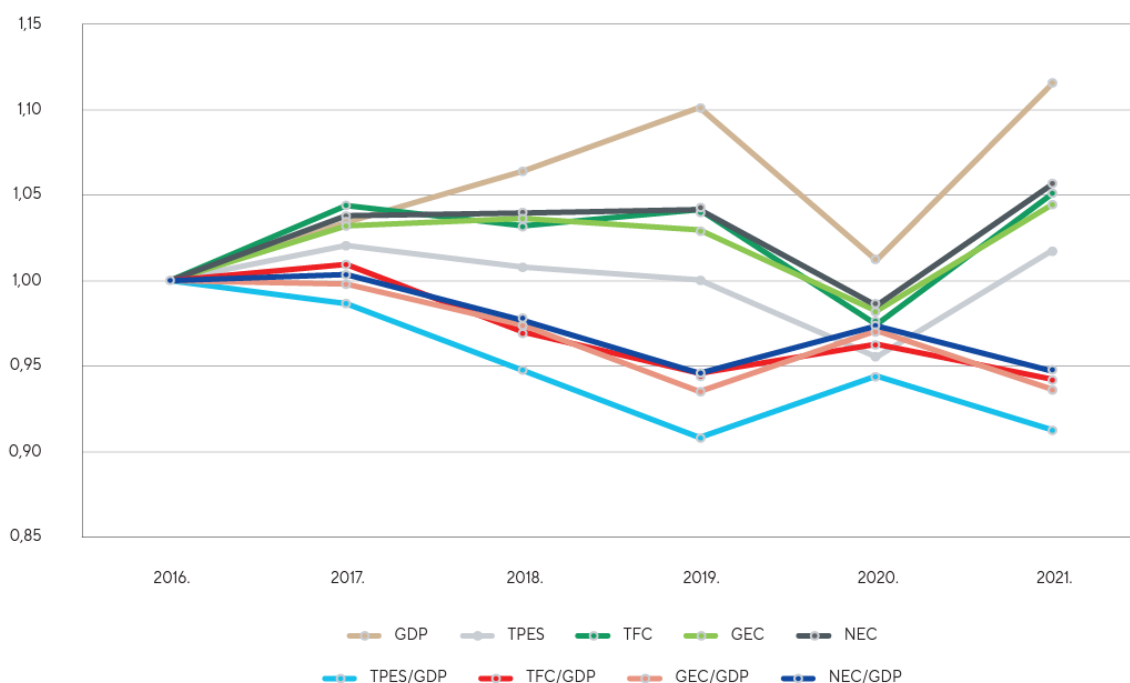
---

<sup>2</sup> dr. sc. Dragan Kovačević. Značaj naftnih transportno-skladišnih sustava u doba kriza, Zbornik radova 2. Međunarodne znanstvene konferencije ekonomija razdvajanja, Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet, 2021. str. 229.

rasti. Isto tako visoke stope inflacije mogu utjecati na cijene energenata, što može povećati ukupnu potrošnju energije u gospodarstvu. Visoka potrošnja energije može ukazivati na aktivnost u industriji i povećanu potražnju za radnom snagom u energetski intenzivnim sektorima. Istovremeno, povećanje energetske učinkovitosti može pridonijeti povećanju produktivnosti gospodarstva.

Grafikon 1 pokazuje odnos makroekonomskih pokazatelja u odnosu na potrošnju energije, odnosno razvoj. Ove mjere pokazuju koliko energije se troši za proizvodnju jedinice BDP-a ili neposredne potrošnje energije.

Grafikon 1: Osnovni pokazatelji razvoja



Izvor: Energija u Hrvatskoj 2021. dostupno na: [https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021\\_WEB\\_LR.pdf](https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021_WEB_LR.pdf) (preuzeto 23.6.2023.)

Legenda:

GDP	bruto domaći proizvod
TPES	ukupna potrošnja energije
TFC	neposredna potrošnja energije
GEC	ukupna potrošnja električne energije

NEC	neto potrošnja električne energije (bez gubitaka)
TPES/GDP	veličina koja pokazuje ukupno utrošenu energiju za ostvarenje jedinice bruto domaćeg proizvoda
TFC/GDP	veličina koja pokazuje neposrednu potrošnju energije za ostvarenje jedinice bruto domaćeg proizvoda
GEC/GDP	veličina koja pokazuje prosječnu bruto potrošnju električne energije za ostvarenje jedinice bruto domaćeg proizvoda
NEC/GDP	veličina koja pokazuje prosječnu potrošnju električne energije bez gubitaka za ostvarenje jedinice bruto domaćeg proizvoda

U 2021. godini bruto domaći proizvod (GDP) povećan je za 10,2 % u odnosu na prethodnu godinu, dok je ukupna potrošnja energije (TPES) povećana za 6,5 %. Tijekom razdoblja od 2016. do 2021. godine, bruto domaći proizvod je ostvario godišnji porast od 2,2 %, dok je ukupna potrošnja energije rasla godišnjom stopom od 0,4 %.

Potrošnja električne energije (GEC) povećala se za 6,4% u 2021. godini, dok je neto potrošnja električne energije (NEC) (bez gubitaka) povećana za 7,2 %, pri čemu su ukupni gubici prijenosa i distribucije električne energije smanjeni za 2 %.

Navedeni trendovi rezultirali su smanjenjem svih energetske intenzivnosti u 2021. u odnosu na 2020. godinu. Energetska intenzivnost ukupne potrošnje energije smanjena je za 3,4%, a energetska intenzivnost neposredne potrošnje energije za 2,1 %.

Energetske intenzivnosti ukupne i neto potrošnje električne energije smanjene su za 3,5%, odnosno za 2,7 %.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Godišnji energetske pregled. Energija u Hrvatskoj 2021. dostupno na: : [https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021\\_WEB\\_LR.pdf](https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021_WEB_LR.pdf) ( preuzeto 16.7.2023.)

Potrošnja energije povezana je i s pitanjem energetske sigurnosti. Zemlje s visokom potrošnjom energije, ali ograničenim vlastitim izvorima, mogu biti izložene većim rizicima u slučaju prekida opskrbe energijom s inozemstva.

Ovisnost o uvozu energije i fluktuacije cijena energenata mogu značajno utjecati na BDP. Ako zemlja ovisi o uvozu velike količine energenata, fluktuacije cijena na svjetskom tržištu mogu dovesti do povećanja troškova proizvodnje, što može negativno utjecati na gospodarski rast i dovesti do inflacije.

Hrvatska je još uvijek znatno ovisna o fosilnim gorivima (nafta, ugljen, plin) za svoje energetske potrebe i gotovo polovica korištene energije je uvozna. Ova ovisnost može predstavljati izazove u smislu energetske sigurnosti. Kao članica Europske unije, Hrvatska je obvezna usklađivati svoju energetska politiku s europskim direktivama i ciljevima.

U Republici Hrvatskoj postoje nekoliko institucija koje se bave praćenjem i kontrolom energetskega sektora. Ono koje je odgovorno za energetska politiku i strategiju Republike Hrvatske je Ministarstvo gospodarstva, poduzetništva i obrta, i ima nadležnost u području energetike, uključujući donošenje zakona, propisa i strategija te usmjeravanje i nadzor energetskega subjekata.

Nacionalni energetska operator i trgovačka društvo za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije, poznatije kao Hrvatska elektroprivreda (HEP), oni su odgovorni za sigurno opskrbljivanje električnom energijom i upravljanje elektroenergetskim sustavom u Hrvatskoj. HERA, odnosno Hrvatska energetska regulatorna agencija, ima ključnu ulogu u osiguravanju transparentnosti, konkurencije te zaštite interesa potrošača na tržištu energije.<sup>4</sup>Ova neovisna pravna institucija posjeduje javne ovlasti za reguliranje energetskega aktivnosti. Njezin zadatak obuhvaća nadzor izvršenja obveza energetskega subjekata definiranih u Zakonu o energetskega sektoru, kao i u drugim relevantnim zakonima koji uređuju specifična područja tržišta energije. Svojom djelatnošću, HERA je odgovorna Hrvatskom Saboru. Njezin opseg obuhvaća analizu energetskega sektora te identifikaciju ključnih aspekata koji pridonose razvoju energetskega tržišta i javnih usluga unutar tog sektora. Također, HERA se posvećuje praćenju ostvarenja svog proračuna iz prethodne godine.

Osim toga, HERA igra važnu ulogu u provođenju pravno obvezujućih odluka Agencije za suradnju energetskega regulatora (ACER) i Europske komisije. Njezina prisutnost osigurava

---

<sup>4</sup><https://www.hera.hr/hr/html/agencija.html> (preuzeto 16.7.2023.)

usklađenost s europskim smjernicama i standardima, što doprinosi stabilnosti i učinkovitosti energetskeg sektora.

Hrvatska energetska regulatorna agencija (HERA) je inicirala osnivanje i Hrvatskog operatora tržišta energije (HROTE), čija je osnovna zadaća koordinacija energetskeg tržišta električne energije, kao i tržišta plina, što se obavlja kao javna usluga, pod nadzorom HERA-e. Osnovna orijentacija ove institucije leži u poticanju generacije električne energije putem obnovljivih izvora energije i kogeneracije, te to služi kao njihova centralna misija.

Agencija za ugljikovodike (AZU) predstavlja entitet koji provodi nadzor i sustavnu kontrolu u sektoru istraživanja, proizvodnje te transporta ugljikovodika, uključujući segmente nafte i plina. Njihova zadaća se temelji na osiguravanju sukladnosti s regulativama i zaštitom okoliša u okviru ovih specifičnih djelatnosti.

U toj sferi djelovanja također se nalazi Energetski institut Hrvoje Požar (EIHP), subjekt čiji vlasnik je Republika Hrvatska. Glavna usmjerenja EIHP-a su usmjerena prema realizaciji naprednih znanstvenih istraživanja unutar šireg okvira energetike, pružajući istodobno stručnu potporu institucijama javne vlasti te pružajući konzultativne usluge kako na nacionalnom tako i na međunarodnom planu.

Posljednji godišnji izvještaj izdala je Republika Hrvatska, odnosno Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja, pod nazivom "Energija u Hrvatskoj - godišnji energetski pregled 2021." gdje se nalaze brojne informacije, statistički podaci i karakteristične veličine o hrvatskom energetskeg sustavu, vezani uz proizvodnju i potrošnju energije.

Na idućem grafikonu je prikazana cjelokupna energetska potrošnja u Hrvatskoj, izražena u petadžulima (1 petadžul = 277,8 Gigavatsat - GWh), tijekom razdoblja od 1988. do 2021. godine. Usporedba s 2020. godinom ukazuje na rast cjelokupne energetske potrošnje za nešto više od 6 postotnih bodova u 2021. godini, dok je 1992. godine zabilježen najveći pad, odnosno postignuta minimalna potrošnja, čiji je urok svakako bio Domovinski rat. Ubrzo nakon toga potrošnja energije se dizala i svoj vrhunac dosegla 2005. godine sa oko 450 PJ.

Nakon 2010. uslijedio je pad potrošnje energije, a 2021. ono iznosi nešto više od 410 PJ.

Grafikon 2: Razvoj potrošnje ukupne energije od 1988. -2021.god



Izvor: [https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021\\_WEB\\_LR.pdf](https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021_WEB_LR.pdf)  
(preuzeto 18.7.2023.)

Najprije, zbog tumačenja sljedećih grafikona, bitno je razjasniti pojmove primarna energija i ukupna energija. Primarna energija i konačna energija su dva različita koncepta koji se koriste u kontekstu energetike. Razlika je što se primarna energija odnosi na sirovu energiju iz prirodnih izvora, poput fosilnih goriva (npr. ugljen, nafta, prirodni plin), obnovljivih izvora (npr. sunčeva energija, vjetar, voda) i drugih energetske resursa, i ona kao takva još nije podvrgnuta procesima transformacije u različite oblike energije koje koristimo za svakodnevne potrebe, poput električne energije ili toplinske energije. Konačna energija predstavlja onu energiju koja je dostupna za konačnu potrošnju i krajnje korisnike, kao što su kućanstva, industrija, prijevoz i usluge.

Sljedećom je tablicom prikazana raspodjela u proizvodnji primarne energije na razne izvore i količinu u mjernoj jedinici PJ. kroz razdoblje 2016. – 2021., te usporedbom u postotnom razvoju 2021. s obzirom na prethodnu 2020., i usporedba s rastom u postotnim jedinicama za razdoblje 2016.- 2021. godine.



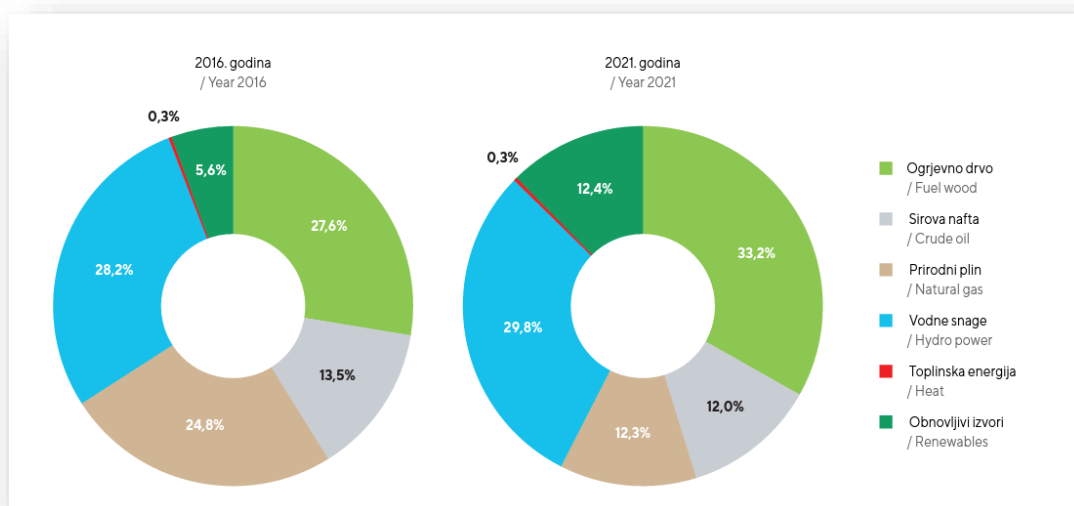
Tablica 1: Proizvodnja primarne energije

	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.	2021./20.	2016.-21.
	PJ						%	
Ogrjevno drvo i biomasa / Fuel wood and biomass	64,15	64,67	63,06	62,79	64,34	71,20	10,7	2,1
Sirova nafta / Crude oil	31,47	31,79	31,26	30,13	26,98	25,81	-4,3	-3,9
Prirodni plin / Natural gas	57,52	51,76	43,07	36,13	29,89	26,39	-11,7	-14,4
Vodne snage / Hydro power	65,63	53,81	66,98	51,54	51,62	63,93	23,8	-0,5
Toplinska energija / Heat	0,66	0,66	0,63	0,60	0,61	0,67	9,1	0,3
Obnovljivi izvori / Renewables	12,90	16,10	16,21	19,51	22,76	26,53	16,6	15,5
<b>UKUPNO / TOTAL</b>	<b>232,32</b>	<b>218,78</b>	<b>221,21</b>	<b>200,71</b>	<b>196,20</b>	<b>214,52</b>	<b>9,3</b>	<b>-1,6</b>

Izvor: [https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021\\_WEB\\_LR.pdf](https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021_WEB_LR.pdf) (preuzeto 19.7.2023.)

Iz dane tablice vidljivo je kako je u razdoblju od 2016. do 2021. godine proizvodnja u padu i to za 1,6%. Međutim, 2021. godine zabilježen je rast proizvodnje u odnosu na prethodnu i to u iznosu od 18,32 PJ što iznosi 9,3 % povećanja proizvodnje. Znatno povećanje zabilježeno je u sektoru Vodne snage i to za 23,8%, isto tako obnovljiv izvori zabilježili su rast za 16,6%.<sup>5</sup>

Grafikon 3: Udjeli u proizvodnji primarne energije



<sup>5</sup> Godišnji energetske pregled. Energija u Hrvatskoj 2021. dostupno na: [https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021\\_WEB\\_LR.pdf](https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021_WEB_LR.pdf) (preuzeto 19.7.2023.)

Izvor: [https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021\\_WEB\\_LR.pdf](https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021_WEB_LR.pdf) (preuzeto 19.7.2023.)

Nastavno na grafikon 2, grafikon 3 prikazuje udjele u proizvodnji u ukupnosti, odnosno primjetne razlike u udjelima. Najprimjetnija razlika je u povećanju proizvodnje energije u sektoru obnovljivih izvora i to za 6,8%, dok smanjenje proizvodnje energije u sektoru prirodnog plina iznosi čak 12,5%.

Tablica 2: Uvoz energije u Hrvatsku

	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.	2021./20.	2016.-21.
	PJ						%	
Ugljen i koks / Coal and coke	34,49	22,57	19,69	22,82	18,75	21,09	12,5	-9,4
Sirova nafta / Crude oil	107,32	120,33	126,63	85,66	83,00	75,22	-9,4	-6,9
Derivati nafte / Petroleum products	83,40	93,55	86,81	113,80	100,79	113,98	13,1	6,4
Prirodni plin / Natural gas	44,01	63,10	55,05	69,40	74,54	80,17	7,6	12,7
Električna energija / Electricity	31,43	34,16	26,66	32,97	25,53	24,12	-5,5	-5,2
Drvo i biomasa / Biomass	1,21	1,54	3,02	4,83	5,25	6,49	23,5	39,9
<b>UKUPNO / TOTAL</b>	<b>301,87</b>	<b>335,24</b>	<b>317,85</b>	<b>329,47</b>	<b>307,85</b>	<b>321,08</b>	<b>4,3</b>	<b>1,2</b>

Izvor: [https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021\\_WEB\\_LR.pdf](https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021_WEB_LR.pdf) (preuzeto 20.7.2023.)

Ukupna količina izražena u jedinici PJ za 2021. godinu iznosi 321,08 PJ, i za 4,3% povećana u usporedbi sa prethodnom godinom. Nešto manje povećanje zabilježeno je u razdoblju od 2016. do 2021. godine i to 1,2%.

Ukupna potrošnja električne energije u Republici Hrvatskoj u 2021. godin iznosila je 18.495 GWh. Nakon dvije uzastopne godine smanjenja potrošnje, u 2021. godini je došlo do oporavka potrošnje. U odnosu na 2020. godinu zabilježeno je povećanje ukupne potrošnje električne energije od čak 7,1%. Najveći dio ukupne potrošnje električne energije pokriven je proizvodnjom iz elektrana na teritoriju Republike Hrvatske (14.153 GWh, 76,5%), dok je ostatak pokriven uvozom električne energije (4.342 GWh, 23,5%).<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Godišnji energetske pregled. Energija u Hrvatskoj 2021. dostupno na: [https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021\\_WEB\\_LR.pdf](https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021_WEB_LR.pdf) (preuzeto 20.07.2023.)

Proizvodnjom elektrana na teritoriju Republike Hrvatske i dijelom proizvodnje Nuklearne elektrane Krško koja pripada HEP-u d.d. podmireno je 91,6% ukupne potrošnje električne energije u Republici Hrvatskoj.

Pritom je proizvodnjom iz obnovljivih izvora energije (u iznosu od 10.113 GWh) pokriveno 54,7% ukupne potrošnje električne energije.<sup>7</sup>

Dugotrajna ovisnost o uvozu električne energije nosi sa sobom nedostatke, s obzirom na nesigurnost povezanu s varijabilnim viškovima električne energije na međunarodnom tržištu, kao i sa sposobnostima prijenosa i potražnjom drugih država. U biti, elektrane se ne planiraju i ne konstruiraju primarno za izvoz električne energije, već za zadovoljenje vlastitih energetske potreba. Uz rastuću potrošnju i istodobno povlačenje zastarjelih elektrana iz operativnog stanja, postoji realna mogućnost da će u bliskoj budućnosti doći do smanjenja ponude viška električne energije koja bi se mogla osigurati ili računati unutar Hrvatske. Cijena uvezene energije ovisi o odnosu između potražnje i ponude električne energije na tržištu, što i jest glavno pravilo trgovine. U isto vrijeme u Hrvatskoj, trajanja rezervi, odnosno količine nafte i prirodnog plina su ispod svjetskog prosjeka, i iz tog je razloga za Hrvatsku bitno maksimalno ulagati u vlastitu proizvodnju energije i na što efikasniji način koristiti dostupne resurse, od kojih su obnovljivi izvori energije najbolji izbor i zbog olakšica i poticaja koji su dostupni u Europskim fondovima. Po podacima posljednjeg izvješća "Energija u Hrvatskoj 2021." na kraju 2021. godine bila je registrirano:

<i>Vrsta Tvrtke</i>	<i>Broj Tvrtki</i>
<i>Proizvodnja električne energije</i>	70
<i>Prijenos električne energije (HOPS d.o.o.)</i>	1
<i>Distribucija električne energije (HEP ODS d.o.o.)</i>	1
<i>Opskrba električnom energijom</i>	11
<i>Organizacija tržišta električne energije</i>	1
<i>Trgovina električnom energijom</i>	34

Dozvole za obavljanje energetske djelatnosti, kao i za privremeno i trajno oduzimanje dozvola nadležna je Hrvatska energetska regulatorna agencija (HERA) u skladu sa Zakonom o regulaciji energetske djelatnosti (Narodne novine, br. 120/2012, 68/2018) i Zakonom o

<sup>7</sup> Izvješće o radu Hrvatske energetske regulatorne agencije u 2021. godini (preuzeto sa: [https://www.hera.hr/hr/html/god\\_izv.html](https://www.hera.hr/hr/html/god_izv.html), 14.7.2023.)

izmjena i dopunama Zakona o energiji (Narodne novine, br. 120/2012, 14/2014, 102/2015).

8

U sljedećoj tablici navedene su cijene električne energije koju plaća krajnji potrošač, izraženo u kunama, jer su bilježene godine od 2018. do 2022. godine., u različitim kategorijama, odnosno grupama potrošača - godišnje potrošnje električne energije. Tablica 3 odnosi se na cijene električne energije isporučene industriji sa PDV-om, dok se tablica 4 odnosi na cijene električne energije isporučene kućanstvima, isto tako sa PDV-om.

Tablica 3: Cijene električne energije isporučene industriji (sa uračunatim PDV-om)

Oznaka razreda Class	Godišnja potrošnja električne energije Annual electricity consumption		Cijena električne energije koju plaća finalni potrošač, kuna/kWh Price of electricity paid by final user, kuna/kWh							
	MWh		2018.	2019.		2020.		2021.		2022.
	od From	do To	VII. – XII.	I. – VI.	VII. – XII.	I. – VI.	VII. – XII.	I. – VI.	VII. – XII.	I. – VI.
IA	1	20	1,1155	1,1965	1,2348	1,2391	1,1947	1,2033	1,3340	1,8736
IB	21	500	0,9600	1,0288	1,0608	1,0437	1,0198	1,0277	1,1483	1,6787
IC	501	2 000	0,8490	0,8673	0,8840	0,8884	0,8718	0,8742	0,9684	1,3237
ID	2 001	20 000	0,7510	0,7809	0,7974	0,8085	0,8005	0,7887	0,8636	1,1317
IE	20 001	70 000	0,6108	0,6981	0,7195	0,7371	0,7158	0,7051	0,7629	0,9235
IF	70 001	150 000	0,5030	0,5422	0,5433	0,5690	0,5618	0,5936	0,7666	1,2452

Tablica 4: Cijene električne energije isporučene kućanstvima (sa uračunatim PDV-om)

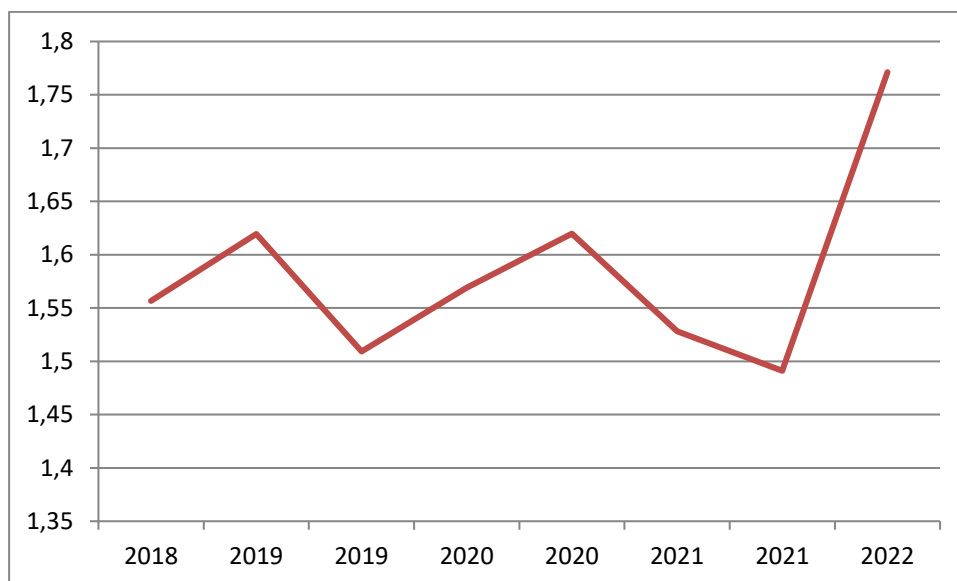
Oznaka razreda Class	Godišnja potrošnja električne energije Annual electricity consumption		Cijena električne energije koju plaća finalni potrošač, kuna/kWh Price of electricity paid by final user, kuna/kWh							
	KWh		2018.	2019.		2020.		2021.		2022.
	od From	do To	VII. – XII.	I. – VI.	VII. – XII.	I. – VI.	VII. – XII.	I. – VI.	VII. – XII.	I. – VI.
DA	1	1 000	1,5566	1,6193	1,5091	1,5690	1,6197	1,5282	1,4911	1,7712
DB	1 001	2 500	1,0555	1,0635	1,0503	1,0520	1,0562	1,0368	1,0511	1,1025
DC	2 501	5 000	0,9801	0,9805	0,9821	0,9800	0,9858	0,9744	0,9860	1,0212
DD	5 001	15 000	0,9458	0,9412	0,9460	0,9424	0,9501	0,9395	0,9485	0,9773
DE	≥ 15 001		0,9219	0,9175	0,9227	0,9176	0,9253	0,9163	0,9229	0,9509

Izvor: [https://podaci.dzs.hr/media/rhndfnuh/si-1698\\_energetska-statistika-u-2021.pdf](https://podaci.dzs.hr/media/rhndfnuh/si-1698_energetska-statistika-u-2021.pdf) (preuzeto 15.08.2023.)

Grafički prikaz gibanja cijena prikazan je grafikonom broj 4.

<sup>8</sup>[https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021\\_WEB\\_LR.pdf](https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021_WEB_LR.pdf)

Grafikon 4: Rast cijena kategorije 1A – potrošnja 1-20 MWh Kućanstva u razdoblju do 2018.  
-2022. godine



Izvor: izradila autorica po podacima preuzetim sa: [https://podaci.dzs.hr/media/rhdnfduh/si-1698\\_energetska-statistika-u-2021.pdf](https://podaci.dzs.hr/media/rhdnfduh/si-1698_energetska-statistika-u-2021.pdf) (preuzeto 16.07.2023)

Grafički prikaz jasno prikazuje nagli porast cijena električne energije u 2022.godini. U postocima to iznosi 15% povećanja cijene u prvom polugodištu 2022.u usporedbi sa 2021. godinom, odnosno povećanje sa 1,5282 kn/kWh na 1,7712 kn/kWh.<sup>9</sup>

## 1.2. Energetska potrošnja u Europskoj Uniji

Potrošnja energije, u većini povijesnih razdoblja, bila je usko povezana s razinom tehnologije. Ključni element povijesnog razvoja koji je oblikovao energetske politiku Europske unije (i svijeta globalno) jest industrijska revolucija. Sve do 18. stoljeća nisu se događala neke značajne promjene u smislu korištenja energije. Tada su se dogodila mnoga otkrića koja su imala značajan utjecaj na potrošnju energije, na način života i na koncu razvoj čitavih civilizacija. Ovo razdoblje okarakterizirala su brojna tehnička otkrića inovacije koja su transformirala način na koji je energija proizvedena, distribuirana i korištena.

<sup>9</sup> Energetska statistika u 2021., dostupno na : [https://podaci.dzs.hr/media/rhdnfduh/si-1698\\_energetska-statistika-u-2021.pdf](https://podaci.dzs.hr/media/rhdnfduh/si-1698_energetska-statistika-u-2021.pdf) (preuzeto 16.07.2023)

U istom razdoblju, upotreba ugljena kao energentskog izvora doživjela je nagli porast. Ugljen je postao ključni izvor energije za industrijske postrojenja, a rudnici su bili intenzivno iskorištavani kako bi se zadovoljile potrebe za energijom. Ova promjena je doprinijela ubrzanom razvoju industrije, ali je također imala i negativne utjecaje na okoliš i zdravlje radnika. Parni stroj, hidraulički pogon, korištenje ugljena i napredak u električnoj energiji imali su snažan utjecaj na industrijski razvoj i transformaciju društva. Posebice izum motora s unutarnjim izgaranjem, koji temelja mijenja pogled na energiju i njeno korištenje. Nakon Drugog svjetskog rata, Europska unija (tada Europska zajednica) nastojala je diversificirati svoje energetske izvore kako bi osigurala sigurnost opskrbe energijom. To je uključivalo diversifikaciju između fosilnih goriva (ugljen, nafta, plin), kao i razvoj obnovljivih izvora energije.

Europska unija, ekonomska je i politička unija, formalno uspostavljena 1. studenoga 1993. godine Ugovorom iz Maastrichta – odnosno Ugovorom o Europskoj Uniji. Trenutno se sastoji od 27 članica – Italija, Danska, Nizozemska, Litva, Mađarska, Rumunjska, Poljska, Finska, Grčka, Slovačka, Belgija, Švedska, Estonija, Hrvatska, Španjolska, Francuska, Portugal, Cipar, Austrija, Malta, Češka, Irska, Latvija, Njemačka, Slovenija, Luksemburg i Bugarska.

Ugovor iz Maastrichta 1992. godine, koji je uveo pravne temelje za zajedničku politiku zaštite okoliša, postavio je isto tako, temelje za integraciju energetske i okolišne politike unutar Europske Unije. Uvođenje ciljeva i politika smanjenja emisija stakleničkih plinova, poticanje korištenja obnovljivih izvora energije te podrška energetske učinkovitosti postali su temeljni elementi energetske politike EU.

U 2014. godini Europska unija je pokrenula inicijativu Energetska unija. Cilj je bio postići sigurnu, održivu, konkurentnu integriranu energetske politiku na razini EU. To uključuje poboljšanje energetske sigurnosti, povezivanje energetske mreže, smanjenje emisija stakleničkih plinova te poticanje obnovljivih izvora energije.

Člankom 194. Ugovora o funkcioniranju Europske unije (UFEU) koji glasi: „U kontekstu uspostavljanja i funkcioniranja unutarnjeg tržišta i u pogledu potrebe za očuvanjem i unapređenjem okoliša, cilj je energetske politike Unije u duhu solidarnosti među državama članicama:

- (a) osigurati funkcioniranje energetske tržišta
- (b) osigurati sigurnost opskrbe energijom u Uniji

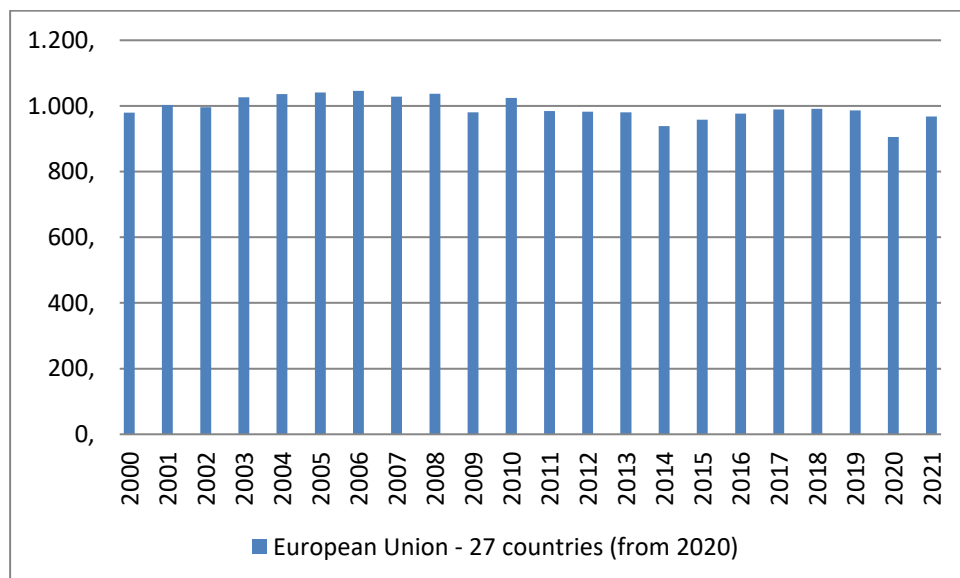
(c) promicati energetska učinkovitost i uštedu energije te razvoj novih i obnovljivih oblika energije

(d) promicati međupovezanost energetskih mreža.<sup>10</sup>

Uzrok zabrinutosti je i klimatska kriza koja zahtijeva prelazak na čišće izvore energije i smanjenje emisija stakleničkih plinova. Potrebno je ubrzati tranziciju prema obnovljivim izvorima energije i energetska učinkovitosti kako bi se smanjio negativni utjecaj na okolišmanjnjem ovisnosti o fosilnim gorivima.

Energetska potrošnja 2010. više je nego dvostruko veća u odnosu na onu iz 1970., točnije 2010. nadmašila je onu iz 1970. za 2,4 puta. Unatoč svim upozorenjima o ograničenim zalihama fosilnih goriva, osobito konvencionalne nafte i plina, svijet i dalje intenzivira njihovo korištenje i povećava njihovu potrošnju. Time se stvaraju objektivne okolnosti za globalni energetska paradoks.<sup>11</sup>

Grafikon 5: Energetska potrošnja Europske Unije



Izvor: izradila autorica po podacima sa Eurostata

<sup>10</sup>Ugovor o funkcioniranju Europske unije (UFEU), Službeni list Europske Unije (preuzeto sa: [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9e8d52e1-2c70-11e6-b497-01aa75ed71a1.0011.01/DOC\\_3&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9e8d52e1-2c70-11e6-b497-01aa75ed71a1.0011.01/DOC_3&format=PDF), 7.7.2023.)

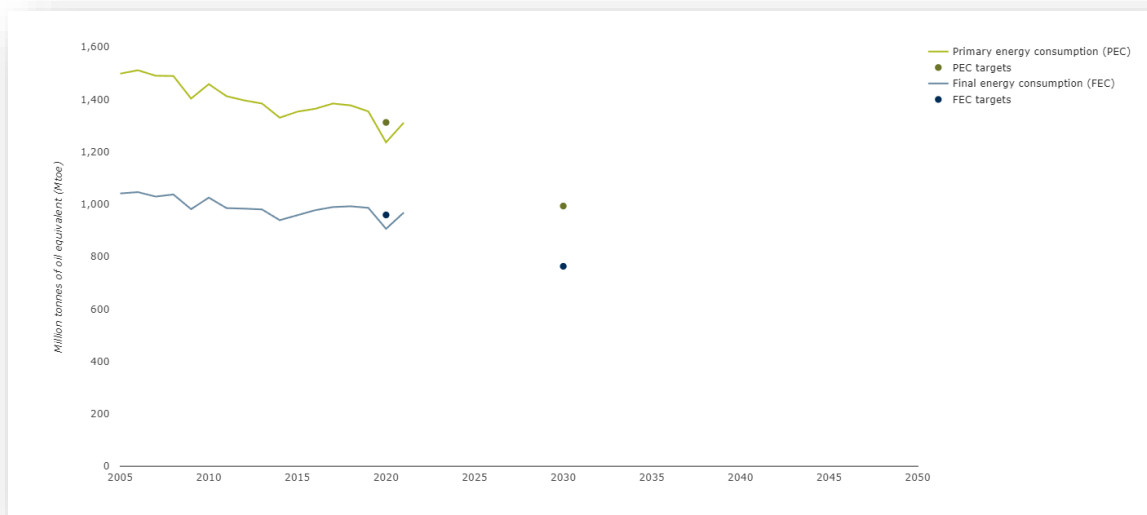
<sup>11</sup>dr.sc. Igor Dekanić. Energetska tržišta na početku druge dekade 21. stoljeća, NAFTA 62 (9-10), 2011. str. 6

Po posljednjim dostupnim podacima na Eurostatu, ukupna potrošnja energije u svim zemljama članicama EU u jedinici milijunatona ekvivalenta nafte (MTOE), količina posljednjih 21 godina varira ispod 1000 milijuna, dok se 2006. godine izdigla do 1045,9 MTOE. Vidljivo je i kako je uslijed pandemije energetska potrošnja znatno pala i to čak za 81 MTOE za razliku od prethodne godine. već 2021. ukupna energetska potrošnja iznosila je 967, 9 MTOE.

Pod ukupnom potrošnjom u ovom slučaju smatra se krajnja potrošnja energije u zemlji, isključujući svu neenergetsku upotrebu energenata (npr. prirodni plin korišten za proizvodnju kemikalija, a ne za izgaranje). Konačna potrošnja energije obuhvaća samo energiju potrošenu od strane krajnjih korisnika, poput industrije, prijevoza, kućanstava, usluga i poljoprivrede; isključuje potrošnju energije u samom energetske sektoru i gubitke koji se događaju tijekom transformacije i distribucije energije.

Smanjenje potrošnje energije obično dovodi do smanjenja okolišnih pritisaka povezanih s proizvodnjom i potrošnjom energije. To podržava ostvarivanje ciljeva Europske unije u vezi s obnovljivom energijom i smanjenjem emisija stakleničkih plinova, smanjuje emisije zagađivača i poboljšava energetske sigurnost.

Grafikon 6: Potrošnja primarne i konačne energije u Europskoj Uniji



Izvor: <https://www.eea.europa.eu/ims/primary-and-final-energy-consumption> (preuzeto 27.7.2023.)



U ožujku 2023., Europski parlament i Europsko Vijeće postigli su sporazum o postavljanju obvezujućeg cilja od 763 Mtoe za konačnu potrošnju energije (FEC) indikativnog cilja od 993 MTOE za primarnu potrošnju energije (PEC) do 2030.<sup>12</sup>

U ovom slučaju FEC predstavlja energiju koju koriste krajnji potrošači, dok PEC predstavlja ukupnu potražnju za energijom u zemlji, uključujući gubitke.

Prema energetske bilancama Eurostata, nakon izvanrednog pada potrošnje energije u Europi 2020. zbog pandemije COVID-19, konačna potrošnja energije u EU snažno je porasla za 6,9% između 2020. i 2021. godine. Taj porast se uglavnom može pripisati gospodarskom oporavku i ukidanju pandemijskih ograničenja (EEA, 2022). Unatoč ovom porastu, apsolutna razina FEC-a dostignuta u 2021. (968 milijuna tona ekvivalenta nafte - Mtoe) još uvijek je bila ispod razine prije pandemije.

Između 2020. i 2021. PEC je porastao povijesnih 6,1% na ukupno 1,311 Mtoe, a najveći rast zabilježen je kod čvrstih fosilnih goriva i nuklearne energije. Što se tiče FEC-a, apsolutna razina PEC-a dostignuta u 2021. još uvijek je bila ispod razine prije pandemije.<sup>13</sup>

Zamjena fosilnih goriva obnovljivim izvorima energije u kontekstu proizvodnje električne energije često dovodi do značajnog smanjenja ukupne potrošnje energije u obliku primarne energije. Ujedno, postotni udio obnovljive energije u energetske miksu EU znatno se povećao, više od dvaput u razdoblju od 2005. godine nadalje. Međutim, važno je istaknuti da se ovakav trend ne bazira isključivo na promjenama u proizvodnom sektoru, već su se različiti dodatni faktori ukupno odrazili na smanjenje ukupne energetske potrošnje unutar Europske unije. Navedeni čimbenici uključuju implementaciju energetske efikasne mjera, kontinuirane inicijative usmjerene prema optimizaciji energetske transformacije, strukturalnih promjena prema manje energijski zahtjevnim sektorima industrije te postupno blažih zima uzrokovanih klimatskim promjenama.

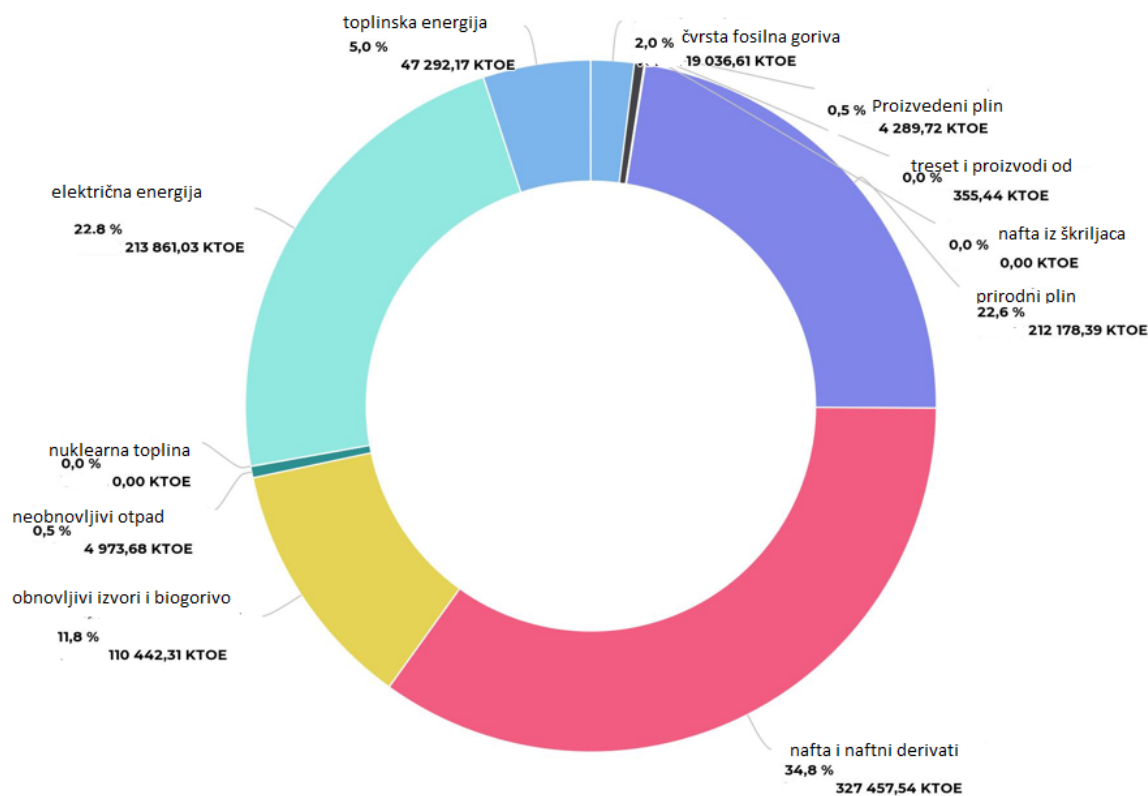
Raspodjela izvora energije prema najnovijim statističkim podacima prikazana je na sljedećem grafičkom prikazu, dostupnom iz Eurostata.

---

<sup>12</sup><https://www.eea.europa.eu/ims/primary-and-final-energy-consumption> (preuzeto 27.7.2023.)

<sup>13</sup><https://ec.europa.eu/eurostat/en/>

Grafikon 7: Energetska bilanca – potrošnja konačne energije



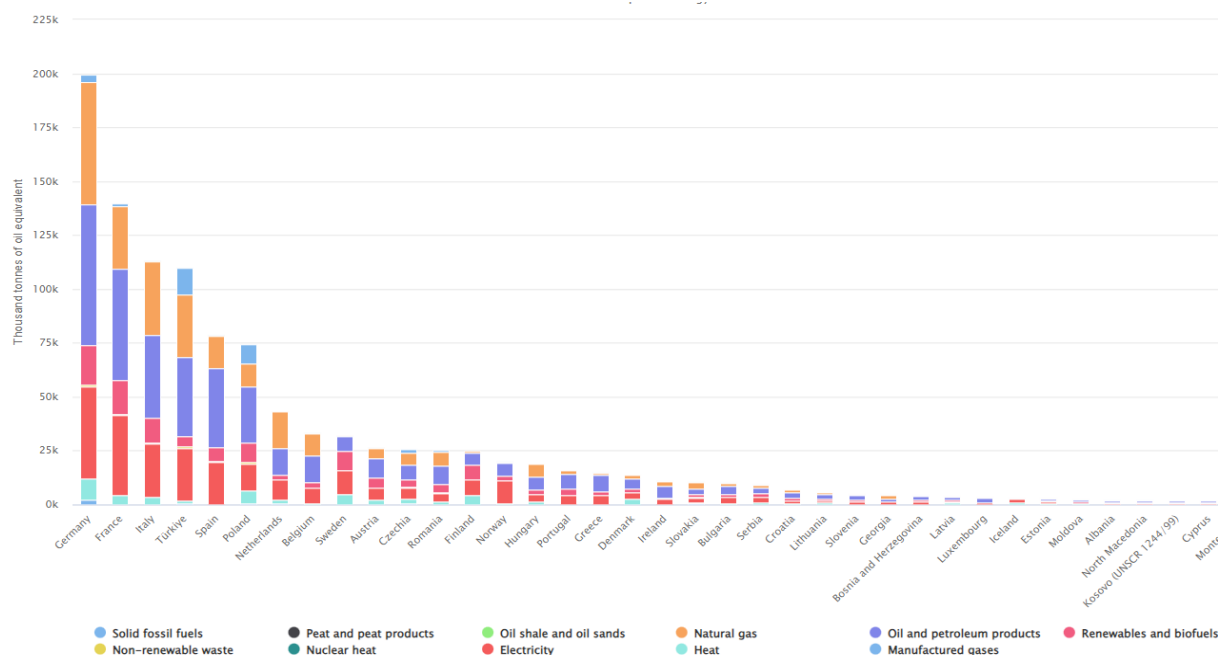
Izvor: prilagodila autorica prema podacima dostupnim na: <https://ec.europa.eu/eurostat> (preuzeto 25.6.2023.)

Podaci se odnose na 2021. godinu i mjerna jedinica je KTOE – odnosno tisuću tona ekvivalenta nafte. Izvori energije koji su navedeni čvrsta fosilna goriva, proizvedeni plinovi, treset i tresetni proizvodi, uljna škriljavina i naftni pijesak, nafta i naftni proizvodi, prirodni plin, obnovljiv izvori energije i biogoriva, neprenosivi otpad, nuklearna energija, električna energija i toplina. Najveći udio u potrošnji odnosi se na Naftu i naftne proizvode, I to u postotku od 34,8% - ukupno 327 457,54 KTOE.

Ono što se odnosi na tematiku ovog rada je udio obnovljivih izvora u ukupnoj potrošnji kojiznosi 11,8 %, odnosno 4 973,68 KTOE. Plin i električna energija gotovo su izjednačeni u postotnim bodovima Iznose 22% u ukupnosti.

Grafički prikaz raspodjele potrošnje po zemljama članicama vidljiv je na grafikonu ispod.

Grafikon 8: Raspodjela potrošnje energije po zemljama članicama



Izvor: <https://ec.europa.eu/eurostat> (preuzeto 27.6.2023.)

Iz grafikona se može iščitati kako Njemačka prednjači nad većinom zemalja, u ukupnom zbroju potrošnje kojiznosi 199365,36 KTOE, I njihovu raspodjelu izvora energije u konačnoj potrošnji dalje većinski čini nafta, dok obnovljivizvori energije čini 9%.

Najveću upotrebu nafte kao izvora energije imaju Luxemburg sa 55,62% Irska sa 50,44% u ukupnosti svoje potrošnje. U usporedbi s time, obnovljiv izvor energije najveći postotak nosi u Finskoj 28,56%, Švedskoj 27,49%, Islandu 17,07 i Danskoj 12,51% u ukupnoj potrošnji.

Potrošnja je, osim strukture i razine razvijenosti, uvjetovana i raspoloživošću energetskih izvora i podnebljem, ali je evidentno da neke visoko razvijene industrijske zemlje pronalaze primjerena tehnološka rješenja koja značajno štede energiju i amortiziraju nedostatak toga resursa. To istovremeno upućuje da neke slabije razvijene zemlje troše energiju neprimjereno svojoj razvijenosti.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Krstinić Nižić, Marinela; Blažević, Branko. Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu: Gospodarenje energijom u turizmu, 2017., str 73.

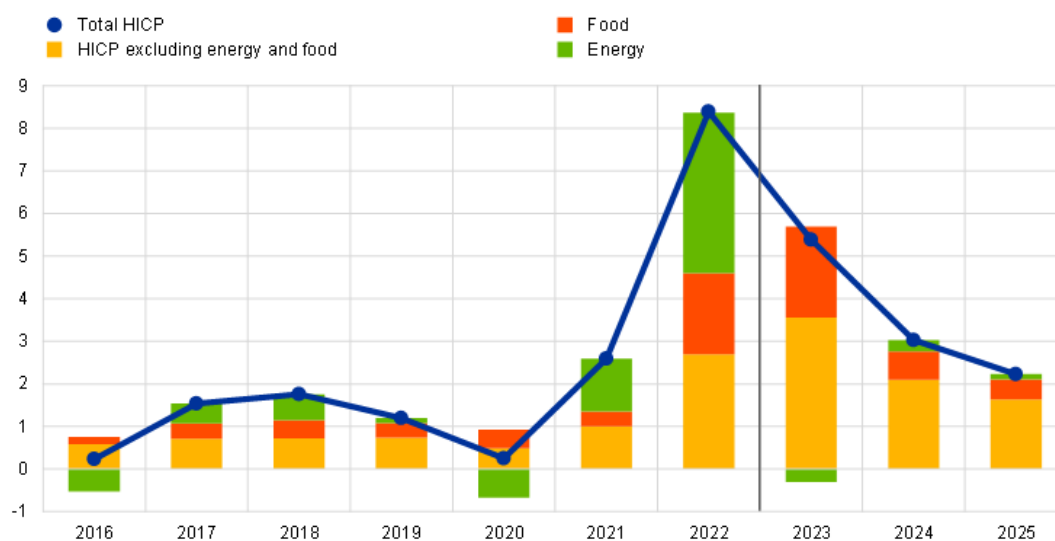
Činjenica je da postoji snažna korelacija između cijena nafte, njezinih fluktuacija i gospodarskog rasta, a time i inflacije.

Energija, kao ključan resurs, zahtjeva sveobuhvatni pristup istraživanju. Sedamdesetih godina 20. stoljeća, suočeni s promjenama u energetske sektoru, provedena su detaljna istraživanja o makroekonomskim posljedicama fluktuacija cijena nafte i šireg energetske konteksta.

Kompleksna mreža faktora naglašava snažnu povezanost između kretanja cijena energenata i utjecaja na makroekonomske pokazatelje, poput bruto domaćeg proizvoda, zaposlenosti, kamatnih stopa, deviznog tečaja i inflacije.

Ovo ima značajne implikacije za vođenje ekonomske politike, posebno u kontekstu poticajnih mjera, kao i za kreiranje energetske politike koja zahtijeva sofisticiranu kombinaciju instrumenata i strategija kako bi se unaprijedila energetska učinkovitost. Osim toga, rezultati ukazuju na duboku vezu između energetske potrošnje i bruto domaćeg proizvoda, implicirajući da smanjenje potrošnje energije može dovesti do povećane energetske efikasnosti bez negativnog utjecaja na ekonomski rast. U situacijama gdje je korelacija od potrošnje energije prema ekonomskom rastu, promjenjiva ekonomska politika može intervenirati subvencijama energetske cijena kako bi se sačuvala stabilnost potrošnje energije i ubrzao ekonomski razvoj. U ovom okviru, očuvanje stabilnih izvora energije i raznovrsnih pravaca opskrbe postaje ključno za smanjenje ranjivosti i pojačanje sigurnosti energetske sustava, stvarajući tako čvrstu platformu za dugoročan i stabilan ekonomski progres. Razvoj energetike ima utjecaj na gospodarsku aktivnost i ekonomski rast, ali je izazovno zbog visoke kapitalne intenzivnosti projekata i nepredvidivosti cijena i potrošnje energije, a zanemarivanje energetske sektora ograničava ukupni ekonomski razvoj.

Grafikon 9: Eurozonska inflacija potrošačkih cijena (HICP) - dekompozicija na glavne komponente



Izvor: <https://ec.europa.eu/eurostat> (preuzeto 28.6.2023)

HICP označava "Harmonizirani indeks potrošačkih cijena" (eng. Harmonized Index of Consumer Prices). To je indeks koji se koristi za mjerenje inflacije i promjene troškova života za potrošače u Europskoj uniji europskom gospodarskom prostoru. On je koristan za analizu i razumijevanje promjena u kupovnoj moći potrošača, kao i za procjenu utjecaja inflacije na ekonomiju. Konkretnije, prikazuje rast općih cijena dobara i usluga u gospodarstvu. Kada HICP indeks raste, to ukazuje na inflaciju, što znači da se prosječne cijene potrošačkih proizvoda i usluga povećavaju. Obrnuto, kada HICP indeks opada, to ukazuje na deflaciju, odnosno pad prosječnih cijena. Na grafikonu broj 8 vidljivi su rezultati inflacije. 2022. godine je zabilježen porast HICP indeksa iznad 8 postotnih jedinica, u usporedbi sa 2020. koja i jest uzrok nepravilnostima u ekonomiji koja su uslijedila, no predikcija je za tri godine unaprijed da će se indeks postupno smanjivati, odnosno da će slijedom događaja doći do deflacije. Centralne banke i ekonomske politike često koriste HICP indeks kao referentnu točku prilikom donošenja odluka o monetarnim mjerama i upravljanju inflacijom.

U kontekstu strateške energetske perspektive, dugotrajna ovisnost o uvozu električne energije izložena je brojnim nedostacima, neki su već spomenuti. Takav pristup nosi potencijalne posljedice, s obzirom na promjenjivost u lancu energenata, te u vidu pitanja vezanih uz energetska distribuciju i potražnju unutar globalnih sustava.

Na primjer, vrlo često je prisutna neizvjesnost u pogledu političkih nestabilnosti i geopolitičkih sukoba u regijama obogaćenim energetske resursima, a sada smo i sami svjedoci rata u Europi. Nedavna povijest bilježi sukobe u Bliskom istoku koji su imali potencijalni odjek na opskrbu naftom, dok političke napetosti često, ali i trenutno utječu na tranzit energije, osobito plina. Suočeni i s ovim izazovima, mnoge zemlje poduzimaju korake ka diverzifikaciji svojih energetske portfelja, kreirajući diferenciran energetske miks. U ovom smislu, istraživanje obnovljivih izvora energije poput solara, vjetroelektrana, hidroelektrana i biomase postalo je imperativ. Osim toga, razvoj naprednih tehnologija, uključujući energetske akumulatore i fuziju, postavlja temelj za budući razvoj energetske kapaciteta.

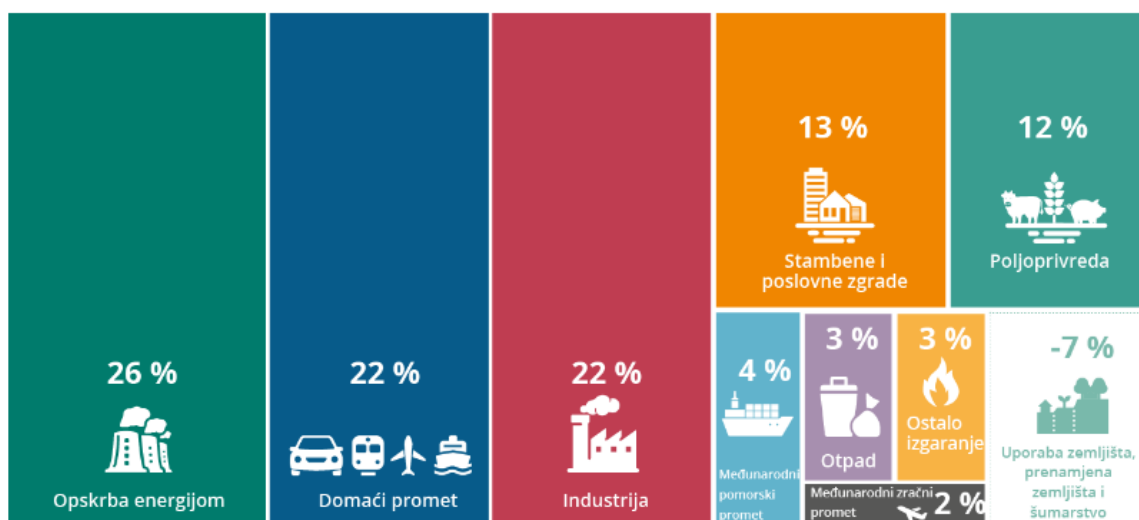
Usmjerenost na povećanje energetske efikasnosti te smanjenje potrošnje u ključnim sektorima poput industrije, građevinarstva i transporta ostaje ključni aspekt.

Povrh toga, koncept energetske krize danas obuhvaća širi spektar faktora od samog porasta cijena ili iscrpljivanja zaliha. Sada obuhvaća i ekološke komplikacije povezane s klimatskim promjenama uzrokovanim degradacijom okoliša, postavljajući tako okvir za ekološku održivost.

Sporazum koji je usvojen na Konferenciji Ujedinjenih naroda o klimatskim promjenama održanoj u Parizu u prosincu 2015. godine., zove se Pariški sporazum.

To je međunarodni dogovor kojim se nastoje suzbiti klimatske promjene i ograničiti globalno zagrijavanje. Glavni cilj sporazuma je ograničiti porast globalne temperature ispod 2°C iznad preindustrijske razine, te se nastoji ostvariti napor kako bi se taj porast održao ispod 1,5°C. Osim toga, povećati sposobnost država da se prilagode negativnim posljedicama klimatskih promjena na način da regulira financijske tokove i usmjerava u ekološku zaštitu, razvoj i održivost. Pariški sporazum je postignut uz sudjelovanje gotovo svih zemalja svijeta s ciljem smanjenja emisija stakleničkih plinova i prilagodbe promjenama koje su već prisutne, kako bi se stvorila održiva budućnost za generacije koje dolaze.

Grafikon 10: Izvori emisija stakleničkih plinova u EU-u



Izvor: ilustraciju prilagodila autorica po podacima preuzetih sa <https://www.eea.europa.eu/>

Grafikon 9 jasno daje informaciju kako većinski dio emisija CO<sub>2</sub> je od strane sustava opskrbe energijom, prometa i industrije. Najmanji udio iznosi 2% i odnosi se na međunarodni zračni promet, dok sektor šumarstva pozitivno djeluje, u smislu apsorpcije CO<sub>2</sub> iz atmosfere tijekom procesa fotosinteze.

Cilj Europske Unije je smanjiti emisije stakleničkih plinova za 40 % do 2030. i za 80 % – 95 % do 2050. godine s obzirom na razinu iz 2005.godine. 2021.godine, kao dio paketa 'Fit for 55', Europska komisija je predstavila zakonodavni prijedlog za reviziju Uredbe koja utvrđuje standarde za emisiju CO<sub>2</sub> u sektoru cestovnog prometa s ciljevima Europske unije utvrđenim u Europskom klimatskom zakonu – postizanje klimatske neutralnosti do 2050. te smanjenje neto emisija stakleničkih plinova (GHG) za 55% do 2030. u usporedbi s razinama iz 1990. godine.<sup>15</sup> Sve ove dinamike postaju esencijalne, ne samo u kontekstu ekonomskih i geopolitičkih kretanja, već sada više nego ikad stavljaju naglasak na održivost i ekološki integritet.

Opskrba energijom je specifična za svaku zemlju i ovisi o mnogim čimbenicima, ali dugoročno planiranje i kratkoročni utjecaji stvaraju probleme u energetsom planiranju. Zemlje u razvoju trebaju brži rast kako bi postigle ekonomsku ravnopravnost s razvijenim zemljama. Investicije u energetska postrojenja, napredne mreže i energetska učinkovitost potiču gospodarske

<sup>15</sup>Standardi emisije CO<sub>2</sub> za nova vozila i dostavna vozila iz paketa 'Fit for 55', dostupno na: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/698920/EPRS\\_BRI\(2022\)698920\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/698920/EPRS_BRI(2022)698920_EN.pdf)

aktivnosti niskougljični razvoj. Korištenje vlastitih izvora energije podržava inovacije, industrijski rast i razvoj energetske politike Republike Hrvatske.

Ono što je kod opskrbe energijom najbitnije su pouzdanost, dobra stručna i tehnička podrška i regulacija u svrhu zaštite korisnika.

### **1.3. Strategija energetskeg razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu**

Republika Hrvatska trenutno oslanja svoj energetske sektor na više izvora energije, uključujući fosilna goriva, hidroelektrane, vjetroelektrane, biomasu i solarnu energiju. Kvalitetno organiziran energetske sektor Republike Hrvatske treba biti pokretač gospodarskog rasta i razvoja energetskekih tržišta, a isto tako energetika je povezana sa zaštitom okoliša i potrebom za novim izvorima energije što za sobom nosi veliku odgovornost.

Glavni zadatak ministarstva je omogućiti razvoj i održivost energetskeg sektora koji se mora očitovati prvenstveno u postizanju i održavanju realnih cijena energije kroz funkcionalno tržišno natjecanje u kompetitivnim energetskekim djelatnostima te efektivnu regulaciju mrežnih energetskekih djelatnosti koji su preduvjeti konkurentnosti gospodarstva. Nadalje, jedan od zadataka ministarstva je omogućiti regulirane djelatnosti budu poticaj gospodarstvu, a ne njegovo opterećenje.<sup>16</sup>

Energetske zakoni u Republici Hrvatskoj igraju važnu ulogu u reguliranju i promicanju održivog energetskeg sektora u Republici Hrvatskoj

Među ključnim zakonima su:

1. Zakon o energiji - regulira opća pitanja energetskeg sustava i aktivnosti energetskekih subjekata
2. Zakon o tržištu električne energije - propisuje pravila i uvjete za tržište električne energije
3. Zakon o tržištu plina - regulira tržište plina i pružanje plinske usluge
4. Zakon o terminalu za ukapljeni prirodni plin - uređuje uspostavu i rad terminala za ukapljeni prirodni plin

---

<sup>16</sup><https://mingor.gov.hr/o-ministarstvu-1065/djelokrug/uprava-za-energetiku-1999/energetska-politika-i-planiranje/2000>, preuzeto: 3.7.2023.



5. Zakon o tržištu toplinske energije - propisuje uvjete za tržište toplinske energije
6. Zakon o tržištu nafte i naftnih derivata - regulira tržište nafte i naftnih derivata
7. Zakon o biogorivima za prijevoz - propisuje uvjete za proizvodnju i uporabu biogoriva za prijevoz
8. Zakon o regulaciji energetske djelatnosti - definira nadležnosti postupke energetskog regulatora
9. Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji - propisuje poticanje obnovljivih izvora energije i kogeneracije
10. Zakon o energetske učinkovitosti - regulira područje energetske učinkovitosti
11. Zakon o provedbi Uredbe Vijeća (EU) 2022/1854 o hitnoj intervenciji za rješavanje pitanja visokih cijena energije - implementira mjere za suočavanje s visokim cijenama energije

Osim energetske zakona, postoje i drugi propisi koji reguliraju energetske sektor:

1. Zakon o uspostavi infrastrukture za alternativna goriva - propisuje izgradnju infrastrukture za alternativna goriva
2. Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu - daje smjernice za razvoj energetskog sektora u budućnosti
3. Pravilnik o energetske bilanci - propisuje način izrade i vođenja energetske bilance.
4. Uredba o kriterijima za stjecanje statusa ugroženih kupaca energije iz umreženih sustava - određuje kriterije za ugrožene kupce energije
5. Pravilnik o sustavu obveze energetske učinkovitosti - regulira sustav obveze energetske učinkovitosti
6. Pravilnik o sustavu za praćenje, mjerenje i verifikaciju ušteda energije - propisuje sustav praćenja i mjerenja ušteda energije
7. Uredba o otklanjanju poremećaja na domaćem tržištu energije - regulira postupke za otklanjanje poremećaja na domaćem tržištu energije

Hrvatski Sabor je temeljem članka 88. ustava Republike Hrvatske donio odluku o proglašenju Zakona o energiji. Temeljem tog zakona, na sjednici 28. veljače 2020. donio je Strategiju energetskog razvoja Republike Hrvatske do 2030. s pogledom na 2050. godinu.

Strategija energetskega razvoja Republike Hrvatske do 2030. godine, s pogledom na 2050. godinu, predstavlja korak prema ostvarenju vizije niskougljične energije te osigurava prijelaz na novo razdoblje energetske politike kojom se osigurava pristupačna, sigurna i kvalitetna opskrba energijom bez dodatnog opterećenja državnog proračuna u okviru državnih potpora i poticaja. Predviđeni proces energetske tranzicije bit će kapitalno intenzivan, bez poticajnih mjera u smislu državnih potpora, ali uz očekivani veći angažman privatnog sektora/ kapitala u financiranju projekata OIE.<sup>17</sup>

Strategija je akt kojim se utvrđuje energetska politika i planira energetske razvitak.

Strategijom je određen prostor, ali vrijeme za tranziciju energetskega sektora, u kojem se mijenjaju načini poslovanja i upravljanja, tehnologije, transport i distribucija, upravljanje potrošnjom i troškovima energije, a samim time i trgovina. Dinamika tranzicije energetskega sektora ovisi ovisit će o postizanju pojedinih ciljeva prema analiziranim scenarijima, postupno prema decentraliziranom, digitaliziranom i niskougljičnom sustavu, i to sve sa svrhom ublažavanja klimatskih promjena. Tranzicija potiče istraživanja, inovativnost, uvođenje novih rješenja, pružajući hrvatskim tvrtkama mogućnost integracije na brzorastućem globalnom tržištu.

Energetska tranzicija će se financirati putem različitih izvora. Glavni izvor financiranja bi svakako mogle biti tvrtke koje će uz pomoć sredstava financijskih institucija i raznih fondova ulagati zapravo tako biti dio kohezijske politike. Naravno, najveću ulogu stvaranja preduvjeta za ostvarenje ciljeva energetskega razvoja igrati će, odnosno igrati državne institucije.

Način djelovanja će biti moguć kroz nacionalne energetske programe, suradnje s tijelima regionalne i lokalne samouprave na području planiranja razvitka energetskega sektora i suradnje s energetskim subjektima, te s međunarodnim organizacijama. Ostvarenje ciljeva Strategije dodatno utječe na razvoj gospodarstva. I utoliko je državi njenim institucijama od velike važnosti postupno implementirati Strategiju u spektar energetske politike, i na taj način ojačati sigurnost opskrbe energijom, povećavati energetske učinkovitost korištenjem obnovljivih izvora energije, na koncu povećati domaću proizvodnju. Za energetiku je najznačajnije pratiti emisiju CO<sup>2</sup> jer je on najznačajniji uzročnik globalnog zatopljenja. Prema rezultatima za 2021., emisija CO<sup>2</sup> iz energetskega izvora iznosila je 15,0 mil. tona, što je 3,7% više nego prethodne godine i 24,0% niže nego 1990.

---

<sup>17</sup>[https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020\\_03\\_25\\_602.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_03_25_602.html) (preuzeto 11.7.2023.)

Tablica 5: Emisije CO<sub>2</sub> iz energetskih podsektora za razdoblje od 2016. do 2021. godine

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2021/20	2016/21
<i>Postrojenja za proizvodnju i transformaciju energije</i>	tisuće tona 4847	4465	3908	3880	3659	3689	8	-5,3
neindustrijska ložišta	2790	2822	2747	2659	2727	2858	4,8	0,5
industrija i građevinarstvo	2229	2430	2411	2421	2382	2311	-3	0,7
cestovni promet	5885	6343	6113	6284	5546	5964	7,5	0,3
vancestovni promet	221	227	228	233	186	216	16,1	0,5
ukupno	15972	16287	15407	15477	14500	15038	3,7	-1,2

Izvor: prilagodila autorica prema podacima dostupnima na: [https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021\\_WEB\\_LR.pdf](https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021_WEB_LR.pdf) (preuzeto 25.7.2023.)

Prosječno godišnje smanjenje od 2016. do 2021. iznosilo je 1,2%, a povećanje u 2021. je uglavnom zbog oporavka gospodarstva nakon COVID-19 pandemije. Potrebno je naglasiti kako je Republika Hrvatska trenutačno iznad prosjeka EU u ostvarenju ciljeva po pitanju udjela obnovljivim izvorima energije u bruto neposrednoj potrošnji energije kao i emisijama CO<sub>2</sub> po stanovniku.

## 2. SOLARNA ENERGIJA U ENERGETSKOM SUSTAVU

Sunčeva svjetlost obiluje i dostupna je širom svijeta, što je čini održivim izvorom energije za buduće generacije. Sunce je obnovljiv izvor energije koji se može neograničeno koristiti u njemu oduvijek postoji neizmjeran potencijal, ali sada je u kontekstu održivosti više nego bitan. Zahvaljujući trenutnoj tehnologiji, koja i sama potiče inovacije i tehnološki razvoj raznih industrija, solarni sustavi omogućuju pristup električnoj energiji poboljšanje kvalitete života diljem planete. Fleksibilnost upotrebe novih izvora je potpuna.<sup>18</sup>

<sup>18</sup> Program korištenja energije Sunce, Sunen. Energetski institut Hrvoje Požar, 2001. str.12

## 2.1. OBNOVLJIVA ENERGIJA I NJEN ZNAČAJ

Obnovljivi izvori i neobnovljivi izvori energije predstavljaju dva različita pristupa u osiguravanju energije za ljudsku upotrebu. Razlika između njih leži u načinu na koji se izvor obnavlja i koliko je taj izvor održiv na dugi rok.

Osnovne karakteristike obnovljivih izvora energije definirano je u Zakonu o energiji:

*obnovljivi izvori energije* – obnovljivi nefosilni izvori energije (aerotermaalna, energija iz biomase, energija iz biotekućine, energija mora, hidroenergija, energija vjetra, geotermaalna i hidrotermaalna energija, energija plina iz deponija otpada, plina iz postrojenja za obradu otpadnih voda i bioplina, Sunčeva energija i biorazgradivi dio certificiranog otpada za proizvodnju energije na gospodarski primjeren način sukladno propisima iz upravnog područja zaštite okoliša.<sup>19</sup>

Obnovljivi izvori energije potječu iz prirodnih procesa koji se stalno obnavljaju, njihov izvor nije iscrpljiv, što znači da će se energija nastaviti obnavljati u budućnosti. Isto tako njihova uporaba ne uzrokuje značajnu emisiju štetnih plinova i ugljičnog dioksida, što ih čini ekološki prihvatljivim izvorom energije. Iz tog razloga obnovljivi izvori igraju ključnu ulogu u smanjenju ovisnosti o fosilnim gorivima i borbi protiv klimatskih promjena.

S druge strane neobnovljivi izvori energije dolaze iz ograničenih izvora u prirodi, kao što su fosilna goriva (npr. nafta, ugljen, plin) i nuklearna energija. Ti izvori energije formirali su se tijekom milijuna godina i ne obnavljaju brzinom kojom se troše. Njihova eksploatacija i korištenje često dovode do emisije stakleničkih plinova i drugih onečišćujućih tvari, što doprinosi globalnom zatopljenju i zagađenju okoliša. S obzirom na ograničenost tih izvora, postoji zabrinutost zbog njihovog iscrpljivanja u budućnosti. No bez obzira, u odnosu na neobnovljive izvore, obnovljivi izvori energije smatraju se održivijima i ekološki prihvatljivijima. Njihovom širom primjenom i razvojem, društvo može smanjiti ovisnost o neobnovljivim izvorima, doprinoseći očuvanju okoliša i održivosti energetske potrebe za buduće generacije. Mnogi obnovljivi izvori energije omogućuju proizvodnju energije na lokalnoj razini, što može smanjiti potrebu za dugim prijenosnim linijama i gubitkom energije tokom prijenosa. Također njihov razvoj potiče stvaranje novih radnih mjesta u sektorima poput proizvodnje instalacije solarnih panela, vjetroelektrana, hidroelektrana itd. Ono što je možda

---

<sup>19</sup>[https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018\\_12\\_111\\_2151.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_12_111_2151.html)

najbitnije naglasiti je da njihova upotreba pomaže diversifikaciji opskrbe energijom, odnosno smanjuje potrebu za poslovanjima na nestabilnim tržištima fosilnih goriva, posebno nafte i plina. Odnosno, time smanjuje rizik od naglih fluktuacija cijena fosilnih goriva i osiguravajući stabilnost i održivost opskrbe energijom, što je ključno u ovom trenutku.

Svjedoci smo velikih kriza, a globalizacijski procesi utječu na ekonomske, političke, pravne, društvene i tehnološke okvire te donose izmijene u upravljanju kompleksnim sustavima i njihovim procesima. Ekonomski akteri, poduzeća i vlade, stoga su prisiljeni prilagođavati se tehnološkim promjenama kako bi se održali preživjeli u konkurentskom okruženju.

Tehnologije poput energije vjetra, hidrocentrale, energija iz biomase i sunčeva energija, ekonomski su izrazito konkurentne. Ostale tehnologije ovisne su o potražnji na tržištu da bi postale ekonomski isplative u odnosu na klasične izvore energije. Proces prihvaćanja novih tehnologija vrlo je spor i uvijek izgleda kao da nam izmiče na dohvatu ruke. Glavni problem za instalaciju novih postrojenja je početna cijena. To diže cijenu dobivene energije u prvih nekoliko godina na razinu potpune neisplativosti u odnosu na ostale komercijalno dostupne izvore energije. Veliki udio u proizvodnji energije iz obnovljivih izvora rezultat je ekološke osviještenosti stanovništva, koje usprkos početnoj ekonomskoj neisplativostinstalira postrojenja za proizvodnju “čiste” energije.<sup>20</sup>

U cjelini, obnovljiv izvori energije ključni su za održivi razvoj, zaštitu okoliša i osiguranje energetske sigurnosti za buduće generacije. Njihova implementacija ima potencijal smanjiti negativne utjecaje na okoliš, ograničiti klimatske promjene i stvoriti održiviju i uspješniju budućnost.

## **2.2. ENERGIJA SUNCA**

Sunce je zvijezda koja se nalazi u središtu našeg Sunčevog sustava. To je najbliža zvijezda Zemlji jedini izvor svjetlosti i topline na Zemlji. Sunce je ogromno, masivno i vruće. Ta plinovita kugla promjera je 1,39 milijuna kilometara i uzrok svih energetskih promjena u atmosferi, a nuklearna fuzija koja se događa u njoj i oko nje je najmoćniji izvor energije u

---

<sup>20</sup>Jasmina Sladoljev, Ankica Arbutina, Andrea Dujić, Jasmina Župčić: VAŽNOST KORIŠTENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U CILJU POSTIZANJA KONKURENTNOSTI U TURIZMU (preuzeto sa: <https://hrcak.srce.hr/file/260543>, 27.7.2023.)

svemiru. Svake sekunde Sunce u okolni prostor emitira  $3,83 \times 10^{26}$  J energije.<sup>21</sup> Zemlja se vrti oko Sunca u eliptičnoj putanji s vrlo malim ekscentricitetom ( $\epsilon=0,017$ ) tako da se udaljenost Zemlje i Sunca mijenja vrlo malo tijekom godine. Srednja udaljenost Zemlje i Sunca je 149,68 milijuna km. Početkom siječnja Zemlja je 1,67 % bliža, a početkom srpnja, Zemlja je 1,67 % udaljenija od Sunca.

Kako se Sunčevo zračenje mijenja s kvadratom udaljenosti, Zemlja u siječnju prima 6,9 % više Sunčeve energije nego u srpnju. Prema tome, srednje siječanjske temperature bi trebale biti više od srednjih srpanjskih, zima bi na sjevernoj polutki trebala biti toplija nego na južnoj, a ljeto na južnoj polutki toplije od ljeta na sjevernoj. U stvarnosti je sve obratno jer odnosi u atmosferi značajno ovise i o drugim čimbenicima, trajanju osunčavanja, kutu upada Sunčevih zraka na površinu zemlje, raspodjeli kopna i mora i općoj cirkulaciji atmosfere.

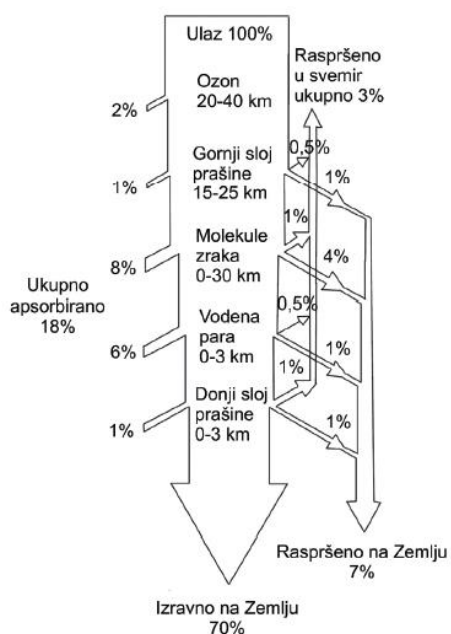
Sunce se sastoji uglavnom od vodika i helija. U unutrašnjosti Sunca vodik se nuklearnim reakcijama fuzije pretvara u helij što rezultira oslobađanjem velikih količina energije. Uslijed tih reakcija temperatura u unutrašnjosti Sunca premašuje 20 milijuna K, no to nije temperatura koja određuje elektromagnetska svojstva Sunčevog zračenja. Sunčevo zračenje se sastoji od ultraljubičastog (0,12-0,4  $\mu\text{m}$ ), vidljivog (0,4-0,75  $\mu\text{m}$ ) infracrvenog dijela ( $>0,75 \mu\text{m}$ ). Ultraljubičasti dio nosi oko 9 %, vidljivi oko 41,5 % infracrveni oko 49,5 % ukupne energije Sunčevog zračenja.<sup>22</sup> Sunčevo zračenje na putu kroz Zemljinu atmosferu slabi jer se raspršuje na molekulama plinova, česticama prašine i dimu.

---

<sup>21</sup> Jasmina M. Radoslavljević, Tomislav M. Pavlović, Mislav R. Lambić: Solarna energetika i održivi razvoj, Beograd 2010. str 1

<sup>22</sup> Zdeslav Matić Nacionalni energetska program za primjenu Sunčeve energije – SUNEN Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb, str.7

Ilustracija 1: Utjecaj atmosfere na upadno Sunčevo zračenje



Izvor: Zdeslav Matić: Nacionalni energetska program za primjenu Sunčeve energije – SUNEN Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb, 2007., str. 32

Uređaj koji se koristi za mjerenje sunčevog zračenja naziva se piranometar. Piranometar je instrument koji služi za mjerenje ukupne količine solarne radijacije koja stiže na određenu površinu u jedinici vremena. Ova radijacija uključuje vidljivu svjetlost, infracrveno zračenje i malu količinu ultraljubičastog zračenja.

Piranometri se koriste u različitim područjima, uključujući meteorologiju, solarne energetske sustave, istraživanja klime i okoliša te u mnogim drugim aplikacijama gdje je važno precizno mjeriti sunčevu radijaciju.

Nadmorska visina, kut Sunca, te prisutnost raspršujućih elemenata kao što su oblaci, svi su važni čimbenici koji utječu na Sunčevo zračenje na određenoj lokaciji na Zemlji. Povećanjem nadmorske visine, put koji Sunčeve zrake moraju preći od atmosfere do površine Zemlje postaje kraći, što može rezultirati većom količinom zračenja. Kut Sunca također igra ključnu ulogu u količini zračenja koje doseže Zemlju. Manji kut Sunca znači da svjetlost mora proći kroz veći sloj ozona, koji apsorbira UV svjetlost i može smanjiti intenzitet zračenja. Ovaj kut varira ovisno o zemljopisnoj širini, godišnjem dobu i vremenu tijekom dana.

Prosječno, Sunce emitira oko 173.000 teravata (TW) energije prema Zemlji. Međutim, manji dio te energije se raspršuje u atmosferi reflektira nazad u svemir, pa na površinu Zemlje stiže oko 89.000 TW.<sup>23</sup>

Energija Sunca predstavlja glavni izvor energije na Zemlji. Postoje razni načini korištenja sunčeve energije u tehnološke svrhe, ali ne smijemo zaboraviti da sunčeva energija podržava osnovne ekološke procese, regulira klimatske uvjete i pruža energiju za rast, razvoj i opstanak svih bića na Zemlji. Sunce ima ključnu ulogu u održavanju klimatskih uvjeta na Zemlji. Globalna cirkulacija atmosfere, oceana i oblaka potiče se toplinom koju Zemlja prima od Sunca. To dovodi do formiranja vjetrova, padalina i promjena u klimi koje su presudne za opstanak svih bića na planetu. Biljke koriste sunčevu energiju za fotosintezu, proces kojim pretvaraju vodu i ugljični dioksid u glukozu i kisik uz pomoć klorofila i sunčeve svjetlosti. Ovaj proces je ključan za proizvodnju hrane i kisika koji podržava sve životinje na Zemlji. Sunčeva energija na početku prehrambenog lanca osigurava energiju za cijeli ekosustav, i bez nje, život kakav poznajemo na Zemlji ne bi bio moguć.

Gledajući sa tehnološke strane, danas postoje različiti načini kako se može koristiti Sunčeva energija na Zemlji. Jedna od najaktualnijih metoda je i tema ovog rada, a to je solarna energija za proizvodnju električne energije. Ono djeluje tako da solarni paneli fotonaponske ćelije pretvaraju sunčevu svjetlost direktno u električnu energiju pomoću fotoelektričnog efekta. Paneli se instaliraju na krovovima zgrada kao integrirane solarne elektrane, ili na tlu – neintegrirane solarne elektrane, kako bi se generirala električna energija.

Jedan od načina korištenja sunčeve energije jest zagrijavanje vode ili zraka za potrebe grijanja prostora ili pripremu tople vode u domaćinstvima ili industriji. Isto tako metoda koja se koristi je koncentrirana solarna energija. Taj tip tehnologije koristi zrcala ili leće kako bi se koncentrirala sunčeva svjetlost na malo područje. To stvara izrazito visoke temperature koje se koriste za proizvodnju pare i generiranje električne energije. Ono što je najbitnije naglasiti je da je korištenje Sunčeve energije ekološki održivo jer ne proizvodi emisije stakleničkih plinova i ne doprinosi globalnom zagrijavanju. Stoga se sve više istražuje i primjenjuje kako bismo prešli na čistije izvore energije, i koristili Sunčevu energiju na načine na koje je su ljudi Sunce uspjeli koristiti puno prije izuma električne energije.

---

<sup>23</sup> <https://explainingscience.org/2019/03/09/solar-energy/> (preuzeto 17.7.2023)



### 2.3. Povijesni pregled upotrebe solarne energije

Upotreba solarne energije obuhvaća dugu i raznoliku povijest korištenja sunčeve energije kao izvora energije za različite svrhe. Ljudi su koristili sunčevu energiju još od davnina. Drevne civilizacije poput Grka, Kineza, Inka i Rimljana koristile su zakrivljena ogledala kako bi koncentrirala Sunčeve zrake i dobivale vatru. Primjerice, stari Grci koristili su arhitektonske tehnike za usmjeravanje sunčeve svjetlosti u svoje zgrade kako bi dobili toplinu i svjetlost, gradeći velike prozore okrenute prema suncu kako bi iskoristili toplinu sunca tijekom hladnijih razdoblja.

Solarna energija je bila korištena i razvijana kroz povijest, a znatno napredovanje i širenje solarnih tehnologija nastupilo je tijekom 18. i 19. stoljeća kad su razvijeni prvi solarni vodeni grijači koji su koristili sunčevu energiju za zagrijavanje vode u kućanstvima.

Fotonaponske stanice, koje pretvaraju sunčevu svjetlost u električnu struju, svoje su početke imale prije više od stotinu godina, iako su rane fotonaponske stanice bile preslabo učinkovite da bi bile od velike koristi.

Priča o fotonaponskim stanicama seže unatrag do ranog opažanja fotovoltaičkog efekta 1839. Francuski fizičar Alexandre-Edmond Becquerel, radio je s metalnim elektrodama u elektrolitskoj otopini kad je primijetio da se male električne struje stvaraju kada su metali izloženi svjetlu, ali nije mogao objasniti taj učinak.<sup>24</sup> Albert Einstein je 1905. objavio rad o fotoelektričnom efektu, koji je poboljšao razumijevanje solarnih tehnologija.

Bell Labs je objavio izum 25. travnja 1954. godine u Murray Hillu, New Jersey. Prve silicijske fotonaponske stanice bile su otprilike 6 posto učinkovite u pretvaranju energije sunčeve svjetlosti u električnu struju, što je ogroman napredak u odnosu na prethodne fotonaponske stanice.

New York Times je tada napisao da bi silicijska fotonaponska stanica "mogla označiti početak nove ere koja će na kraju dovesti do ostvarenja jednog od najdražih snova čovječanstva - iskorištavanja gotovo neograničene energije sunca za potrebe civilizacije."

I tako su u svemirskim misijama 1950-ih i 1960-ih, solarni paneli su korišteni za opskrbu

---

<sup>24</sup><https://www.aps.org/publications/apsnews/200904/physicshistory.cfm> (preuzeto 4.8.2023.)

električne energije svemirskim letjelicama i satelitima. Tijekom 1970-ih i 1980-ih, razvijena je tehnologija za masovnu proizvodnju solarnih ćelija i solarnih panela, što je omogućilo širu komercijalnu primjenu solarnih sustava.

U kasnijim desetljećima, mnoge zemlje su uvele poticaje i regulacije kako bi potaknule korištenje solarne energije i smanjile ovisnost o fosilnim gorivima.

U 21. stoljeću, značajan rast solarnih elektrana diljem svijeta doprinio je povećanju udjela obnovljive energije u globalnom energetsom miksu, a neprekidni tehnološki napredak u području fotonaponskih tehnologija i pohranjivanja energije poboljšao je učinkovitost i smanjio troškove solarnih sustava.

Danas, solarna energija igra ključnu ulogu u tranziciji prema održivijim energetske sustavima, a integracija solarnih elektrana u elektroenergetsku mrežu postala je standardna praksa.

## **2.4 Energetska učinkovitost solarne energije i upotreba**

Nakon mnogo godina istraživanja i razvoja, tehnologija korištenja solarne energije klasificirana je u dvije ključne primjene: solarna termalna i solarna fotonaponska tehnologija. Fotonaponska i termalna solarna energija su dvije različite tehnologije koje koriste sunčevu energiju, ali na različite načine i za različite svrhe.

Fotonaponska energija se temelji na fotovoltaičkom efektu, odnosno fotonaponskom koji omogućava pretvaranje sunčeve svjetlosti direktno u električnu energiju. Općenito se definira kao pojava električnog napona između dvije elektrode pričvršćene za čvrsti ili tečni sustav kada se na taj sustav usmjeri svjetlost.<sup>25</sup> Ova tehnologija koristi fotonaponske ćelije (solarni paneli) koje su napravljene od poluvodičkih materijala poput silicija. Kada foton pogodi fotonaponsku ćeliju, ona može osloboditi elektrone i stvoriti električni napon i zapravo tom energijom se dalje napajaju uređaji. Prednosti fotonaponske energije su direktna pretvorba sunčeve svjetlosti u električnu energiju, i nema emisija stakleničkih plinova ili onečišćenja tijekom rada. Međutim postoje i nedostaci, među kojima nabrajamo izvor koji je difuzan (sunčeva svjetlost je relativno niske energetske gustoće), visoki troškovi instalacije, nepredvidiv izlazak energije na satnoj ili dnevnoj razini i on o što je najbitnije nedostatak ekonomske i učinkovite pohrane energije.

---

<sup>25</sup>A.GoetzbergerV., U.Hoffmann: Photovoltaic SolarEnergy Generation, Springer-VerlagBerlinHeidelberg2005., str. 1

Iz tog razloga postoje dva načina sustava – on-grid i off-grid, odnosno on-grid (mrežni sustav) se odnosi na sustave koji se paralelno povezuju sa mrežom opskrbe, dok je off-grid poznatiji kao otočni (izvanmrežni) sustav koji koristi baterije za pohranu energije. Tijekom perioda s niskim svjetlom. U mrežnom sustavu solarnih elektrana, višak proizvedene električne energije koji nije trenutno potreban za internu potrošnju u kući ili zgradi može se usmjeriti prema javnoj elektroenergetskoj mreži, s kojom potrošači (u ovom slučaju proizvođači) potpisuju ugovor o otkupu energije, i za njega dobivaju određenu naknadu.

Izvanmrežni domaći sustavi osiguravaju električnu energiju kućanstvima na lokacijama koja nisu povezana s mrežom opskrbe električnom energijom. Oni osiguravaju električnu energiju za rasvjetu, hlađenje i druge niske potrošače, instalirani su diljem svijeta i sve više postaju najkonkurentnija tehnologija za zadovoljavanje energetske potrebe izvanmrežnih zajednica.

Drugi način pretvorbe solarne energije je termalna. Termalna solarna energija koristi sunčevu energiju za grijanje tekućine ili plina koji se koriste za proizvodnju topline ili pare. Postoje dva glavna tipa termalnih solarnih sustava, a to su kolektorski sustavi za grijanje i termalni solarni sustavi s koncentracijom.

Kolektorski sustavi za grijanje su sustavi koji koriste solarni kolektor kako bi apsorbirali toplinu iz sunčevih zraka i prenijeli je na tekućinu (najčešće vodu ili antifriz) koja se koristi za grijanje prostora ili toplu vodu. Ova tehnologija često se koristi za grijanje kuća i bazena.

Pored tog postoje i termalni solarni sustavi s koncentracijom. Ovi sustavi koriste zrcala ili leće kako bi koncentrirali sunčevu svjetlost na određeno mjesto, stvarajući vrlo visoke temperature, stoga se ta toplina može koristiti za generiranje pare koja pokreće parne turbine i proizvodi električnu energiju.

U suštini, fotonaponska energija proizvodi električnu energiju izravno iz sunčeve svjetlosti, dok termalna solarna energija koristi sunčevu toplinu za grijanje tekućine ili proizvodnju pare.

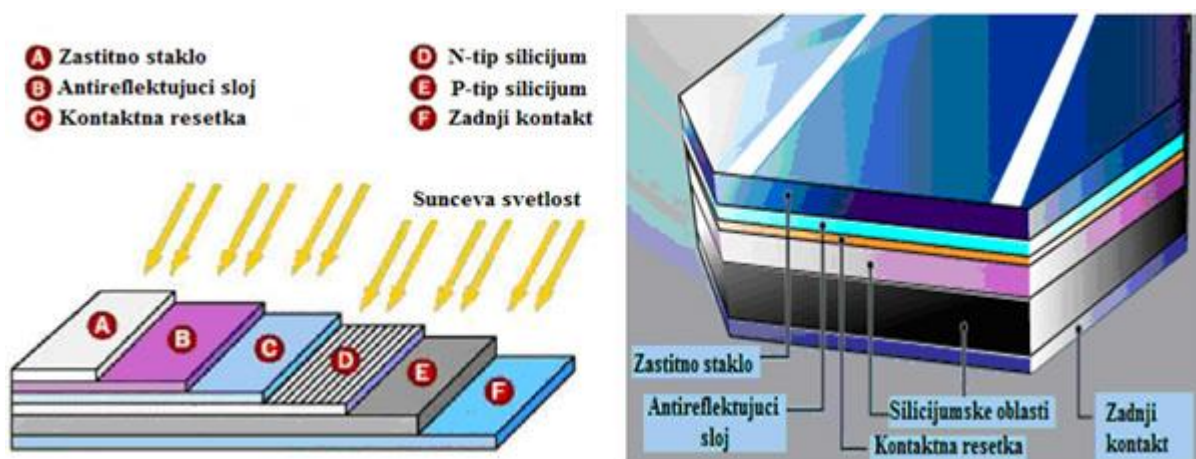
Solarne elektrane, drugim nazivom fotonaponske elektrane, najčešće se koriste fotonaponskim modulima i pomoću njih pretvaraju energiju Sunca u električnu energiju.

Izraz "fotonapon" se koristi kao sinonim za solarnu energiju, a fotonaponski (FN) moduli, specifični su uređaji koji koriste efekt fotonaponskog pretvaranja kako bi apsorbirali sunčevu svjetlost i generirali električnu energiju. Fotonaponski modul je uređaj, odnosno element

strujnog kruga koji nastaje međusobnim električnim povezicanjem više FN ćelija.<sup>26</sup> Ovi moduli se također nazivaju solarnim panelima.

Solarni paneli se izrađuju od materijala koji imaju sposobnost apsorpiranja sunčeve svjetlosti te pretvaranja te svjetlosti u električnu energiju. Glavni materijal koji se često koristi u solarnim panelima je silicij. Silicij je poluvodički materijal, što znači da može provoditi električnu struju, iako ne tako dobro kao metal. Sami solarni paneli sastoje se od nekoliko slojeva različitih materijala. Oni kao takvi su najrašireniji tip solarnih panela.

Ilustracija 2 : Presijek solarnog panela



Izvor: <http://www.solarnipaneli.org/wp-content/uploads/2010/09/Presek-solarne-celije.jpg> (preuzeto 6.8.2023.)

Cijeli proces apsorpcije sunčeve svjetlosti i generiranja električne energije u solarnim panelima može se opisati na sljedeći način:

Kada sunčeva svjetlost udari u gornji sloj solarnog panela, koji je napravljen od tankih slojeva silicija, fotoni reagiraju sa atomima silicija. Ova interakcija uzrokuje oslobađanje elektrona u atomima silicija, čime oni postaju slobodni. Taj proces se naziva "apsorpcija svjetlosti".

U solarnim panelima je implementirana posebna struktura slojeva silicija koja stvara električno polje. Ovo električno polje usmjerava oslobođene elektrone u određenom smjeru, čime se generira struja unutar solarnog panela - odnosno istosmjerni napon (DC). To se naziva "generiranje električnog polja".

Dok elektroni putuju kroz solarni panel, stvara se struja. Struja koja se generira u solarnim panelima prvo putuje do uređaja koji se naziva solarni inverter. Pretvornik struje ili inverter je

<sup>26</sup> Boris Labudović: Osnove primjene fotonaponskih sustava, 2011., str 76.

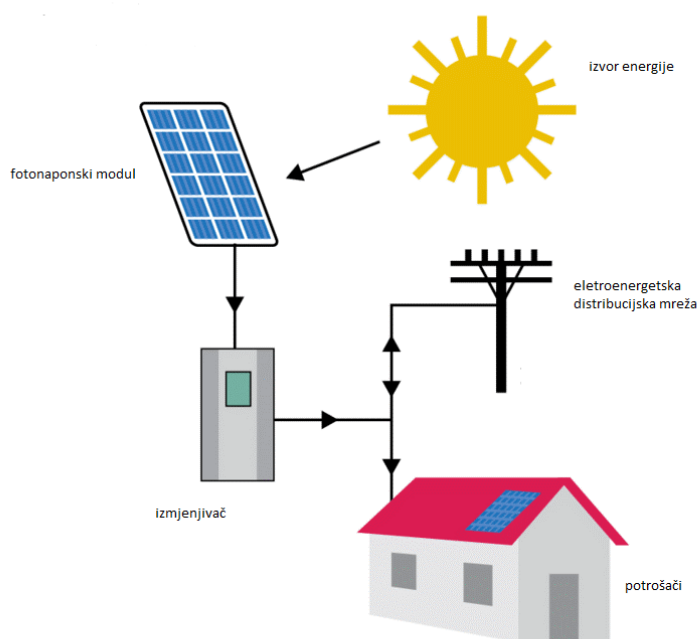
elektronički uređaj i on je ključna komponenta solarnog sustava jer pretvara istosmjernu (DC) električnu energiju<sup>27</sup> koja se generira u solarnim panelima u izmjeničnu (AC) električnu energiju koja se koristi u kućanstvima i komercijalnim objektima.

Solarni paneli su obično povezani u nizovima ili paralelnim sklopovima kako bi se povećala ukupna snaga solarnog sustava.

Iz solarnih panela, istosmjerna struja teče do solarnog invertera. Inverter je elektronički uređaj koji transformira istosmjernu struju u izmjeničnu struju koja se koristi za napajanje električnih uređaja u kućanstvima i objektima.

Višak električne energije koja se generira, a nije potrebna u tom trenutku može se preusmjeriti u električnu mrežu.

Ilustracija 3: Sustav - paralelno s distribucijskom mrežom



Izvor: prilagodila autorica po ilustraciji dostupnoj na: [https://www.researchgate.net/figure/An-illustration-of-the-solar-PV-on-grid-system\\_fig9\\_319505523](https://www.researchgate.net/figure/An-illustration-of-the-solar-PV-on-grid-system_fig9_319505523)

(preuzeto 6.8.2023)

<sup>27</sup> Boris Labudović: Osnove primjene fotonaponskih sustava, 2011., str 21.

Ilustracija 3 je primjer tzv. umreženog fotonaponskog sustava. U njihove uobičajene dijelove ubrajaju se:<sup>28</sup>

1. FN moduli
2. priključni ormarić
3. razvod istosmjerne struje
4. glavni prekidač
5. izmjenjivač/inverter
6. spoj na javnu elektroenergetsku mrežu

Solarne elektrane i velika postrojenja (solarne farme) spojena na elektroenergetsku mrežu široko su rasprostranjeni diljem svijeta, pa čak i u svemiru kao svemirske solarni paneli ili solarni paneli za svemirske letjelice gdje napajaju svemirske letjelice, satelite i svemirske postaje električnom energijom.

Tablica 6: Popis trenutno najvećih solarnih farmina svijetu (2023.)

<b>Naziv Solarne farme</b>	<b>Lokacija</b>	<b>Kapacitet (MWh)</b>
Golmud Solar Park	Kina, Qinghai	2,800
Bhadla Solar Park	Indija, Rajasthan	2,700
Pavagada Solar Park	Indija	2,050
Mohammed bin Rashid Al Maktoum Solar Park	Ujedinjeni Arapski Emirati, Dubai	1,630
Benban Solar Park	Egipat	1,610
The Tengger Desert Solar Park	Kina	1,510
Noor Abu Dhabi Solar Power Project	Ujedinjeni Arapski Emirati, Abu Dhabi	1,170
Datong Solar Power Top Runner Base	Kina, Shanxi	3,000
Jinchuan Solar Park	Kina	1,030
Kurnool Ultra Mega Solar Park	Indija	1,000
Yanchi Ningxia Solar Park	Kina	1,000
Villanueva Plant	Meksiko	1,200
Kamuthi Solar Power Station	Indija	650

<sup>28</sup> Boris Labudović: Osnove primjene fotonaponskih sustava, 2011., str 20.

Francisco Pizarro	Španjolska	590
Solar Star	SAD, Kalifornija	580

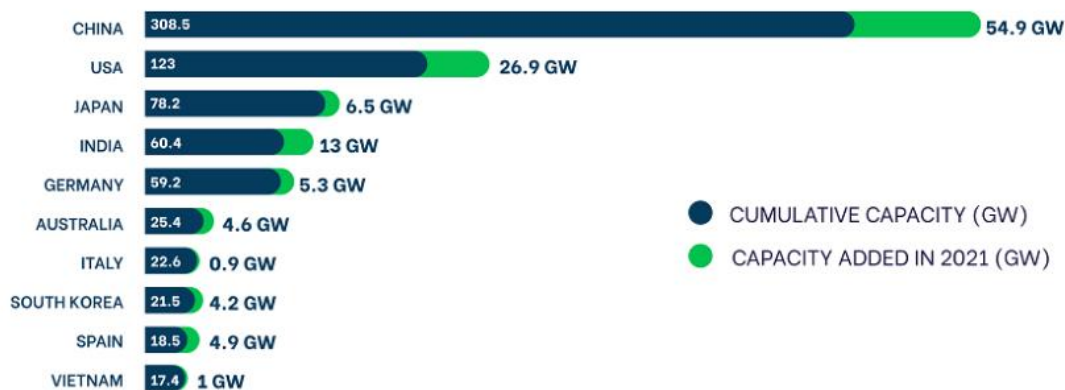
Izvor: izradila autorica po podacima sa - <https://www.theecoexperts.co.uk/solar-panels/biggest-solar-farms>

Od ranih početaka razvoja tržišta fotonaponskih sistema, globalno je instalirano preko 945,4 GW fotonaponskih postrojenja, od čega je otprilike 70% instalirano u posljednjih pet godina. Tijekom godina je sve veći broj tržišta počeo doprinositi globalnim instalacijama fotonaponskih sustava, a godina 2021. završila je s rekordnim brojem novih zemalja koje su instalirale značajne količine fotonaponskih sustava.<sup>29</sup>Velika većina instalacija fotonaponskih sustava je povezana s mrežom.

Kina je trenutno zemlja koja proizvodi najviše električne energije putem solarnih elektrana. To vrijedi čak i gledajući na razini kućanstava, što zajedno sa solarnim farmama donosi ukupni kapacitet solarne energije u zemlji - 363,4 GW.

To čini 35.8% svih instaliranih solarnih kapaciteta u svijetu, što znači da je zemlja mnogo ispred Sjedinjenih Američkih Država koje se nalaze na drugom mjestu sa relativno malih 11.1% svjetskog kapaciteta solarnih elektrana.

Grafikon 11: Kumulativni kapacitet solarnih elektrana u svijetu



Izvor: <https://www.theecoexperts.co.uk/solar-panels/biggest-solar-farms> (preuzeto 06.08.2023.)

<sup>29</sup>[https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2023/02/PVPS\\_Trend\\_Report\\_2022.pdf](https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2023/02/PVPS_Trend_Report_2022.pdf) (preuzeto 16.7.2023.)

Tablica 7: Kapacitet solarnih elektrana po glavi stanovnika u svijetu

Zemlja	Instalirana Snaga PV po Stanovniku (W/cap)
Australija	1,011
Nizozemska	818
Njemačka	718
Japan	622
Belgija	620
Švicarska	422
Koreja	416
Danska	399
Španjolska	396
Italija	374
Sjedinjene Američke Države	371

Izvor: izradila autorica po podacima sa - <https://www.theecoexperts.co.uk/solar-panels/biggest-solar-farms>

U ovoj tablici vidljiv je podatak kako Australija prednjači u iznosu instalirane snage solarnih elektrana po glavi stanovnika i to 1011 W po glavi stanovnika, a prati je Njemačka sa 818 W po glavi stanovnika.

Po zadnjem izvještaju "Trendovi u primjeni fotonaponskih sustava do 2022." koji svake godine izdaje International Energy Agency, 2021. godine sve instalirane solarne elektrane diljem svijeta proizvele su 945 354 MWh električne energije.

Globalna proizvodnja solarnih čelija dosegla je oko 241 GW u 2021. godini, što je povećanje od 35,4% u odnosu na 2020. godinu (178 GW). Globalni proizvodni kapacitet krajem 2021. godine iznosio je oko 441 GW/godine. Kao i prethodne godine, Kina je bila najveća proizvodna zemlja solarnih čelija u svijetu.

### 3. POTENCIJAL SOLARNE ENERGIJE

Potencijal solarne energije na svjetskoj razini je nevjerojatno velik zbog kontinuiranog izloženosti sunčevim zrakama tijekom dana i širom različitih geografskih područja. Sunčeva energija koja dopire do Zemljine površine svake godine znatno premašuje globalnu potrošnju energije. Precizno kvantificiranje globalnog potencijala zahtijeva analizu brojnih faktora,



uključujući geografski položaj, klimatske uvjete, solarni indeks i tehničke karakteristike solarnih tehnologija. Najvažnija područja za proizvodnju solarnih elektrana nalaze se u regijama koje su posebno pogodne za solarnu energiju. Neke od zemalja s najviše instaliranih solarnih elektrana uključuju Kinu koja je trenutno svjetski lider u proizvodnji solarne energije, Indija sa svojim impresivnim rastom u proizvodnji, Sjedinjene Američke Države, Australija i njen najveći adut geografski položaj i velika izloženost Suncu, Japan, Njemačka, itd. Osim navedenih zemalja, mnoge druge regije širom svijeta također ulažu u solarnu energiju kao izvor električne energije. Tehnološki napredak, pad cijena solarnih panela i rastuća svijest o potrebi za čistim energijskim resursima doprinose sve većem iskorištavanju potencijala solarne energije diljem svijeta.

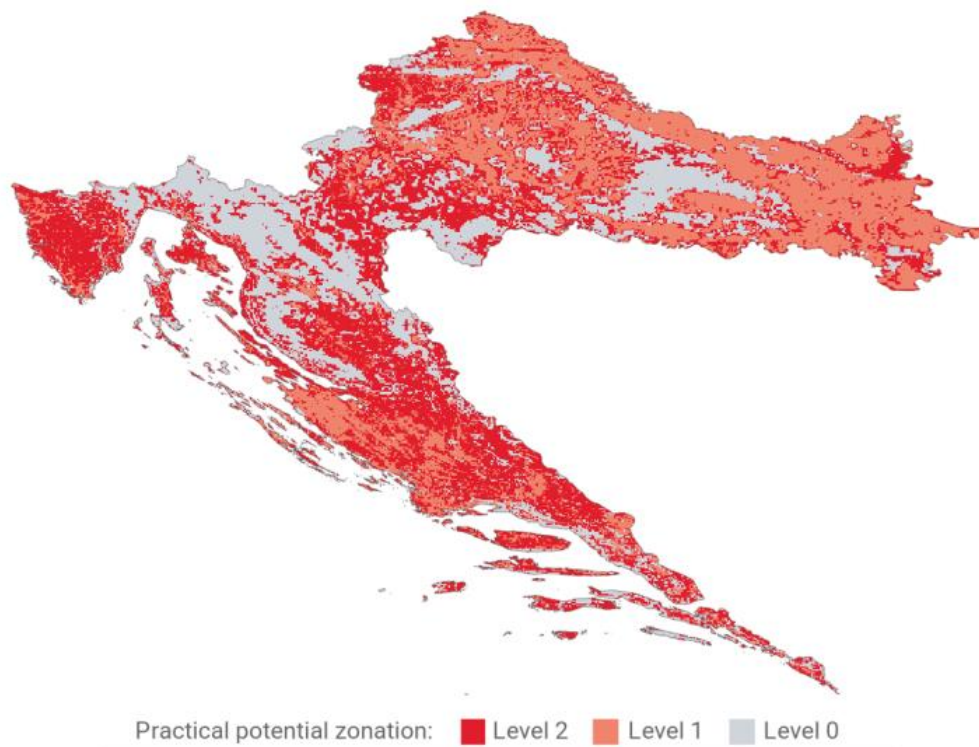
### **3.1. GOSPODARSKI ZNAČAJ SOLARNIH ELEKTRANA U HRVATSKOJ**

Hrvatska, geografski smještena u području umjerene klime s obiljem sunčanih dana tijekom godine, ima izražen potencijal za iskorištavanje solarnih resursa u svrhu energetske opskrbe. Ključni čimbenici koji utječu na kvantifikaciju ovog potencijala obuhvaćaju sunčane sate, topografske karakteristike, tehnološki napredak, regulatorne poticaje i investicijske trendove. Sunčani indeks, izražen prosječnim brojem sunčanih sati godišnje, ističe Hrvatsku kao područje obilja solarnih resursa. Ukupno godišnje trajanje sijanja Sunca pokazuje da je Hrvatska vrlo sunčana zemlja, pri čemu se Hrvatsko primorje svrstava u red najsunčanijih europskih pokrajina. Duž Jadrana je godišnje trajanje sijanja Sunca svugdje veće od 2000 sati.<sup>30</sup> Jasno je kako ovo područje nudi solidnu osnovu za kontinuiranu proizvodnju solarne energije. Međutim, važno je naglasiti da se regionalne varijacije unutar zemlje mogu odraziti na efikasnost solarnih sustava.

---

<sup>30</sup> Klimatski atlas godine 1961.-1990.,1971.-2000., Zagreb, 2008.,str 83, dostupno na : [http://klima.hr/razno/publikacije/klimatski\\_atlas\\_hrvatske.pdf](http://klima.hr/razno/publikacije/klimatski_atlas_hrvatske.pdf) (preuzeto 20.08.2023.)

Ilustracija 4: Fotonaponski energetska potencijal



Izvor: <https://globalsolaratlas.info/global-pv-potential-study> (preuzeto 7.8.2023.)

Topografska raspodjela terena, s obzirom na svoju raznolikost, pruža izazove i prilike za razvoj solarnih instalacija. Ravni dijelovi teritorija, kao što su nizinske regije i obalni pojas, predstavljaju povoljna područja za postavljanje solarnih panela, dok se u brdovitim predjelima mora obratiti posebna pažnja na orijentaciju i nagib panela kako bi se maksimalno iskoristila sunčeva energija.

Nadalje, tehnološki napredak u sektoru solarnih tehnologija igra ključnu ulogu u poticanju potencijala solarne energije. Inovacije u fotonaponskim panelima, praćenju i upravljanju sustavima, te napredak u pohrani energije omogućuju veću efikasnost i pouzdanost solarnih sustava. Povećana učinkovitost panela, u kombinaciji s naprednim mehanizmima za akumulaciju i distribuciju energije, osigurava kontinuirani proizvodni kapacitet.

Uspostava povoljnog regulatornog okvira i poticaja za solarne projekte ključna je za iskorištavanje potencijala solarne energije. Subvencije, porezne olakšice i zakonski propisi koji promiču ulaganje u obnovljive izvore energije potiču privatni sektor i pojedince na usmjerenost

prema solarnim rješenjima. Pored toga, edukacija i svijest o prednostima solarnih sustava igraju značajnu ulogu u poticanju instalacije ovih tehnologija.

Nadalje, analiza investicijskih trendova ukazuje na rastuće ulaganje u solarnu infrastrukturu. Investitori prepoznaju ekonomske i ekološke prednosti solarnih projekata te aktivno pridonose daljnjem razvoju ove industrije. Investicijski kapital omogućuje razvoj velikih solarnih postrojenja.

U Hrvatskoj je u svibnju službeno puštena u rad dosad najveća izgrađena elektrana koja će godišnjom proizvodnjom električne energije od oko 11,3 milijuna kWh moći zadovoljiti potrebe više od 3.500 kućanstava.

Na površini od 117,2 m<sup>2</sup> ugrađeno je 27544 fotonaponskih modula domaćeg proizvođača.<sup>31</sup>

Fotografija 1: Sunčana elektrana Obrovac



Izvor: <https://www.hep.hr> (preuzeto: 7.8.2023.)

U sljedećoj tablici izrađenoj po podacima sa HEP-ove službenih stranica, nalazi se popis svih trenutno aktivnih neintegriranih solarnih elektrana pod rukovodstvom HEP-a, ili onih koje su u izgradnji.

---

<sup>31</sup><https://www.hep.hr/hep-kod-obrovca-pustio-u-rad-najvecu-suncanu-elektoranu-u-hrvatskoj/3738>

Tablica 8: Popis neintegriranih solarnih elektrana pod rukovodstvom HEP-a

<i>Ime solarnih elektrana</i>	<i>Lokacija</i>	<i>Jačina (MW)</i>	<i>Godina Izgradnje/Puštanja u Pogon</i>	<i>Dodatne Informacije</i>
<i>Kaštelir 1</i>	Sabadin, općina Kaštelir-Labinci, Istra	<b>1</b>	Nakon preuzimanja 2019.	Prva neintegrirana solarna elektrana u portfelju HEP-a. Godišnja proizvodnja: 1,2-1,5 milijuna kWh.
<i>Kaštelir 2</i>	Sabadin, općina Kaštelir-Labinci, Istra	<b>2</b>	2021.	Godišnja proizvodnja u 2022.: 3,1 milijuna kWh. Instalirano 9.240 fotonaponskih modula. Vrijednost investicije: 2 milijuna eura.
<i>Vis</i>	Brdo Griževa glavica, Žena Glava	<b>3,5</b>	2020.	Godišnja proizvodnja: 4,6-4,9 milijuna kWh. Ugrađeni frekvencijski pretvarači, baterijski spremnik 1 MW/1,44 MWh. Investicija: 4,2 milijuna eura.
<i>Marići</i>	Općina Žminj, Istra	<b>1</b>	2021.	Godišnja proizvodnja u 2022.: 1,3 milijuna kWh. Proširenje elektrane planirano za dodatnih 2 MW. Investicija: 1,2 milijuna eura.
<i>Kosore Jug (Vrlika)</i>	Radna zona Kosore, Vrlika	<b>2,1</b>	2021.	Godišnja proizvodnja u 2022.: 3,6 milijuna kWh. Vrijednost investicije: 1,5 milijuna eura.
<i>Stankovci</i>	Proizvodna zona Stankovci, Zadarska ž.	<b>2,5</b>	Ožujak 2022.	Godišnja proizvodnja: 4,6 milijuna kWh. Instalirano 9.920 fotonaponskih modula. Investicija: 3,5 milijuna eura.
<i>Obrovac</i>	Bivša tvornica glinice, Obrovac	<b>7,35</b>	Studeni 2022.	Godišnja proizvodnja: 11,3 milijuna kWh. Ugrađeno 27.544 fotonaponska modula. Investicija: 6,9 milijuna eura.
<i>Donja Dubrava</i>	Općina Sveta Marija, Međimurska ž.	<b>9,9</b>	Svibanj 2023.	Godišnja proizvodnja: 14,8 milijuna kWh. Instalirano 12,35 MW. Vrijednost investicije: 7,7 milijuna eura.
<i>Radosavci</i>	Naselje Radosavci, Slatina	<b>9,99</b>	U izgradnji	Očekivana godišnja proizvodnja: 6,8 milijuna kWh. Instalirano 13,2 MW. Vrijednost investicije: 11,1 milijun eura.
<i>Črnkovci</i>	Gospodarska zona Črnkovci, Marijanci	<b>8,5</b>	U izgradnji	Očekivana godišnja proizvodnja: 13 milijuna kWh. Instalirano 11,33 MW. Vrijednost investicije: 7,7 milijuna eura.
<i>Cres</i>	Orlec Trinket istok, otok Cres	<b>6,5</b>	U izgradnji	Očekivana godišnja proizvodnja: 8,5 milijuna kWh.

Izvor: Izradila autorica po podacima sa <https://www.hep.hr/projekti/obnovljivi-izvori-energije/neintegrirane-suncane-elektrane/3422> (preuzeto: 8.8.2023.)

Osim neintegriranih, postoje integrirane elektrane koje su instalirane na određenim javnim objektima, pod rukovodstvom HEP- Proizvodnje. Svaka od ovih elektrana spojena je na mrežu opskrbe te kao takva ima status kupca sa vlastitom proizvodnjom, što znači da veći dio proizvodnje pokriva internu potrošnju objekta, dok višak odlazi u mrežu.

Tablica 9: Integrirane solarne elektrane na objektima u pogonu HEP-Proizvodnje

<i>Naziv</i>	<i>Lokacija</i>	<i>Jačina (kW)</i>
<i>SE Ogulin</i>	HE Gojak, Ogulin	10
<i>SE Bisko</i>	Centar proizvodnje Dalmacije, Bisko	19
<i>SE Split</i>	HEP Proizvodnja, Split	16
<i>SE Dubrovnik</i>	HEP Proizvodnja, Dubrovnik	10
<i>SE Sjever</i>	Proizvodno područje HE Sjever, Varaždin	50
<i>SE Dubrava</i>	HE Dubrava	75
<i>SE Rijeka</i>	TE Rijeka	138
<i>SE Zagreb</i>	TE-TO Zagreb	212
<i>SE Plomin</i>	TE Plomin	370
<i>SE Sisak</i>	TE-TO Sisak	215
<i>SE Osijek</i>	TE-TO Osijek	200
-	HEP ODS zgrade	-
<i>(Ukupno)</i>	<i>(Različite lokacije)</i>	1100 (1.1 MW)

Izvor: izradila autorica po podacima dostupnima na <https://www.hep.hr/projekti/obnovljivi-izvori-energije/integrirane-suncane-elektrane/2981>

(preuzeto 8.8.2023.)

Na zahtjev poslanog HEP-u na njihove službene stranice, za svrhu izrade ovog rada, dobivene su sljedeće informacije:

"Od početka energetske krize HEP ODS bilježi stalno i značajno povećanje interesa korisnika za priključenjem sunčanih elektrana te i u 2023. godini nastavlja pozitivan trend povećanja broja priključenja sunčanih elektrana na distribucijsku mrežu.

Na distribucijsku mrežu HEP ODS-a je s 1.7.2023. godine priključeno 10.740 sunčanih elektrana, ukupne snage 330.047 kW.

U nastavku dostavljamo i tablicu o vrsti, broju, naponskoj razini i ukupnoj priključnoj snazi elektrana na distribucijskoj mreži sa 01.07.2023. godine.

<i>Vrsta elektrane</i>	<i>Broj priključenih</i>		<i>Priključna snaga (kW)</i>		<i>Ukupno</i>	
	NN	SN	NN	SN	Broj priključenih	Priključna snaga (kW)

<i>Elektrana na biomasu</i>	9	33	4.264	94.668	42	98.932
<i>Elektrana na bioplin</i>	7	43	1797	56.137	50	57.934
<i>Elektrana na ostale izvore</i>	2	9	551	25.552	11	26.103
<i>Geotermalna elektrana</i>	0	1	0	10.000	1	10.000
<i>Hidroelektrana</i>	19	29	3281	73.022	48	76.303
<i>Kogeneracijsko postrojenje</i>	4	2	1055	7.000	6	8.055
<b><i>Sunčana elektrana</i></b>	<b>10.499</b>	<b>241</b>	<b>198.657</b>	<b>131.390</b>	<b>10.740</b>	<b>330.047</b>
<i>Vjetroelektrana</i>	0	10	0	95.850	10	95.850
<i>Ukupno</i>	10.540	368	209.605	493.619	10.908	703.224

Trenutačno najveća sunčana elektrana u komercijanom pogonu u Hrvatskoj je SE Obrovac koja će proizvoditi električnu energiju za tri i pol tisuće kućanstava.

Uskoro kreće i novi investicijski ciklus čijom će realizacijom do kraja 2025. godine ukupan broj sunčanih elektrana na HEP-ovim objektima biti veći od 200."

Broj elektrana kontinuirano raste iz dana u dan, prvenstveno zbog sve veće prepoznate prednosti solarne energije, koja omogućuje vlasnicima značajno smanjenje troškova električne energije. Iako početna investicija u solarnu energiju može biti značajna, prisutnost različitih poticaja, subvencija i povlastica za instalaciju solarnih elektrana olakšava ovaj proces i dodatno motivira korisnike da se odluče za ovu tehnologiju.

Rastući broj solarnih elektrana u Hrvatskoj ima značajan gospodarski utjecaj na različite aspekte društva. Ova transformacija energetskega sektora donosi niz ekonomskih prednosti koje doprinose stabilnosti i održivom razvoju zemlje.

Solarne elektrane značajno smanjuju troškove energije za domaćinstva ali i tvrtke i industrijske subjekte. Ova ušteda potiče rast tvrtki i omogućuje većim potrošačima da redistribuiraju resurse prema drugim važnim područjima, i time povećaju konkurentnost na tržištu. Isto tako razvoj solarnih elektrana potiče rast lokalne industrije. Proizvodnja i instalacija solarnih sustava otvaraju nova radna mjesta u sektoru proizvodnje ploča, tehnologija i usluga održavanja. To ne samo da povećava zaposlenost, već i podržava ekonomski rast.

Jedan od primjera je tvrtka Solvis d.o.o sa sjedištem i pogono Varaždina koja broji više od 300 zaposlenika i na godišnjoj bazi izrađuju oko milijun fotonaponskih modula i time konkuriraju brojnim europskim proizvođačima. Svakako, bitno je i ovdje napomenuti kako solarne energije doprinosi smanjenju emisija stakleničkih plinova, ključnog koraka prema ostvarenju obveza

međunarodnih sporazuma o klimatskim promjenama. Hrvatsku kao turističku zemlju, oplemenjuje činjenica da investira i potiče izgradnju solarnih elektrana i obogaćuje turistički sektor, na način da održivim pristupom energiji doprinosi ekološki osviještenom turizmu i privlači putnike koji cijene ekološki odgovorne destinacije. Solarne elektrane postale su jedna od bitnijih komponenta gospodarske transformacije Hrvatske.

### **3.1.1. FINANCIJSKI INSTRUMENTI ZA POTICANJE IZGRADNJE SOLARNIH ELEKTRANA**

Krajem 2022. godine, Vlada Republike Hrvatske je donijela značajnu odluku kojom se ukida obračun PDV-a na isporuku i montažu solarnih panela. Ova odluka ima izrazito motivirajući učinak na potencijalne korisnike solarnih sustava. Osim već postojećih poticaja i subvencija, koji će biti navedeni u daljnjem tekstu, ovaj novi poticaj u obliku oslobođenja od PDV-a značajno olakšava ekonomske pretpostavke za investiranje u solarne tehnologije.

Hrvatska je ulaskom u Europsku uniju dobila priliku sudjelovati u različitim financijskim fondovima i programima koji su dostupni članicama EU-a. Određeni fondovi i programi namijenjeni su podršci gospodarskom razvoju, socijalnom i infrastrukturnom.

Europski strukturni i investicijski fond (ESIF) je onaj koji se najviše odnosi na korištenje u svrhu razvoja proizvodnje energije iz obnovljivih izvora energije, konkretno za solarne elektrane. Konkretno, izgradnju solarnih elektrana i postrojenja mogu financirati sami vlasnici objekata kao privatne ili pravne osobe i subjekti, a pomoć pri financiranju mogu zatražiti od sljedećih subjekata u vidu subvencija, povlastica ili drugih financijskih olakšica:



Tablica 10: Izvori podrške i poticaja izgradnje solarnih elektrana

<i>Izvori podrške i poticaja</i>	<i>Opis</i>
<i>Ministarstvo zaštite okoliša i energetike</i>	pruža poticaje i potpore za obnovljive izvore energije, uključujući solarne elektrane
<i>Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost</i>	ima programe i poticaje za podršku projektima obnovljivih izvora energije, uključujući solarne elektrane.
<i>Europski strukturni i investicijski fondovi (ESIF)</i>	Hrvatska može koristiti sredstva iz europskih fondova za podršku projektima obnovljivih izvora energije
<i>Programi Europske unije</i>	Hrvatska može sudjelovati u programima poput Obzor Europe (Horizon Europe) koji podržavaju istraživanje, inovacije i tehnološki razvoj u području energije i okoliša
<i>Bankarski sektor i financijske institucije</i>	pružaju kredite i financijske aranžmane za investicije u solarnu energiju, ovisno o uvjetima, kamatama i rokovima
<i>Javno-privatna partnerstva (JPP)</i>	moгу biti korištena za financiranje i izgradnju solarnih elektrana, uključujući suradnju između javnih i privatnih sektora

Izvor: izradila autorica

Fondovi ESIF bit će glavni izvor financiranja infrastrukturnih mjera i aktivnosti za koje će se planirati i alocirati sredstava na temelju akcijskih planova prilagodbe klimatskim promjenama. Ukupni iznos potrebnih ulaganja u provedbu Strategije prilagodbe u ovom trenutku može se procijeniti na gotovo 27 milijardi kuna, (oko 3,6 milijardi eura) za razdoblje do 2040. godine<sup>32</sup>

Svaku solarnu elektranu privatna ili pravna osoba ili subjekt može samostalno financirati. Isplativost ulaganjanajčešće je između šest i deset godina. U slučaju sufinanciranja isplativost doseže od 3 do 6 godina. Jedna od opcija sufinanciranja je putem Javnog poziva od strane Fonda za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost. Oni, između ostalog sufinanciraju energetska obnova kuća, Samim time i ugradnju solarnih elektrana. Fond je do sad proveo gotovo 1500 projekata korištenja obnovljivih izvora energije s 285 milijuna kuna, a u 2020. i 2021. godini realizirano je 677 solarnih elektrana.<sup>33</sup>

U vrijeme izrade rada otvoreno je više natječaja za sufinanciranje u kategorijama :

<sup>32</sup>[https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020\\_04\\_46\\_921.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_04_46_921.html) preuzeto (8.8.2023)

<sup>33</sup>ZEZ radionica - Sufinanciranje solarne elektrane za kućanstvo - <https://www.zgradonacelnik.hr/savjeti/kako-sufinancirati-ugradnju-suncane-elektrane/758> (preuzeto 10.8.2023.)



1. SUBVENCije ZA PODUZETNIKE - Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost pruža subvencije putem Javnog poziva ZO 8/2023.
2. SUBVENCije ŽUPANIJA -Subvencije Međimurske županije usmjerene su na povećanje korištenja obnovljivih izvora energije u obiteljskim kućama.
  - Karlovačka županija nudi subvencije za izradu projektno-tehničke dokumentacije za fotonaponske elektrane vlastite potrošnje
3. SUBVENCije GRADOVA I OPĆINA - Niz gradova i općina pruža podršku kroz različite subvencije među kojima su trenutno Grad Varaždin, Križevci, Vrbovec, Opatija, Općina Omišalj, itd.

U tablici 10 naveden je bankarski sektor i financijske institucije. Primjer sufinanciranja od strane banke su takozvani Zeleni krediti. Oni omogućuju kupnju, izgradnju ili adaptacije niskoenergetskih kuća. Njihova primarna svrha nije samo financijska pomoć, već i poticanje promjena u načinu na koji ljudi percipiraju i koriste svoje domove. Kupci ili vlasnici nekretnina koji se odluče koristiti ovu vrstu kredita prepoznaju koristi energetska učinkovitih nekretnina. Takve nekretnine s nižom potrošnjom energije smanjuju troškove režija tijekom vremena, što pridonosi njihovoj financijskoj i ekološkoj održivosti.

### **3.1.2. Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost**

Hrvatski Sabor je na temelju članka 88. Ustava Republike Hrvatske, donio Odluku o proglašenju zakona o Fondu za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost.

Po članku 2. tog zakona stoji: <sup>34</sup>

1) U Fondu se obavljaju poslovi utvrđeni ovim Zakonom radi financiranja pripreme, provedbe i razvoja programa, projekata i sličnih aktivnosti u području:

- očuvanja, održivog korištenja, zaštite i unaprjeđivanja okoliša,

---

<sup>34</sup> "Odluka o proglašenju zakona o fondu za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost" dostupna na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2003\\_07\\_107\\_1405.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2003_07_107_1405.html) preuzeto 4.8.2023

- energetske učinkovitosti i korištenja obnovljivih izvora energije.

2) Fond u svom poslovanju razdvaja poslove pripreme, provedbe i razvoja programa, projekata i sličnih aktivnosti područja očuvanja, održivog korištenja, zaštite i unaprjeđivanja okoliša, i područja energetske učinkovitosti i korištenja obnovljivih izvora energije.

Glavna svrha Fonda zapravo je financiranje i podrška projektima i inicijativama usmjerenim na zaštitu okoliša, promicanje energetske učinkovitosti te poticanje korištenja obnovljivih izvora energije.

Kroz svoj fond, ova institucija omogućuje implementaciju raznovrsnih projekata koji direktno doprinose smanjenju negativnih utjecaja na okoliš. To uključuje podršku istraživanjima i razvoju novih tehnologija koje minimiziraju emisije stakleničkih plinova, smanjuju onečišćenje zraka i vode te promiču očuvanje prirodnih staništa. Kroz financiranje ovakvih inovacija, Fond za Zaštitu Okoliša i Energetsku Učinkovitost postavlja temelje za buduće napretke usmjerene ka održivom razvoju.

Osim toga, ovaj fond ima ključnu ulogu u podizanju svijesti i edukaciji javnosti o važnosti očuvanja okoliša i energetske učinkovitosti. Kroz kampanje, edukativne programe i informiranje javnosti, fond pomaže stvaranju društva koje je sve više osviješteno o svojoj ulozi u očuvanju planeta i koje donosi odluke kako bi doprinijelo održivosti.

S ekonomske perspektive, Fond za Zaštitu Okoliša i Energetsku Učinkovitost ima dvostruku ulogu. Prvo, podržava inicijative koje dovode do dugoročne ekonomske održivosti kroz smanjenje troškova energetske resursa i očuvanje prirodnih resursa. Na primjer, projekti usmjereni na energetske učinkovitost i korištenje obnovljivih izvora energije mogu smanjiti ovisnost o uvozu energenata i smanjiti troškove energije za domaćinstva i industriju.

#### **4. EKONOMSKI MIKRO POTENCIJAL SOLARNE ELEKTRANE NA PRIMJERU FIKTIVNE TVRTKE "XY"**

Za potrebe ovog rada koristit ću primjer jedne fiktivne tvrtke, koju ću nazvati "XY". Važno je napomenuti da su ovi primjeri zasnovani na prihvaćenim poslovnim praksama i mogu biti relevantni za različite tvrtke sličnog karaktera, ali nije moguće izvući direktnu poveznicu s bilo kojom stvarnom tvrtkom. Ovakav pristup omogućava da se sačuva povjerljivost i integritet stvarnih podataka i tvrtki o kojoj je riječ, istovremeno omogućavajući prikaz projekta, brojki i scenarija na adekvatan način.

## 4.1. IZRAČUN ENERGETSKIH UŠTEDA

Djelatnost analiziranog fiktivnog objekta je proizvodnja i prerada hrane visoke kvalitete. Pretpostvaka je da je jedna od najbrže rastućih kompanija u regiji s trendom daljnjega rasta. U objektu se na godišnjoj razini potroše iznimno velike količine energije. U nastavku su prikazane tablice i grafikoni koji pružaju detaljan uvid u potrošnju i ukupnu količinu proizvedene električne energije tijekom određenog vremenskog razdoblja.

### 4.1.1. POTROŠNJA ENERGIJE U OBJEKTU

Fiktivna tvrtka "XY" prema HEP-ovoj kategorizaciji korisnika pripada gospodarskim objektima. Priključna snaga u smjeru preuzimanja iz mreže iznosi **1105 kW**.

U tablici su upisani iznosi u kWh preuzete električne energije za pojedini mjesec. Vidljivo je kako se ovdje radi o velikim količinama energije potrebne za djelovanje pogona.

Tablica 11 : Pregled godišnje energetske potrošnje u objektu

Mjeseci	Potrošnja (kWh)
<i>siječanj</i>	730 000
<i>veljača</i>	685 000
<i>ožujak</i>	705.000
<i>travanj</i>	742.000
<i>svibanj</i>	820.000
<i>lipanj</i>	910.000
<i>srpanj</i>	910.000
<i>kolovoz</i>	810.000

<i>rujan</i>	680.000
<i>listopad</i>	710.000
<i>studeni</i>	780.000
<i>prosinac</i>	890.000
<b>UKUPNO:</b>	<b>9 372.000</b>

Izvor: izradila autorica

Količina potrošnje na mjesečnoj razini u rasponu je između 680.000 kWh i 910 000 kWh, od tog je najmanja potrošnja zabilježena u rujnu, a najviša u ljetnim mjesecima - lipnju i srpnju. Ukupna godišnja potrošnja iznosi 9372000 kWh, odnosno 9,372 GWh.

#### **4.1.2. PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE I TEHNIČKI PODACI**

Svaka fotonaponska, odnosno solarne elektrana da bi se priključila na mrežu, kao u ovom slučaju mora imati određenu zahtjevanu dokumentaciju. Ono što je najbitnije je izrađen elektrotehnički projekt kojeg izrađuje ovlaštena tvrtka. U elektrotehničkom projektu se nalazi cjelovit i detaljan tehnički opis postrojenja na objektu, prikazuje način spajanja opreme potrebne za realizaciju projekta, te način priključka elektrane na mrežu. Tim projektom uz zahtjev, HEP izdaje elektroenergetsku suglasnost u kojoj potvrđuje mogućnost priključka solarne elektrane u elektroenergetsku distribucijsku mrežu, i samim time promjenu kategorije korisnika mreže u kupca sa vlastitom proizvodnjom.

Najprije treba objasniti taj izraz. Kupac s vlastitom proizvodnjom je postojeći ili novi korisnik mreže koji unutar svoje instalacije ima priključenu elektranu koju koristi za vlastite potrebe, a višak električne energije predaje u elektroenergetsku mrežu.<sup>35</sup>

Preuzimanje iz mreže i predaja u mrežu uređuje ugovorom o opskrbi krajnjeg kupca s vlastitom proizvodnjom. Prema Zakonu o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji opskrbljivači električne energije su dužni preuzimati viškove električne energije kupaca s vlastitom proizvodnjom koji zadovoljavaju sljedeće uvjete (članak 44.):  
imaju status povlaštenog proizvođača električne energije,

<sup>35</sup><https://www.hep.hr/ods/korisnici/kupac-s-vlastitom-proizvodnjom/29> preuzeto 11.8.2023.

ostvarili su pravo na trajno priključenje na elektroenergetsku mrežu, ukupna priključna snaga svih proizvodnih postrojenja na jednom obračunskom mjernom mjestu ne prelazi 500 kW, priključna snaga krajnjeg kupca s vlastitom proizvodnjom kao proizvođača ne prelazi priključnu snagu kao kupca.<sup>36</sup>

U ovom slučaju, elektrana se smjestilana krovnu površinu saorijentacijom prema istoku i zapadu, ravnomjerno prema nacrtu. S vanjske strane objekta smještaju se fotonaponski izmjenjivači koji se povezuju sa centralnim elektroenergetskim razvodom fotonaponske elektrane.

Na krovu je smješteno 1985 fotonaponskih modula (solarnih ploča), pojedinačne snage 375 Wp proizvođača Solvis. Ploče su monokristalni moduli, efikasnosti do 20,59%.

Snaga svakog modula pa tako i cijele elektrane se mjeri u Wp (Watt Peak). Watt Peak predstavlja jedinicu mjere sunčanih foto-naponskih modula, odnosno maksimalnu izlaznu energiju koja se postiže maksimalnom osvjetljenošću.<sup>37</sup>

Tablica 12: Mehanički podaci Solvis fotonaponskih modula

MEHANIČKI PODACI		
Dimenzije (V x Š x D)	[mm]	1755 x 1038 x 35
Masa	[kg]	20,0
Broj i vrsta ćelija		120 ćelija, monokristalični Si (PERC), 166 x 83 mm +/- 1 mm
Enkapsulacija ćelija		Etilen-vinil acetat(EVA)
Staklo		3,2 mm kaljeno sunčano staklo
Pozadina		Višeslojna poliesterska folija
Okvir		Okvir od anodiziranog aluminija s dvostrukom stjenkom i otvorima za drenažu
Priključna kutija		IP67 s 3 Bypass diode
Priključni kablovi		Kabel 4mm <sup>2</sup> , dužine >=1000 mm

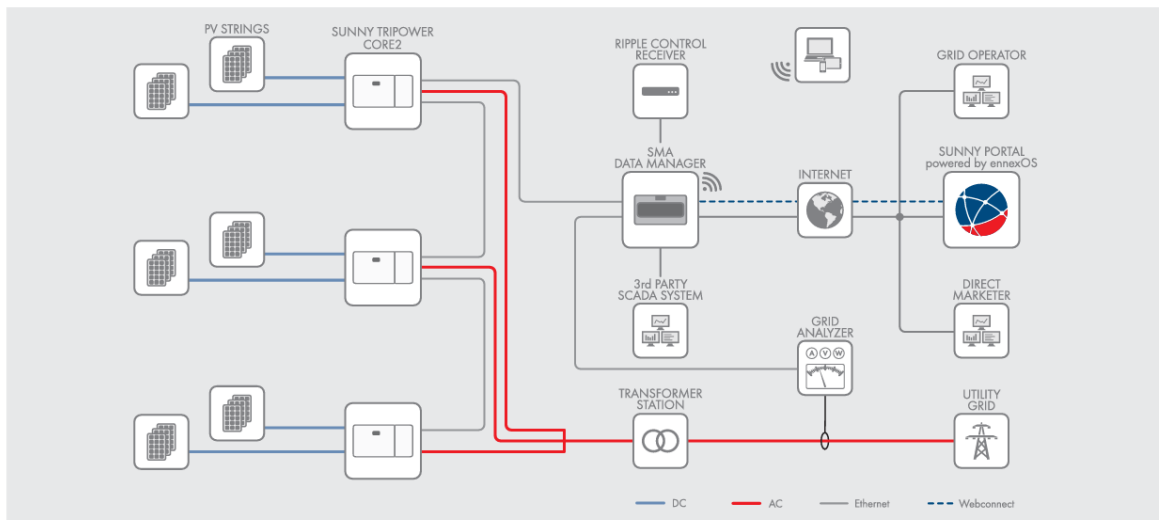
Izvor: [www.solvis.hr](http://www.solvis.hr) preuzeto 14.8.2023.

<sup>36</sup>ibidem

<sup>37</sup> Martínez, M. P., Rodríguez, I. C. M., i Castro, E. (2017). The hour equivalent solar pick: Definition and interpretation. *Ingeniería Energética*, 38(2), 124.str

Moduli su raspoređeni i serijski spojeni do invertera, u ovom slučaju, ukupno 7 komada invertera proizvođača tvrtke SMA.

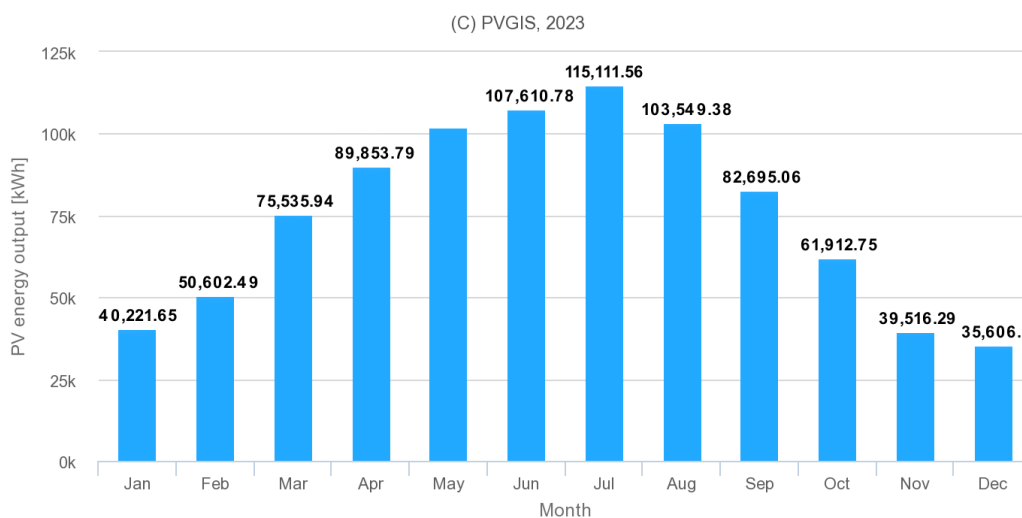
Ilustracija 5: Shema spajanja fotonaponskih modula i invertera



Izvor: [www.sma.de](http://www.sma.de) preuzeto 14.8.2023

Ukupna snaga fotonaponske elektrane iznosi 700 kW na DC strani, koja je softverski ograničena na 499,0 kW prema mreži. Subjekt je u ovom trenutku kupac sa vlastitom proizvodnjom i na taj način nadoknađuje potrebnu energiju.

Grafikon 12: Mjesečna proizvodnja električne energije fiktivne solarne elektrane "XY"



Izvor: [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/en/tools.html](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html) (preuzeto 18.7.2023.)

Prema informacijama o instaliranoj elektrani na određenoj lokaciji, putem alata koji je dostupan na stranicama <https://joint-research-centre.ec.europa.eu/> izrađena je simulacija proizvodnje električne energije u određenom vremenskom razdoblju, odnosno u godini dana. Parametri koji su poznati su instalirana snaga, lokacija, orijentacija, položaj ploča na krovu objekta (nagib i azimut) te učinkovitost sustava. Podaci su uvršteni tablicu kako bih usporedila potrošnju i proizvodnju električne energije.

Tablica 13: Potrošnja i proizvodnja energije objekta "XY"

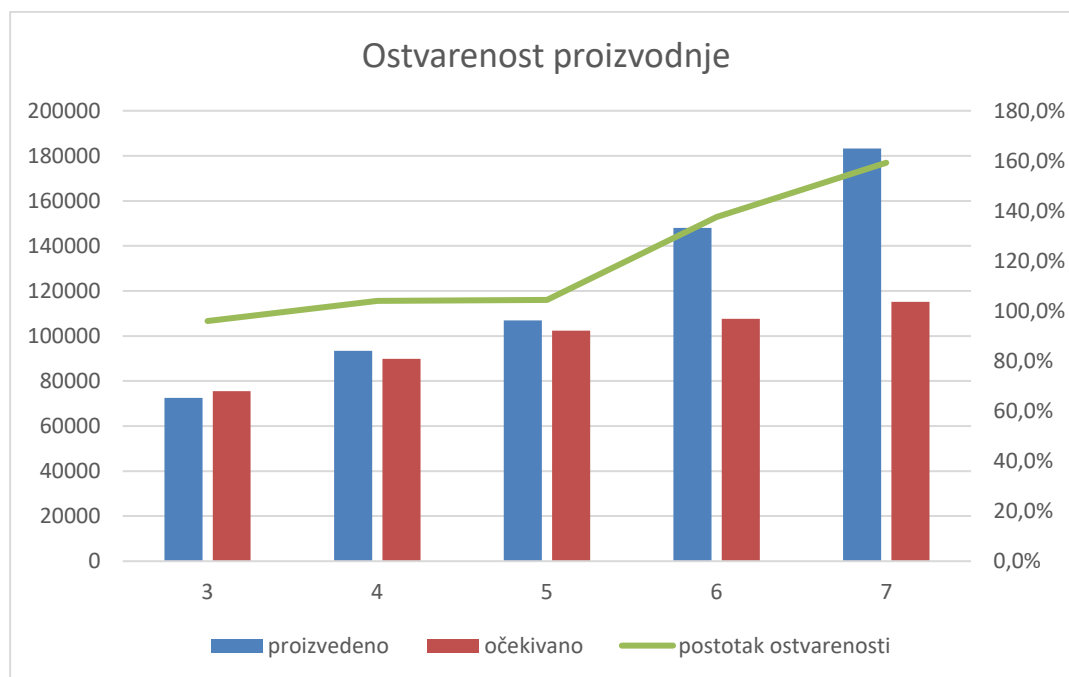
	<b>Potrošnja (kWh)</b>	<b>Proizvodnja (kWh)</b>	<b>Ušteda (%)</b>	<b>Preuzeta energija iz mreže nakon priključenja elektrane (kWh)</b>
<i>siječanj</i>	730.000	40.221	5,5	689.779
<i>veljača</i>	685.000	50.602	7,4	634.398
<i>ožujak</i>	705.000	75.535	10,7	629.465
<i>travanj</i>	742.000	89.853	12,1	652.147
<i>svibanj</i>	820.000	102.368	12,5	717.632
<i>lipanj</i>	910.000	107.610	11,8	802.390
<i>srpanj</i>	910.000	115.111	12,6	794.889
<i>kolovoz</i>	810.000	103.549	12,8	706.451
<i>rujan</i>	680.000	82.695	12,2	597.305
<i>listopad</i>	710.000	61.912	8,7	648.088
<i>studeni</i>	780.000	39.516	5,1	740.484
<i>prosinac</i>	890.000	35.606	4,0	854.394
<b>UKUPNO:</b>	<b>9.372.000</b>	<b>904.578</b>	<b>9,7</b>	<b>8.467.422</b>

Izvor: izradila autorica

Iz tablice je vidljivo kako je ukupna ušteda preuzete električne energije iz mreže 9,7% odnosno da procjenjena godišnja proizvodnja na toj lokaciji iznosi 904 578 kWh.

Najveća proizvodnja očekivana je u srpnju i time se ušteda penje na 12,6%, dok je najmanja u prosincu i tada ušteda iznosi 4,0%. Ukupna preuzeta energija iz mreže nakon priključenja elektrane biti će najmanja u rujnu, a najveća količina preuzete energije je prognozirana u prosincu. Praćenjem stvarnog stanja proizvodnje elektrane dobiveni su slijedeći podaci:

Grafikon 13: Ostvarenost proizvodnje u usporedbi sa "Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)" prognozama



Izvor: izradila autorica

Grafikon ukazuje kako su kroz ožujak, travanj i svibanj očekivana proizvodnja i stvarna proizvodnja u vrlo bliskim iznosima. Već lipanj sa svojih 137% ostvarenosti ukazuje kako je ili sustav softverskim postavkama povećao proizvodnju ili je jednostavno proizvodnja iznadprosječna zahvaljujući klimatskim uvjetima. Srpanj sa 159% iskoristivosti odstupa od prognozirane ostvarenosti, a točan iznos zadnjeg mjerenja je 183 301 kWh.

Ono što je sigurno, stvarne uštede na godišnjoj razini biti će veće od prognoziranih 9,7 %.

#### 4.1.3. IZRAČUN EMISIJA CO<sub>2</sub>

Prema Pravilniku o sustavu za praćenje, mjerenje i verifikaciju ušteda energije formula za izračun smanjenja stakleničkih plinova izražena je ovako: <sup>38</sup>

$$E_{CO_2} = FES \times e/1000$$

pri čemu je :

<sup>38</sup>NN 30/2022 (9.3.2022.), Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o sustavu za praćenje, mjerenje i verifikaciju ušteda energije, dostupno na : <https://www.zakon.hr/cms.htm?id=51811> (preuzeto 20.8.2023.)



$E_{CO_2}$  – [tCO<sub>2</sub>/god] – smanjenje emisije stakleničkih plinova

FES – [kWh/god] – ukupna godišnja ušteda energije u neposrednoj potrošnji

e - emisijski faktor za električnu energiju koji iznosi 0,330 kg/CO<sub>2</sub>/kWh

Tablica 14 : Smanjenje stakleničkih plinova provedbom instalacije solarne elektrane

ISPORUČENA ENERGIJA PRIJE PROVEDBE MJERE	9 372 000,00 kWh
ISPORUČENA ENERGIJA POSLIJE PROVEDBE MJERE	8 467 422,00 kWh
UDIO OBNOVLJIVE ENERGIJE U BRUTO GODIŠNJOJ POTROŠNJI	9,7%
E1 <sub>CO2</sub> (PRIJE)	2 193 048,00
E2 <sub>CO2</sub> (NAKON)	1 981 376,75
RAZLIKA IZMEĐU UKUPNE KOLIČINE PRIJE I NAKON PROVEDENE MJERE JE SMANJENJE CO <sub>2</sub>	<b>211 671,25</b>
POSTOTNI IZNOS UŠTEDA ISPORUČENE ENERGIJE:	9,7%

Izvor: izradila autorica

Ukupno smanjenje CO<sub>2</sub> instalacijom solarne elektrane iznosi 211 671,25 kg/CO<sub>2</sub>/kWh št, odnosno preko 211 tona/CO<sub>2</sub>/kWh, odnosno smanjenje emisije CO<sub>2</sub> u postotnom iznosu od gotovo 10%.

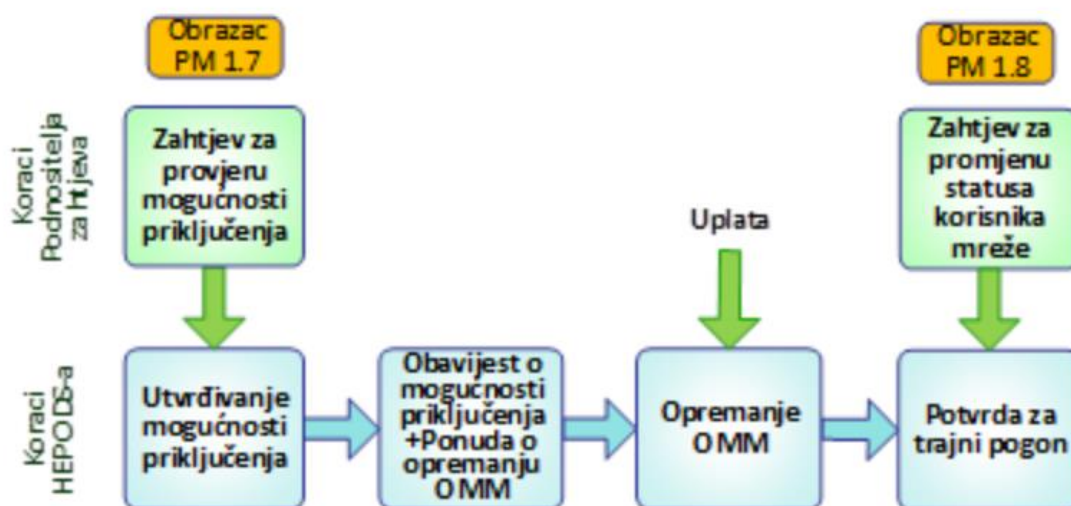
## 4.2. OCJENA INVESTICIJE

Fiktivna solarna elektrana "XY" proizvodit će energiju koja će se koristiti za pokrivanje potreba električne energije objekta, u ovom slučaju jednog investitora, fiktivne tvrtke "XY". Ključni aspekti u ocjeni investicije su definitivno ušteda energije, financijska ušteda u smislu najprije povrata ulaganja, kasnije uštede troškova i na koncu doprinos okolišu. Investitor je svakako sada manje osjetljiv na fluktuacije cijena električne energije jer ima stabilan izvor vlastite proizvodnje. Investitorova glavna svrha ove investicije je smanjenje vlastitih troškova za električnu energiju. Instalacijom solarne elektrane, investitor će generirati vlastitu energiju iz obnovljivog izvora, smanjujući ovisnost o elektroenergetskom sustavu i potrebu za kupovinom električne energije. Izračunom ušteda dobiven je ukupan iznos od 9,7%, što znači da će investitor moći pokriti 9,7% svojih ukupnih potreba za električnom energijom putem vlastite proizvodnje. Ova brojka naravno može biti prilagodljiva ovisno o varijabilnim čimbenicima poput sunčanih sati i samih promjena u potrošnji energije.

Za adekvatnu ocjenu investicije važno je izračunati ukupne troškove instalacije solarne elektrane. Pod troškovima u ovom se slučaju smatraju svi inicijalni troškovi koji podrazumjevaju inženjere za planiranje projekta, troškovi pripreme terena za postavljanje solarnih panela, kupnja potrebne opreme i materijala za izgradnju, troškovi radne snage, troškovi dozvola i regulatornih dopuštenja za izgradnju i rad solarne elektrane i isto tako troškovi povezivanja na mrežu. Također, treba uzeti u obzir operativne troškove održavanja, nadzora i potencijalnih popravaka.

Prvi trošak je trošak izrade elektrotehničkog projekta, koji u ovom slučaju iznosi 5.700,00 eura. HEP- ODS (HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o) je zajedno sa elektroenergetskom suglasnosti izradio i ponudu o opremanju obračunskog mjernog mjesta (OMM). Ponuda je iznosila 12.250,00 eura, i plaćena je kako bi distributer promjenio električno brojilo iz jednosmjernog u dvosmjerno brojilo, koje će odvojeno mjeriti količinu potrošene i proizvedene energije.

Ilustracija 6: Proces promjene statusa korisnika mreže u kupca s vlastitom proizvodnjom



Izvor: [www.hep.hr](http://www.hep.hr) (preuzeto 18.8.2023)

Nakon što je HEP-ODS izdao elektroenergetsku suglasnost, sprovedena je instalacija opreme na krov objekta. 1985 fotonaponskih modula smješteno je na krov, zajedno sa 7 invertera.

Izvršitelj radova je ovlaštena tvrtka registrirana za izvođenje elektroinstalaterskih i elektromontažnih radova. Njihova usluga uključuje nabavu odgovarajuće opreme, instalaciju i puštanje u rad elektrane, što je iznosilo 839.737,20 eura

Naknadni troškovi poput ograde, ugradnja sigurnosnih kamera i otklanjanja sitnih kvarova iznosilo je još 19 224,10 eura. Sama instalacija elektrane trajala je 40 dana, dok je od izrade projekta do samog zavšetka i puštanja u rad elektrane prošlo ukupno tri mjeseca.

Pod troškovim u ovom se slučaju smatraju svi inicijalni troškovi koji podrazumjevaju inženjere za planiranje projekta, troškovi pripreme terena za postavljanje solarnih panela, kupnja potrebne opreme i materijala za izgradnju, troškovi radne snage, troškovi dozvola i regulatornih dopuštenja za izgradnju i rad solarne elektrane i isto tako troškovi povezivanja na mrežu.

Konačni iznos troškova nalazi se u sljedećoj tablici:

Tablica 15: Popis investicijskih troškova instalacije solarne elektrane "XY"

<b>TROŠAK</b>	<b>IZNOS (EUR)</b>
elektrotehnički projekt	5 700,00
opremanje OMM-a	12 250,00
troškovi izgradnje elektrane (nabava opreme, instalacija, puštanje u rad)	839 737,20
naknadni troškovi	19 224,10
<b>UKUPNO</b>	<b>876 911,30</b>

Izvor: izradila autorica

Ukupni investicijski troškovi iznose 876 911,30 eura.

Kako bi se odredila isplativost investicije, bitno je analizirati novčane tokove i na taj način kontrolirati budžet. Ako novčani priljevi tijekom životnog vijeka solarne elektrane (uključujući buduće prihode od prodaje energije) premašuju novčane odlaske (uključujući sve troškove izgradnje i operacije), projekt se smatra financijski isplativim. Analiza novčanih tokova pomaže tvrtkama da razumiju koliko će vremena trebati da se povrate ulaganja i ostvari dobit od solarne elektrane.

Ranije u radu prikazana je ukupna proizvodnja solarne energije, odnosno električne energije koji iznosi 9,7% ukupne godišnje potrebe za električnom energijom.

Ukupna godišnja ušteda dakle iznosi 9,7%

Efikasnost elektrane godinama pada, i kroz određeno razdoblje ono smanjuje ukupnu količinu proizvedene energije.

Tablica 16: Pad proizvodne efikasnosti

	<b>GODIŠNJA PROIZVODNJA ENERGIJE KWH</b>	<b>INDEKS EFIKASNOSTI</b>
<b>1</b>	<b>904578</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	886486.44	0.98
<b>3</b>	877440.66	0.97
<b>4</b>	868394.88	0.96
<b>5</b>	859349.1	0.95
<b>6</b>	841257.54	0.93
<b>7</b>	832211.76	0.92
<b>8</b>	814120.2	0.9
<b>9</b>	796028.64	0.88
<b>10</b>	786982.86	0.87
<b>11</b>	777937.08	0.86
<b>12</b>	768891.3	0.85
<b>13</b>	768891.3	0.85
<b>14</b>	768891.3	0.85
<b>15</b>	768891.3	0.85
<b>16</b>	768891.3	0.85
<b>17</b>	768891.3	0.85
<b>18</b>	768891.3	0.85
<b>19</b>	768891.3	0.85
<b>20</b>	768891.3	0.85
<b>21</b>	768891.3	0.85
<b>22</b>	768891.3	0.85
<b>23</b>	768891.3	0.85
<b>24</b>	768891.3	0.85
<b>25</b>	768891.3	0.85

Izvor: izradila autorica

#### **4.2.1 STOPA RENTABILNOSTI**

Općenito vrijedi da ako je razdoblje povrata investicijskog ulaganja manje od zadanog vijeka projekta, investicija je prihvatljiva.

Stopa rentabilnosti, poznata i kao povrat na investiciju (ROI - Return on Investment), mjeri koliko novca se zaradilo ili izgubilo u odnosu na početnu investiciju. Izračunava se kao postotak i može se koristiti za ocjenu profitabilnosti poslovanja ili investicijskog projekta. Općenito, formula za izračun ROI-a izgleda ovako:

$$ROI = \frac{(\text{Netodobit} - \text{netoprihod})}{\text{Početna investicija}} \times 100\%$$

"Neto dobit" ili "neto prihod" predstavlja ukupnu dobit koja se ostvari nakon odbijanja svih troškova, uključujući operativne troškove, poreze, kamate itd., od kojih su dostupni iznosi potrošnje električne energije.

"Početna investicija" je iznos novca koji je prvotno uložen u projekt ili poslovanje.

Tablica nudi detaljan prikaz godišnjih kretanja i povrata ukupne investicije. Postotak efikasnosti je smanjen za određen postotak, i time se količina energije koja se preuzima iz mreže povećava svake godine.

Tablica 17: Izračun povrata investicije

god.	godišnja proizvodnja energije kWh	postotak efikasnosti	ukupna godišnja potrošnja	preuzimanje energije iz mreže	trošak sa SE*	struje	ukupno bez SE*	usteda u €	kumulativna ušteda u €	stopa rentabilnosti
1	904578	1	<b>9372000</b>	8467422	2082985,81		2305512	222526,2	222526,2	25,38%
2	886486,44	0,98	<b>9372000</b>	8485514	2087436,34		2305512	218075,7	440601,9	50,24%
3	877440,66	0,97	<b>9372000</b>	8494559	2089661,60		2305512	215850,4	656452,3	74,86%
4	868394,88	0,96	<b>9372000</b>	8503605	2091886,86		2305512	213625,1	870077,4	99,22%
5	859349,1	0,95	<b>9372000</b>	8512651	2094112,12		2305512	211399,9	1081477	123,33%
6	841257,54	0,93	<b>9372000</b>	8530742	2098562,65		2305512	206949,4	1288427	146,93%
7	832211,76	0,92	<b>9372000</b>	8539788	2100787,91		2305512	204724,1		
8	814120,2	0,9	<b>9372000</b>	8557880	2105238,43		2305512	200273,6		
9	796028,64	0,88	<b>9372000</b>	8575971	2109688,95		2305512	195823		
10	786982,86	0,87	<b>9372000</b>	8585017	2111914,22		2305512	193597,8		

Izvor: izradila autorica

Trošak električne energije izračunat je po ugovorenim cijenama za visoku i nisku tarifu, u procjenjenom odnosu 70% preuzetosti u višoj i 30% u nižoj tarifi. Cijena visoke dnevne tarife iznosi 0,276 €, dok niža iznosi 0,176 €. S obzirom na to, trošak električne energije već prve godine smanjen je za 222 526,2 eura. Promatrajući svako smanjenje godišnjeg troška električne

energije kao uštedu, odnosno povrat, kumulativna ušteda već u 5. godini prelazi iznos ukupne investicije. Već nakon prve godine rada elektrane, stopa rentabilnosti iznosi 25,38% iznosa ukupne investicije, sljedeće 50,24 %, dok na kraju 4. godine je gotovo cijela investicija vraćena. U prvom kvartalu 5. godine investicija će u potpunosti biti vraćena. Razdoblje povrata je dakle 4 godine i 3 mjeseca.

#### **4.2.2. DUGOTRAJNOST I ODRŽIVOST SUSTAVA**

Sigurnost je važna kada se obnovljiva energija povezuje s mrežom za opskrbu električnom energijom. Ta povezanost može ugroziti sigurnost radnika koji rade na održavanju mreže tako da nastavi napajati električnom energijom u mrežu čak i kada je sama mreža nestala. Ovaj problem je riješen uključivanjem unutarnjeg sklopa koji momentalno isključuje pretvarač s mreže čim sustav detektira prekid napajanja mreže, ali isto tako osoblje koje je odgovorno za održavanje treba educirano je o pravilima sigurnosti i postupcima održavanja.

Što se tiče samog održavanja elektrane, bitno je redovito čišćenje panela zbog nečistoća koje se mogu nakupljati na površini solarnih panela i smanjivati njihovu učinkovitost. Redovite provjere tehničkih elemenata i praćenje performansi mogu otkriti eventualne probleme ili padove u učinkovitosti. Redovito održavanje pomaže produžiti životni vijek solarnih panela, poboljšava njihovu učinkovitost i smanjuje potencijalne troškove popravaka. U pravilu, solarni paneli imaju vrlo dug vijek trajanja i često dolaze s jamstvom od 25 do 30 godina od strane proizvođača. Međutim, to ne znači da će se paneli automatski pokvariti nakon tog razdoblja. Umjesto toga, to jamstvo obično pokriva minimalni postotak gubitka učinkovitosti tijekom tog vremenskog razdoblja.

Za ovaj sustav koji koristi Solvis ploče, tvrtka Solvis u svom jamstvenom listu jamči ograničenu linearnu degradaciju izlazne snage modula s karakterističnim točkama - 1 godina od dostave kupcu: 97% minimalne izlazne snage, 1 - 12 godina od dostave kupcu: 90% minimalne izlazne snage , a za 25 godina od dostave kupcu: 80% minimalne izlazne snage. Što se tiče invertera, konkretno proizvođač "SMA" jamči 20 godina sigurnog rada što zadovoljava investitora da u tom razdoblju ostvari povrat ulaganja, a zatim dugotrajno smanjenje troškova na mjesečnoj razini.

## Zaključak

Solarna energija je održiv izvor dostupan cijelu godinu, smanjuje troškove energije i svakako povećava energetska sigurnost koja je ključna za održivi ekonomski razvoj, posebice u kriznim vremenima. Solarne elektrane u Hrvatskoj doživljavaju kontinuiran rast i imaju izuzetan ekonomski značaj. Ekonomska isplativost solarnih elektrana u Hrvatskoj postala je izrazito atraktivna zbog padajućih cijena opreme potrebne za instalaciju elektrane i povoljnih uvjeta za proizvodnju solarne energije, pogotovo nakon novih poreznih odredbi.

Povrat investicije u solarni sektor često je brz, što privlači ulagače i potiče razvoj projekata.

Regulativni okvir koji podržava obnovljive izvore energije, uključujući solarne elektrane, također igra ključnu ulogu u privlačenju investicija i poticanju ekonomske aktivnosti.

Primjerom elektrane "XY" dokazano je kojom dinamikom je moguće dostići povrat investicije, koliko ona iznosi, kolika je dugotrajnost tih sustava i na koncu koliko iznose stvarne uštede takvih pogona. Uštede u jednoj takvoj tvrtki u Hrvatskoj mogu pozitivno utjecati na gospodarstvo kroz povećanje profitabilnosti, stvaranje radnih mjesta i poticanje potrošnje, što rezultira povećanim poreznim prihodima i ekonomskim rastom. Osim toga, konkurencijski poticaji i diversifikacija poslovanja mogu pomoći u jačanju tržišne stabilnosti i međunarodne konkurencije, što pozitivno utječe na ukupnu ekonomsku izvedbu zemlje.

U skladu s tim, solarne elektrane Hrvatskoj imaju značajan ekonomski potencijal i mogu pridonijeti dugoročnom gospodarskom rastu zemlje.

## Bibliografija

1. A. Goetzberger V., U. Hoffmann. Photovoltaic SolarEnergy Generation, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005.
2. Boris Labudović: Osnove primjene fotonaponskih sustava, 2011.
3. Branimir Hrastnik, Sunen: Program korištenja energije Sunce, Energetski institut Hrvoje Požar, 2001.
4. dr. sc. Dragan Kovačević. Značaj naftnih transportno-skladišnih sustava u doba kriza, Zbornik radova 2. Međunarodne znanstvene konferencije ekonomija razdvajanja, Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet, 2021.
5. dr.sc. Igor Dekanić. Energetska tržišta na početku druge dekade 21. stoljeća, Nafta 62 (9-10), 2011.
6. Državni zavod za statistiku: <https://dzs.gov.hr/>
7. Energetska politika i planiranje, preuzeto sa: <https://mingor.gov.hr/o-ministarstvu-1065/djelokrug/uprava-za-energetiku-1999/energetska-politika-i-planiranje/2000>, preuzeto: 3.7.2023.
8. Energetska statistika u 2021., dostupno na : [https://podaci.dzs.hr/media/rhdnfduh/si-1698\\_energetska-statistika-u-2021.pdf](https://podaci.dzs.hr/media/rhdnfduh/si-1698_energetska-statistika-u-2021.pdf)
9. Eurostat: <https://ec.europa.eu/eurostat/en/>
10. Godišnji energetske pregled - Energija u Hrvatskoj 2021. preuzeto sa: [https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021\\_WEB\\_LR.pdf](https://eihp.hr/wp-content/uploads/2023/01/Energija%20u%20HR%202021_WEB_LR.pdf) 19.7.2023
11. HEP: [www.hep.hr](http://www.hep.hr)
12. HERA [www.hera.hr](http://www.hera.hr)
13. <https://www.aps.org/publications/apsnews/200904/physicshistory.cfm>
14. <https://www.eea.europa.eu/ims/primary-and-final-energy-consumption>
15. <https://www.zgradonacelnik.hr/savjeti/kako-sufinancirati-ugradnju-suncane-elektrane/758>
16. Izvješće o radu Hrvatske energetske regulatorne agencije u 2021. Godini (preuzeto sa: [https://www.hera.hr/hr/html/god\\_izv.html](https://www.hera.hr/hr/html/god_izv.html), 14.7.2023.)
17. Jasmina M.Radoslavljević, Tomislav M.Pavlović, Mislav R. Lambić. Solarna energetika i održivi razvoj, Beograd, 2010.
18. Jasmina Sladoljev, Ankica Arbutina, Andrea Dujić, Jasmina Župčić: VAŽNOST KORIŠTENJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE U CILJU POSTIZANJA KONKURENTNOSTI U TURIZMU (preuzeto sa: <https://hrcak.srce.hr/file/260543>, 27.7.2023.)



19. KRATKI PREGLED Zakonodavstvo EU u tijeku, preuzeto sa:  
[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/698920/EPRS\\_BRI\(2022\)698920\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/698920/EPRS_BRI(2022)698920_EN.pdf)
20. Krstinić Nižić, Marinela; Blažević, Branko. Fakultet a menadžment u turizmu i ugostiteljstvu. Gospodarenje energijom u turizmu, 2017.
21. Martínez, M. P., Rodríguez, I. C. M., i Castro, E. . The hour equivalent solar pick: Definition and interpretation. Ingeniería Energética, 2017.
22. Narodne novine: <https://narodne-novine.nn.hr>
23. NN 30/2022 (9.3.2022.), Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o sustavu za praćenje, mjerenje i verifikaciju ušteda energije, dostupno na :  
<https://www.zakon.hr/cms.htm?id=51811> (preuzeto 20.8.2023.)
24. Odluka o proglašenju zakona o fondu za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, dostupna na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2003\\_07\\_107\\_1405.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2003_07_107_1405.html) preuzeto 4.8.2023
25. PVPS Trend Report, preuzeto sa :[https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2023/02/PVPS\\_Trend\\_Report\\_2022.pdf](https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2023/02/PVPS_Trend_Report_2022.pdf)
26. Standardi emisije CO<sub>2</sub> za nova vozila i dostavna vozila iz paketa 'Fit for 55', dostupno na:  
[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/698920/EPRS\\_BRI\(2022\)698920\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/698920/EPRS_BRI(2022)698920_EN.pdf) (preuzeto 21.7.2023.)
27. Ugovor o funkcioniranju Europske unije (UFEU), Službeni list Europske Unije (preuzeto sa: [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9e8d52e1-2c70-11e6-b497-01aa75ed71a1.0011.01/DOC\\_3&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9e8d52e1-2c70-11e6-b497-01aa75ed71a1.0011.01/DOC_3&format=PDF), 7.7.2023.)
28. Zdeslav Matić. Nacionalni energetska program za primjenu Sunčeve energije – SUNEN, Energetski institut Hrvoje Požar, Zagreb, 2010.

## Popis Tablica

1. Tablica 1: Proizvodnja primarne energije
2. Tablica 2: Uvoz energije u Hrvatsku
3. Tablica 3: Cijene električne energije isporučene industriji (sa uračunatim PDV-om)
4. Tablica 4: Cijene električne energije isporučene kućanstvima (sa uračunatim PDV-om)
5. Tablica 5: Emisije CO<sub>2</sub> iz energetska podsektora za razdoblje od 2016. do 2021. godine
6. Tablica 6: Popis trenutno najvećih solarnih farmina svijetu (2023.)
7. Tablica 7: Kapacitet solarnih elektrana po glavi stanovnika u svijetu
8. Tablica 8: Popis neintegriranih solarnih elektrana pod rukovodstvom HEP-a
9. Tablica 9: Integrirane solarne elektrane na objektima u pogonu HEP-Proizvodnje

10. Tablica 10: Izvori podrške i poticaja izgradnje solarnih elektrana
11. Tablica 11 : Pregled godišnje energetske potrošnje u objektu
12. Tablica 12: Mehanički podaci Solvis fotonaponskih modula
13. Tablica 13: Potrošnja i proizvodnja energije objekta "XY"
14. Tablica 14 : Smanjenje stakleničkih plinova provedbom instalacije solarne elektrane
15. Tablica 15: Popis investicijskih troškova instalacije solarne elektran "XY"
16. Tablica 16: Pad proizvodne efikasnosti
17. Tablica 17: Izračun povrata investicije

### **Popis grafikona**

1. Grafikon1: Osnovni pokazatelji razvoja
2. Grafikon 2: Razvoj potrošnje ukupne energije od 1988. -2021.god
3. Grafikon 3: Udjeli u proizvodnji primarne energije
4. Grafikon 4: Rast cijena kategorije 1A – potrošnja 1-20 MWh Kućanstva u razdoblju do 2018. -2022.godine )
5. Grafikon 5: Energetska potrošnja Europske Unije
6. Grafikon 6: Potrošnja primarne i konačne energije u Europskoj Uniji
7. Grafikon 7: Energetska bilanca – potrošnja konačne energije
8. Grafikon 8: Raspodjela potrošnje energije po zemljama članicama
9. Grafikon 9: Eurozonska inflacija potrošačkih cijena (HICP) - dekompozicija na glavne komponente
10. Grafikon 10: Izvori emisija stakleničkih plinova u EU-u
11. Grafikon 11: Kumulativni kapacitet solarnih elektrana u svijetu
12. Grafikon 12: Mjesečna proizvodnja električne energije solarne elektrane "XY"
13. Grafikon 13: Ostvarenost proizvodnje u usporedbi sa PGVIS prognozama

### **Popis ilustracija**

1. Ilustracija 1: Utjecaj atmosfere na upadno Sunčevo zračenje
2. Ilustracija 2 : Presijek solarnog panela
3. Ilustracija 3 : Sustav - paralelno s distribucijskom mrežom

4. Ilustracija 4: Fotonaponski energetska potencijal
5. Ilustracija 5: Shema spajanja fotonaponskih modula i invertera
6. Ilustracija 6: Proces promjene statusa korisnika mreže u kupca s vlastitom proizvodnjom

### **Popis fotografija**

1. Fotografija 1: Sunčana elektrana Obrovac