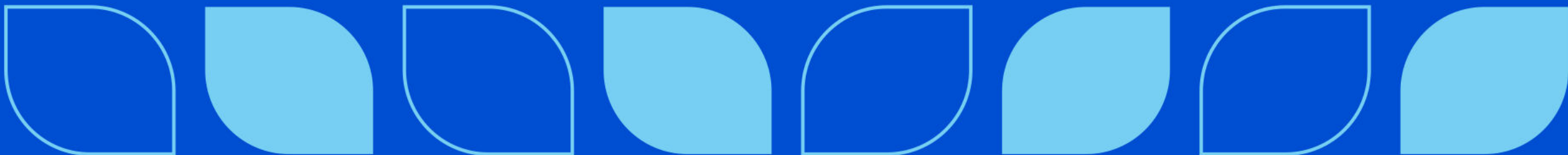


ABECEDA OIE

Marko Čavar

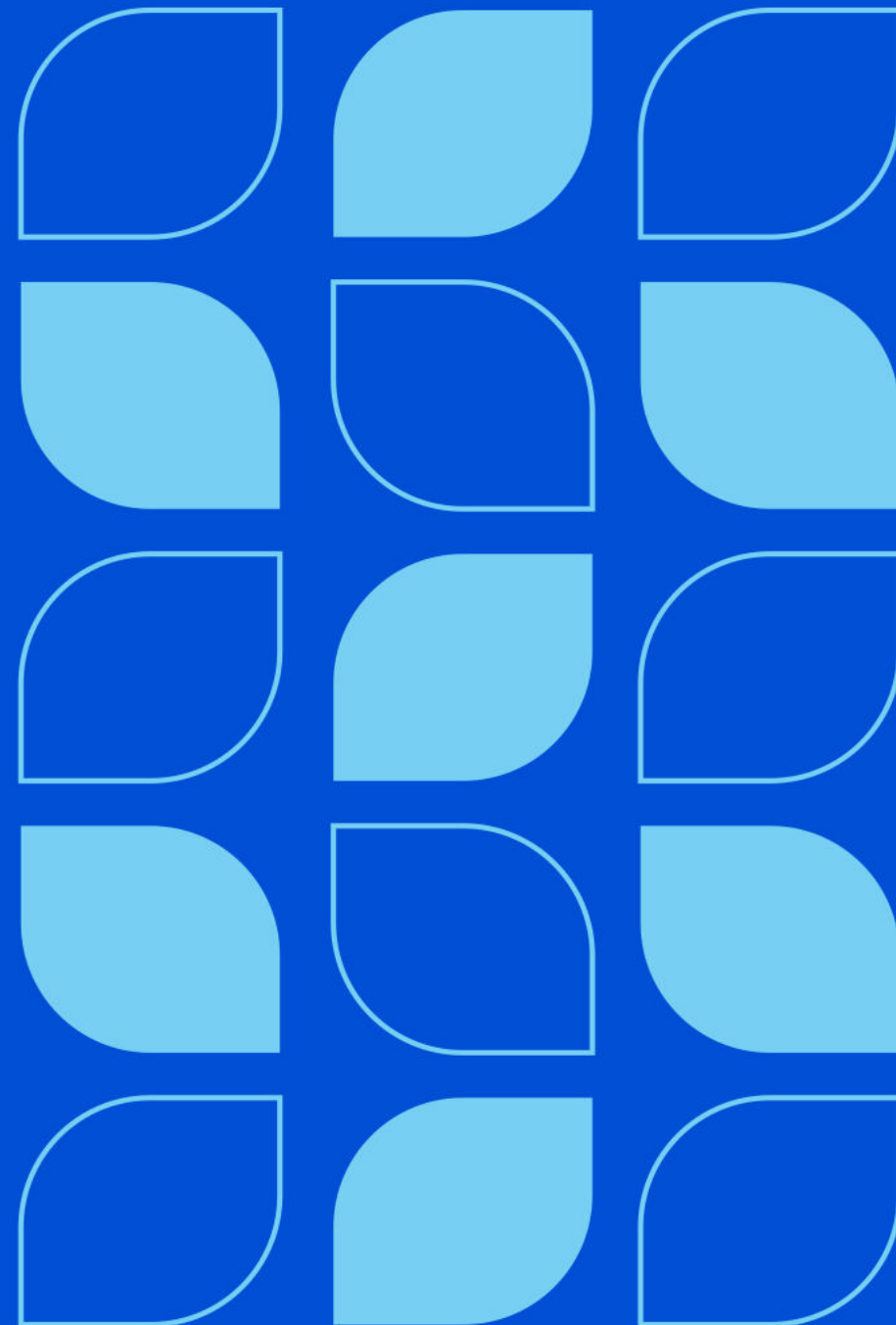
Voditelj odjela Energija

REGEA



Sadržaj

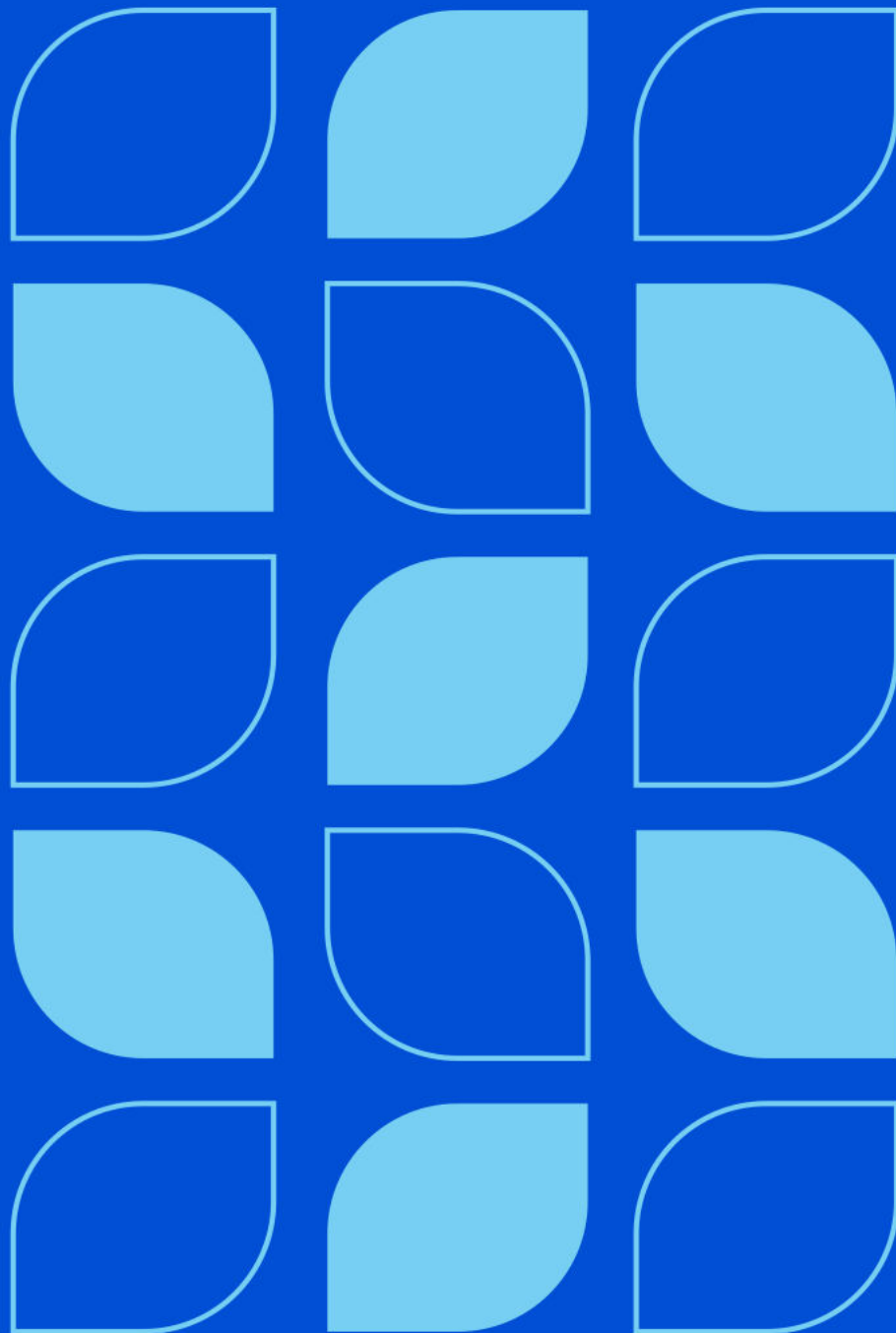
- 1 o REGEA-i
- 2 Općenito / Uvod
- 3 Pregled različitih OIE tehnologija
- 4 Sunčane elektrane
- 5 Postupak izgradnje sunčanih elektrana
- 6 Postupak izgradnje ostalih spomenutih tehnologija
- 7 Način financiranja / modeli provedbe
- 8 Pogled u (blisku) budućnost
- 9 Q&A



Sadržaj

1

o REGEA-i

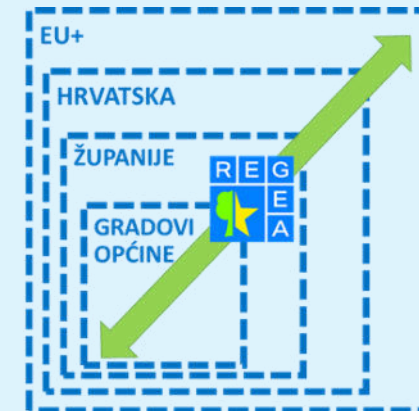


REGEA

RETHINKING
ENERGY

o REGEA

- REGEA = Regionalna energetska-klimatska agencija sjeverozapadne Hrvatske
- Osnovana 2008. godine
- 4 osnivača – Grad Zagreb, Zagrebačka, Krapinsko-Zagorska, Karlovačka Županija
- Projektno financirana javna ustanova!
- 50+ djelatnika (90% VSS tehničke struke)
- Trenutno aktivnih 50ak EU projekata
- Područje rada



**Energetske
obnove**

**OIE
Pohrana energije**

EU projekti

**Financijske
analize**

Javna rasvjeta

Klima

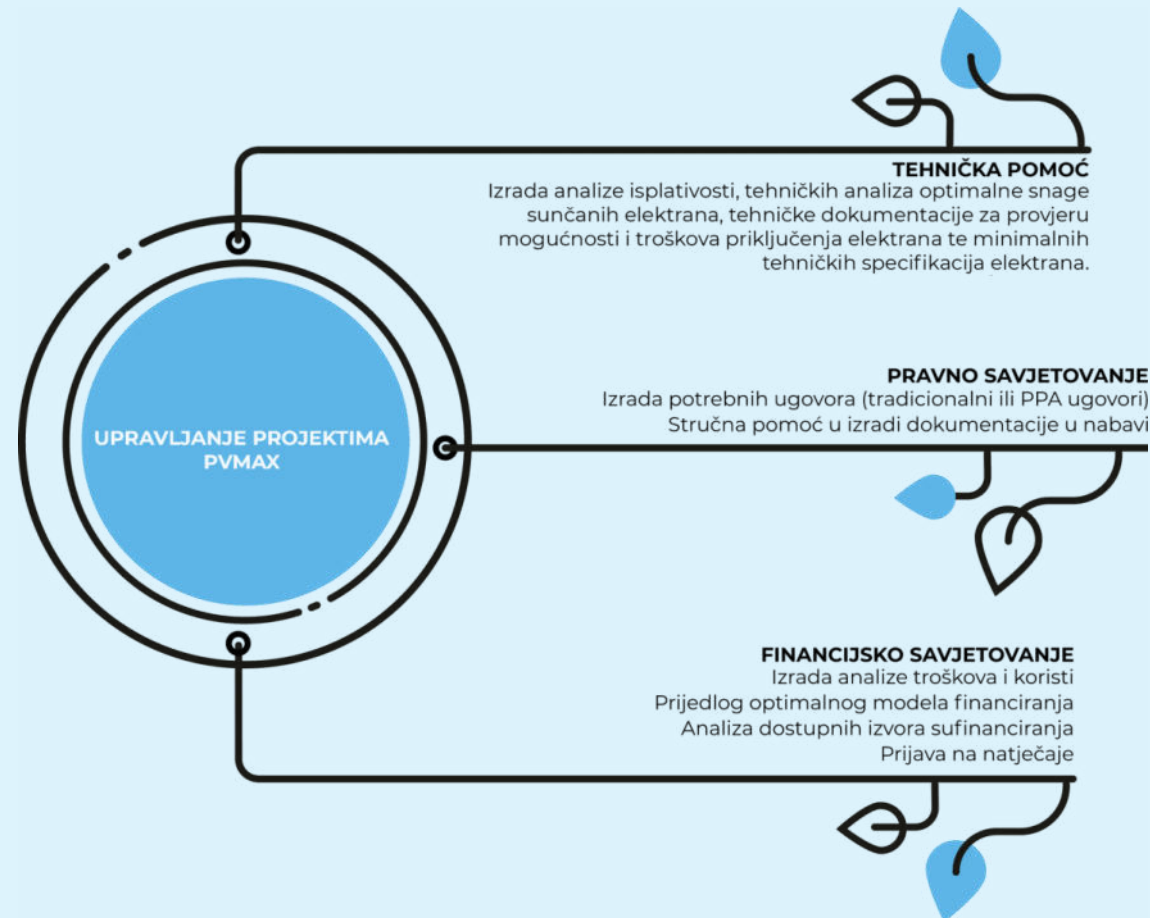
Zakonodavstvo

Digitalizacija

- Od svog osnivanja, REGEA je kroz različite projekte potaknula preko 750 mEUR investicija

o REGEA – PVMax projekt

- Projekt financiran kroz EIB ELENA program
- 07/2021 – 06/2025
- Pružanje potpore privatnom I javnom sektoru u ostvarivanju investicija u SE
- Tehnička pomoć (tehničko, financijsko, pravno savjetovanje) je besplatno za korisnike (tj. sufinancirano u iznosu od 100% kroz ELENA program i vlastitim sredstvima REGEA-e)
- Obveza korisnika je izgraditi fotonaponsku elektranu do kraja trajanja projekta kako bi REGEA mogla naplatiti svoje troškove ELENA programu
- Rekapitulacija projekta
 - Pripremljeno oko 200 MWp projekata
 - Realizirano 60 MWp (50 mEUR)
 - Trenutno u procesu razvoja (projektiranje, dozvole, ugovaranje ili izgradnja): 25 MWp



PVMax – neki od klijenata



ZAGREBAČKI
HOLDING



VODOOPSKRBA I
ODVODNJA d.o.o.



MZLZ



RIMAC
AUTOMOBILI

PRIMO
Real Estate

KNAUF



din
NOVOSELEC

nexe
GRUPA



E.G.O. Elektro-komponente d.o.o.



m san
GRUPA



CROATIA
OSIGURANJE

FI-MA

METRO



Iskra shipyard



Ericsson Nikola Tesla



Raiffeisen
BANK



PBZ

KONZUM



Jamnica



TERMETUHEĽ

HEPTOPLNARSTVO

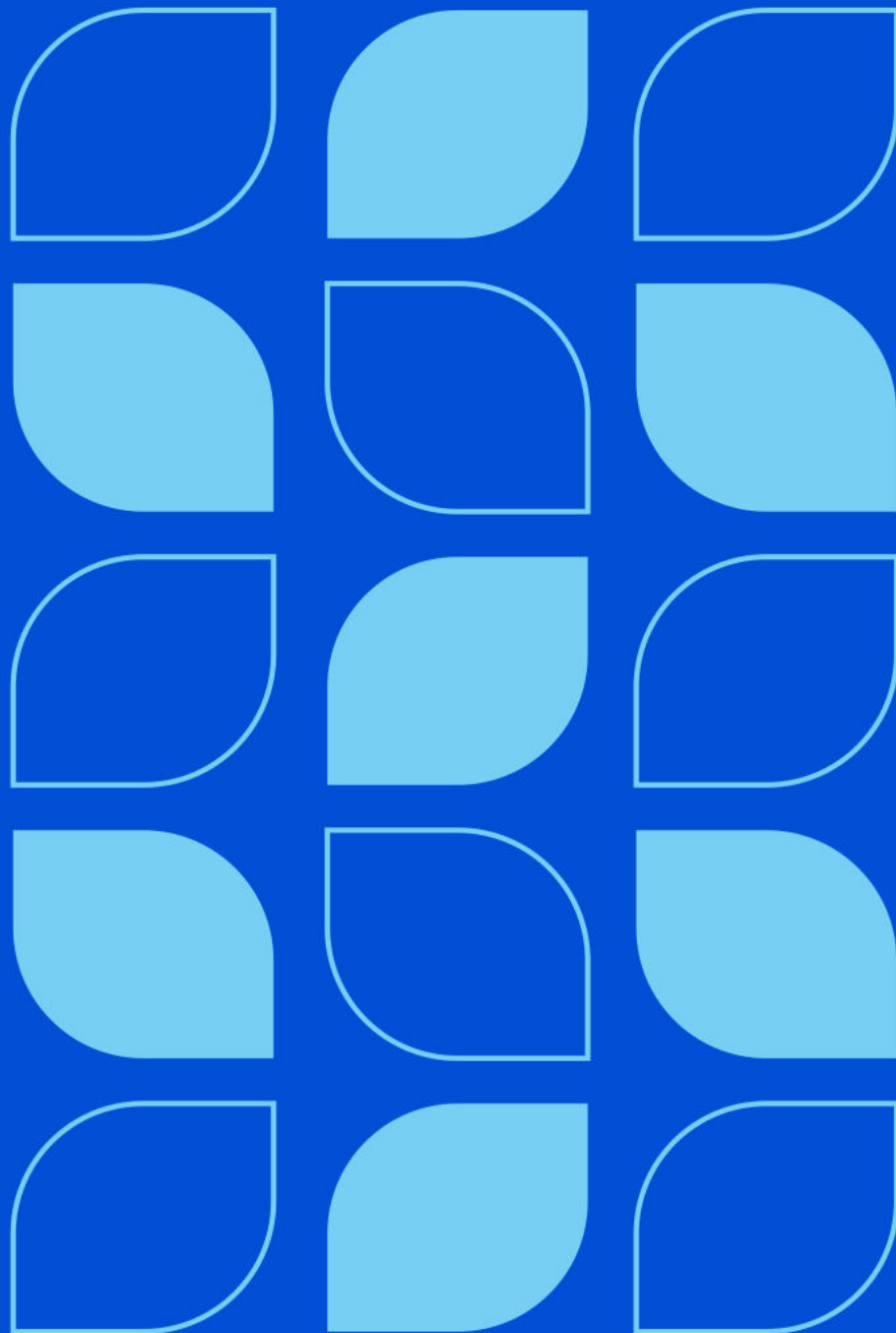
PVMax - primjeri



Sadržaj

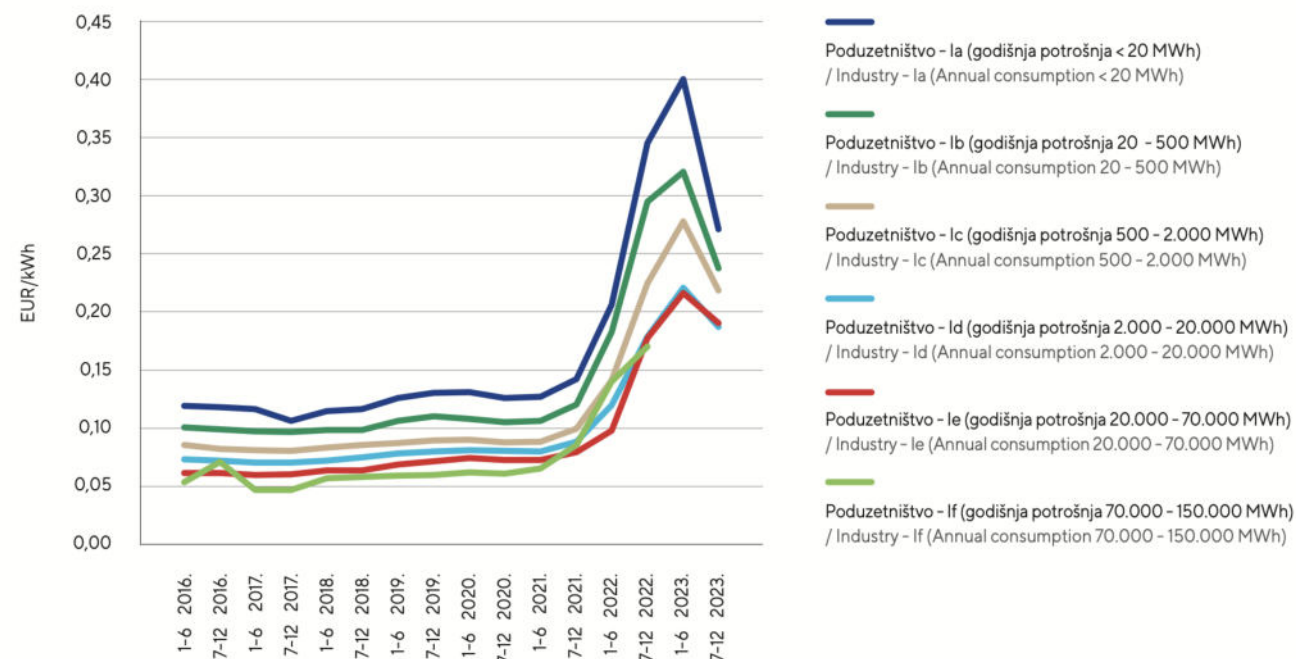
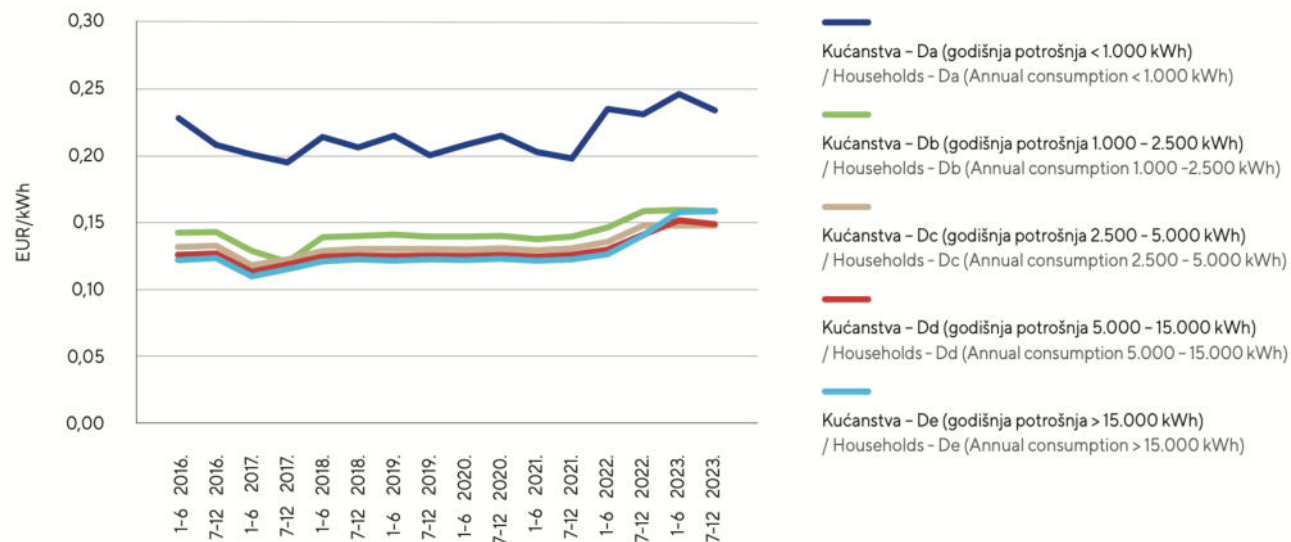
2

Općenito o proizvodnji i potrošnji energije



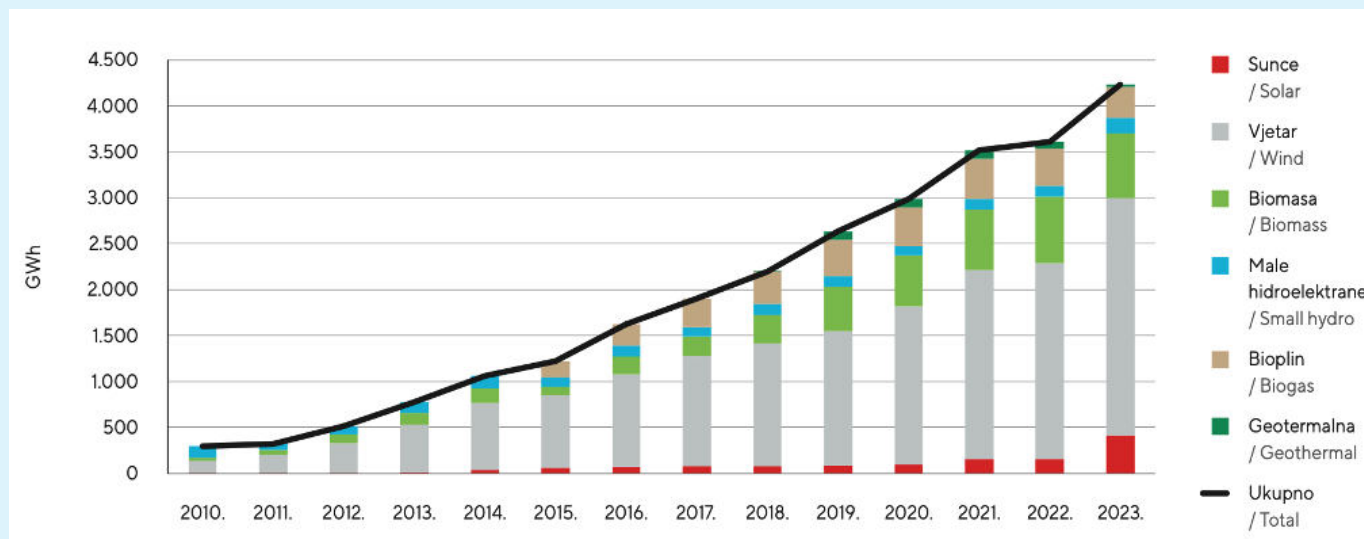
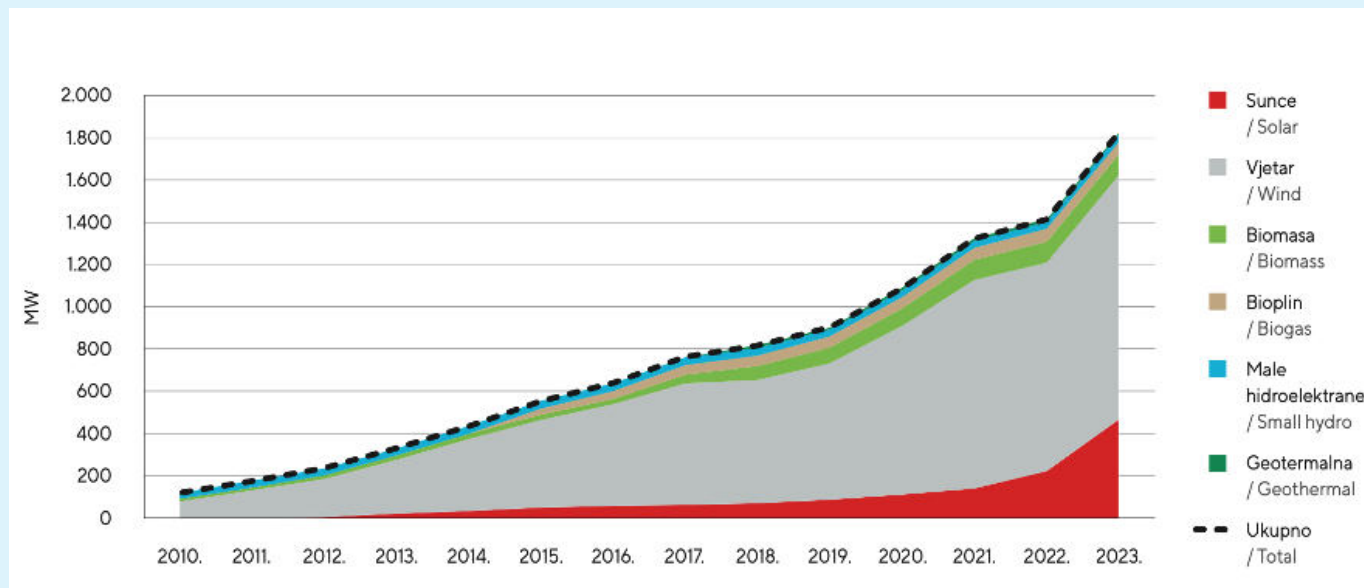
Uvod

- Cijena energije u RH?



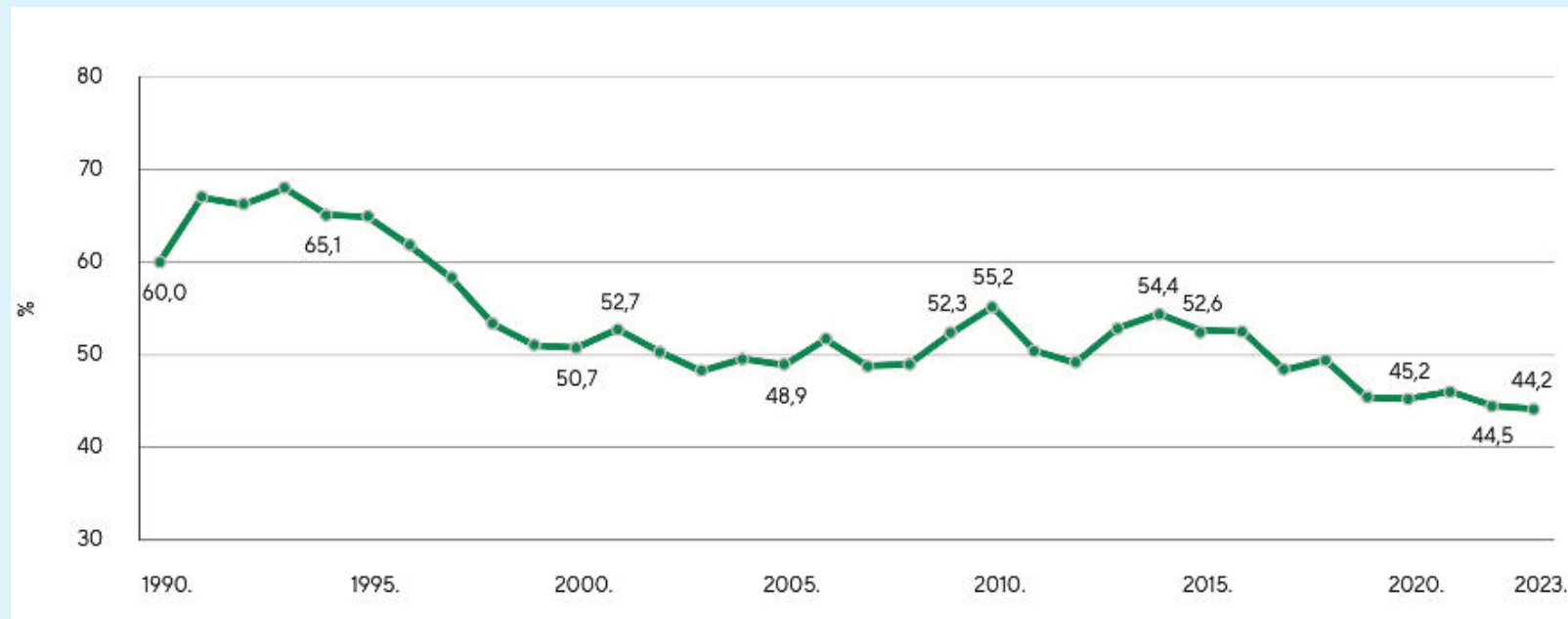
Uvod

- Cijena energije u RH?
- OIE u RH?



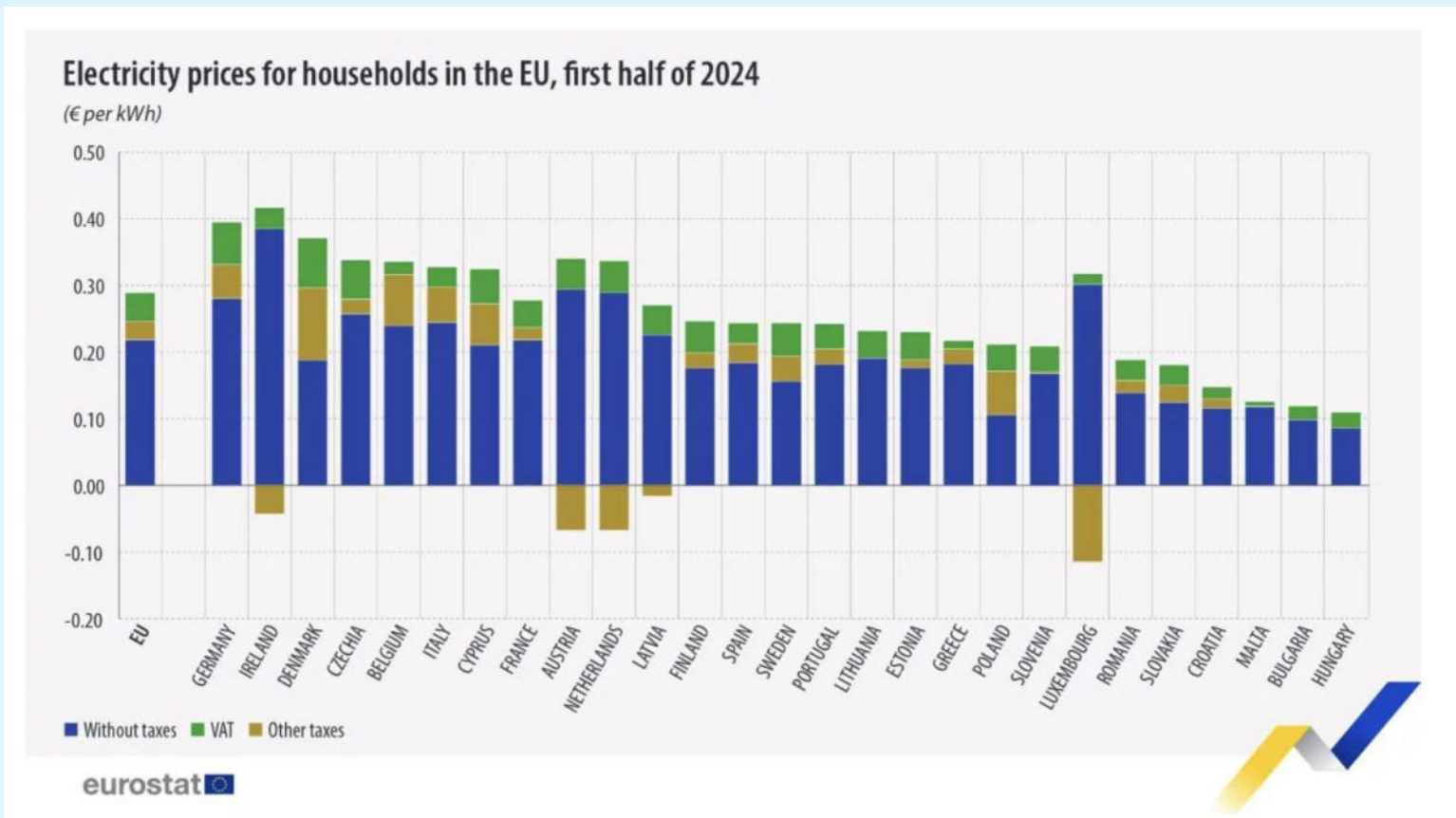
Uvod

- Cijena energije u RH?
- OIE u RH?
- Samodostatnost?



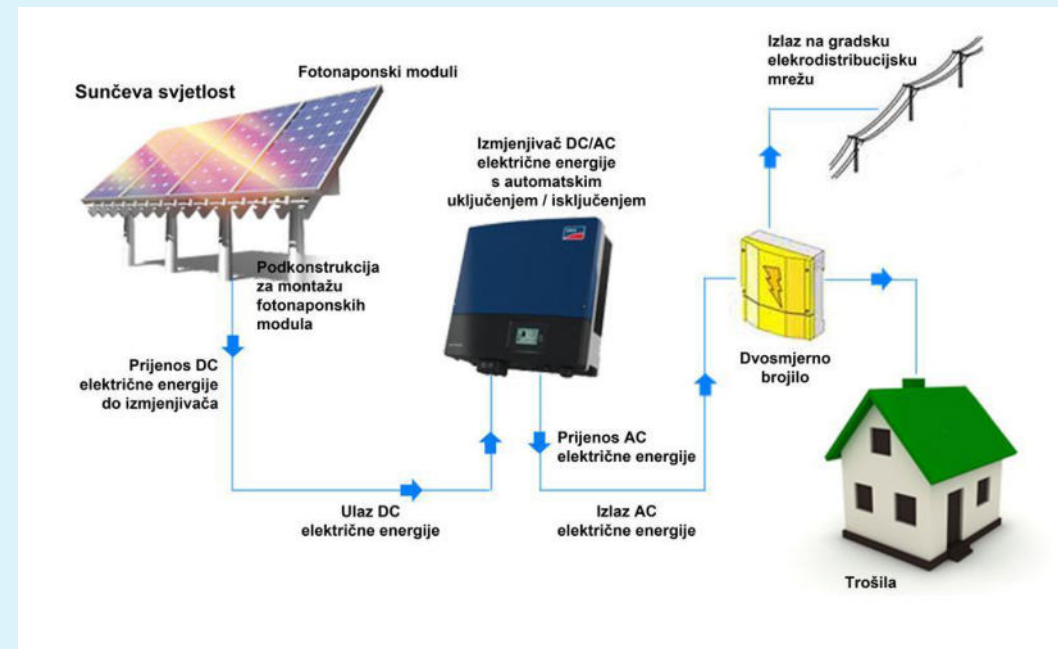
Uvod

- Cijena energije u RH?
- OIE u RH?
- Samodostatnost?
- Cijena energije u RH u odnosu na EU?



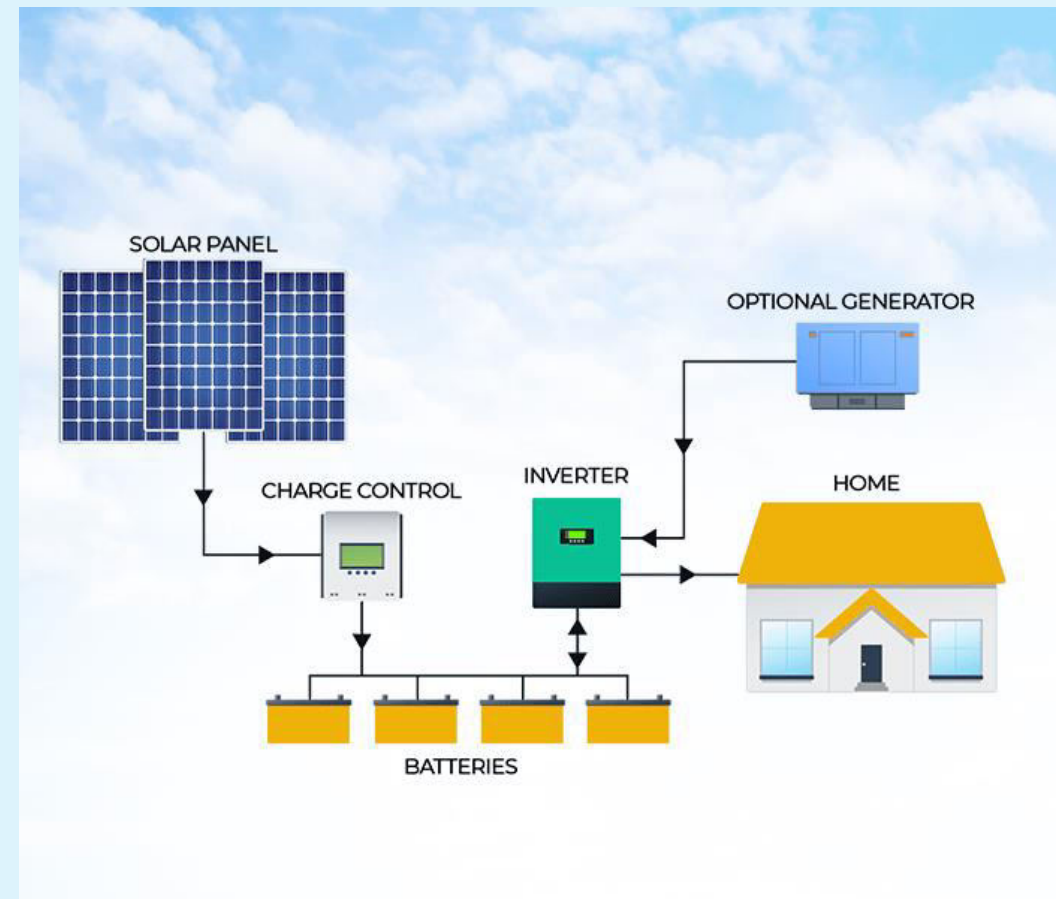
On-grid sustav

- Energija nikad ne nestaje, ona samo mijenja oblik
- Produkcija električne energije na lokaciji se uvijek suprotstavlja potrošnji električne energije
- Ukoliko se energija ne potroši istog trenutka, ona mora negdje otići
- Kada je kuća / objekt spojen na distribucijsku mrežu električne energije (HEP ODS) = ON-GRID SUSTAVI
- U ovoj situaciji svi viškovi se mogu predati u mrežu po određenoj cijeni
- No, kod ovakvog sustava za izgradnju bilo kakvog vlastitog postrojenja treba slijediti zakon i propise (dokumentacija, trošak priključenja, uvjeti distributera, ostalo)
- Isto tako, bitno je naglasiti da, kod ON-GRID SUSTAVA, ukoliko mreža ispadne iz pogona (nestane struje), sunčana elektrana NE SMIJE nastaviti raditi, već se i ona automatski gasi



Off-grid sustav

- Energija nikad ne nestaje, ona samo mijenja oblik
- Produkcija električne energije na lokaciji se uvijek suprotstavlja potrošnji električne energije
- Ukoliko se energija ne potroši istog trenutka, ona mora negdje otići
- Kada kuća / objekt nije spojen na distribucijsku mrežu električne energije = OFF-GRID SUSTAV
- Kod ovakvih sustava je potrebno pažljivo dimenzionirati veličinu sukladno potrebama
- Preporučljiva je ugradnja “back-up” generatora (ako se radi o sunčanim elektranama)
- Preporučljiva je ugradnja pohrane električne energije (baterije)
- Po pitanju zakonodavnog okvira, ne trebate nikome polagati račune, no i dalje se treba razviti dokumentacija



Zakonodavni okvir

Model za kućanstva i javni sektor

„Samooopskrba”

- „net metering” koncept
(Energija iz mreže – energija predana u mrežu), sve na razini mjeseca, a tek onda obračun
- Povoljna (fiksna) cijena otkupa viškova bez obzira na njihovu veličinu
(Prividna pretplata – sve što se preda ljeti se može potrošiti zimi)
- Ograničenje veličine elektrane je priključna snaga na mrežu

Model za poduzetništvo

„Kupac s vlastitom proizvodnjom”

- Višak energije se prodaje opskrbljivaču po definiranoj formuli (ovisi o omjeru predane i primljene energije)
- U datom trenutku se energija ili troši ili šalje u mrežu, nema „net metering” koncepta
- Za viškove opskrbljivač samoizdaje račun korisniku
- Ograničenje veličine elektrane je priključna snaga, ali i profil potrošnje električne energije

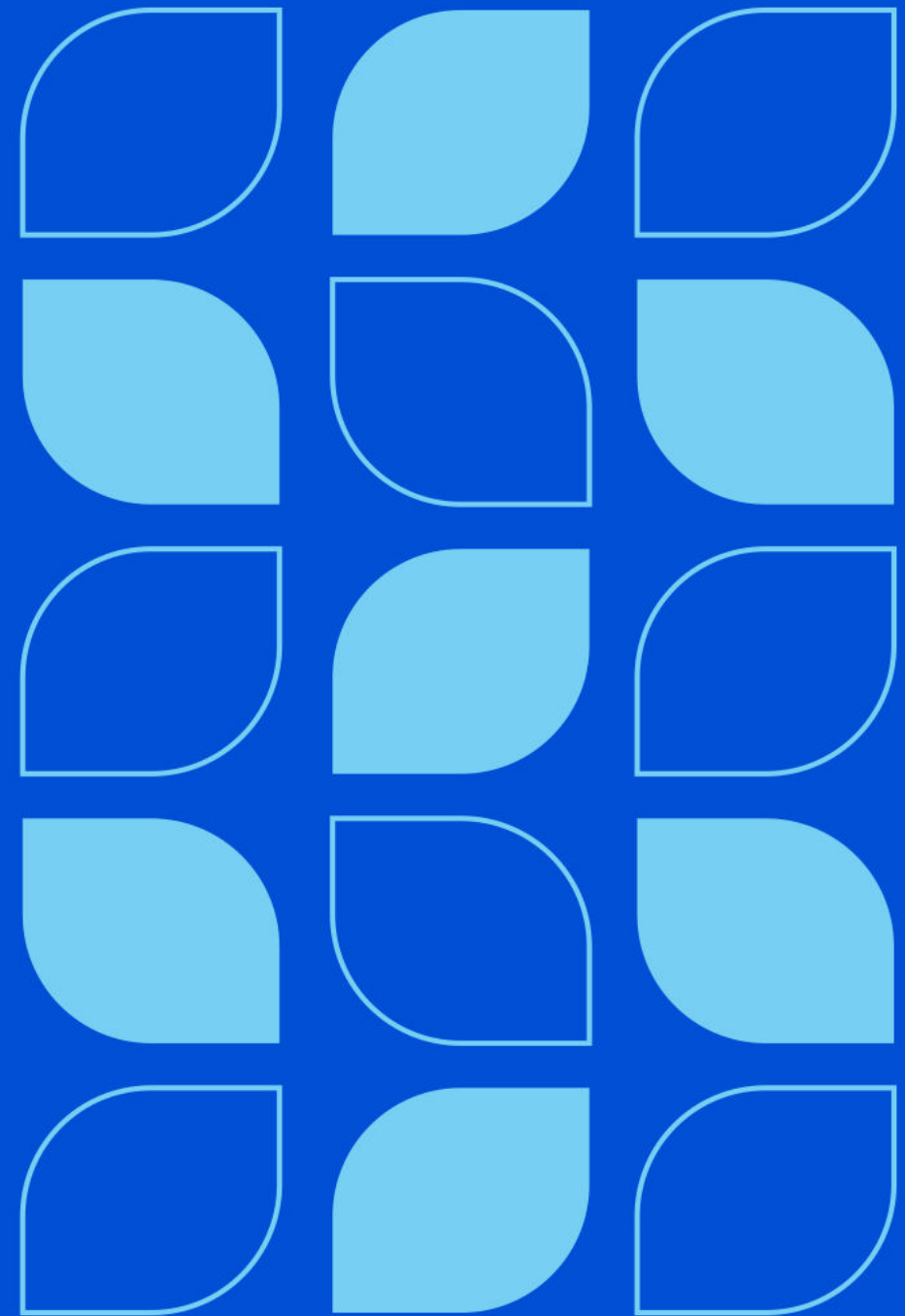
Novi zakonodavni okvir

- Nedavno je završilo javno savjetovanje za novi zakon o OIE
- Od 1.1.2026 donose se značajne promjene za model samoopskrbe
- Nema „net metering” koncepta
 - Kupac plaća mrežarinu i namete na svu energiju preuzetu iz mreže
 - Viškovi se ne računaju kao prije. Računaju se zasebno u financijskom smislu, a onda se oduzimaju od računa
- Mijenja se formula za otkup viškova
 - Do sada je bila konstantna (80% cijene opskrbe), a sada ovisi o omjeru predane i primljene energije
 - OVO ZNAČI DA SE I KOD KUĆANSTAVA MORA POČETI RAZMIŠLJATI O VELIČINI SUNČANIH ELEKTRANA
- Prve procjene: 20-30% manja isplativost sunčanih elektrana
- Pozitivne stvari
 - Poticanje energetske zajednice
 - Poticanje korištenja sustava pohrane (baterije)
 - Razvoj mreže...

Sadržaj

3

Pregled različitih OIE tehnologija



Pregled tehnologija koje su u fokusu prezentacije



Sunčane elektrane



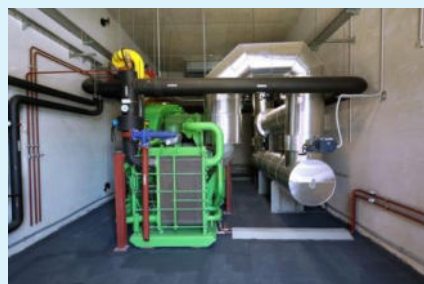
Baterije



Dizalice topline



Kotlovni na biomasu



Bioplinska postrojenja



Kogeneracije



Električna vozila



Punionice



Električni brodovi



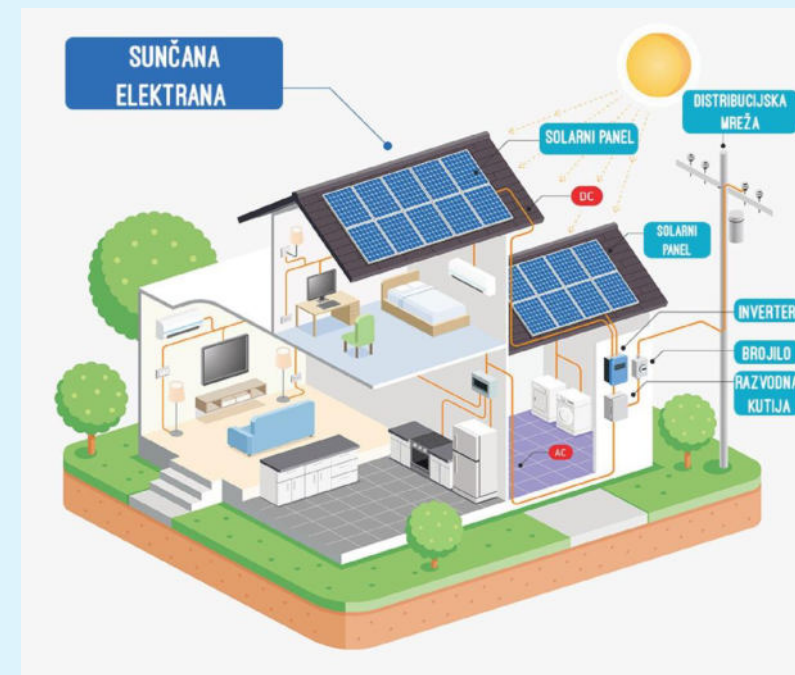
Solarno navodnjavanje



Male vjetroelektrane

Sunčane elektrane

- Proizvodnja električne energije iz sunčeve svjetlosti pomoću fotonaponskih modula (PV modula).
- Koristi se za vlastitu potrošnju ili za prodaju viška u mrežu.
- Vrste:
 - Krovne elektrane – integrirane - na kućama, gospodarskim objektima ili halama.
 - Podne (samostojeće) – neintegrirane - postavljene na tlo, fiksne ili s praćenjem sunca.
 - Agrosolari
 - On-grid / off-grid
- Prednosti:
 - Obnovljiv i besplatan izvor energije (sunce)
 - Niske emisije CO₂, nema buke
 - Dug vijek trajanja modula (25–30+ godina)
 - Mala potreba za održavanjem
 - Moguće ostvarenje energetske neovisnosti
- Nedostaci:
 - Ovisnost o sunčevom zračenju (dan/noć, godišnja doba)
 - Početna investicija može biti visoka bez subvencija
 - Za mrežni rad potrebno ishoditi dozvole i suglasnosti
- Ostalo:
 - Ključne komponente: PV moduli, inverter, mrežni priključak, sustav praćenja, osigurači i zaštita
 - Monitoring sustavi omogućuju praćenje proizvodnje i rada elektrane u stvarnom vremenu



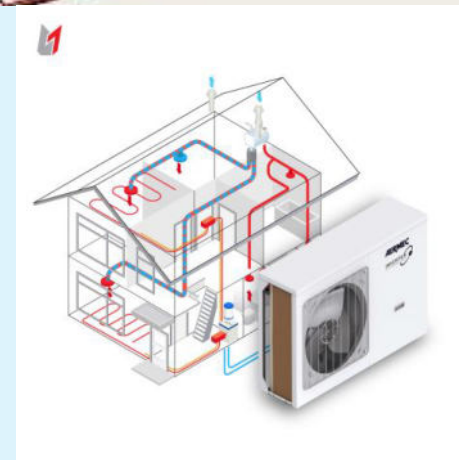
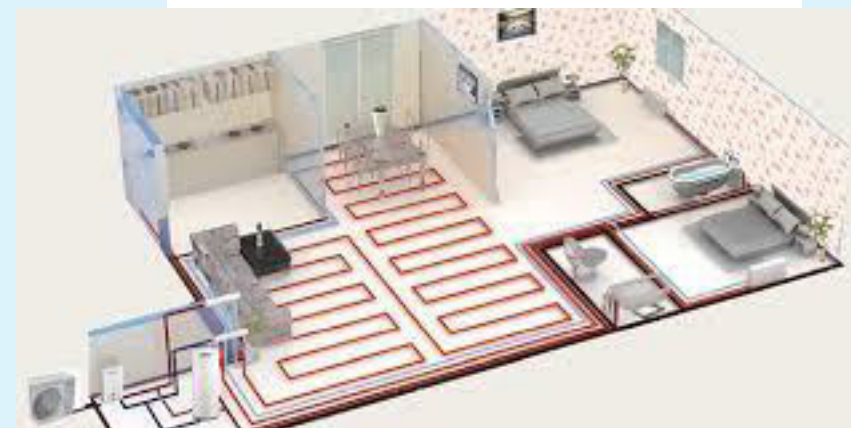
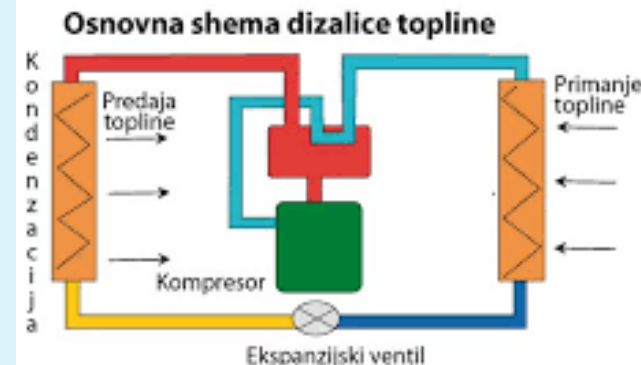
Baterijski sustavi pohrane električne energije

- Pohrana viška proizvedene električne energije (najčešće iz sunčane elektrane) za kasniju upotrebu – npr. noću ili za vrijeme nestanka struje.
- Ključna komponenta za energetska neovisnost i stabilnost sustava.
- Vrste baterija:
 - Litij-ionske – najčešće korištene, dug životni vijek, visoka gustoća energije.
 - Olovne (AGM, GEL) – jeftinije, kraći vijek, veći volumen.
 - LFP (litij-željezo-fosfat) – izdržljivije i sigurnije, idealno za kućne sustave.
 - Drugi sustavi (npr. Na-ion, solne baterije) – još u razvoju ili specijaliziranoj primjeni.
- Prednosti:
 - Omogućuju samostalnost sustava (off-grid ili hibridni rad).
 - Iskorištavanje viška solarne energije kad je najpotrebnije.
 - Moguća optimizacija potrošnje (npr. punjenje kad je struja jeftinija).
 - Povećavaju sigurnost napajanja – rad i kod nestanka mreže.
- Nedostaci:
 - Visoka početna cijena, posebno kod kvalitetnih sustava.
 - Ograničen broj ciklusa punjenja/pražnjenja (životni vijek).
 - Manji gubici energije (do 10%) kod punjenja i pražnjenja.
 - Potrebno upravljanje i nadzor za sigurnost i učinkovitost.
- Ostalo:
 - Najčešće integrirani u sustave sa hibridnim inverterima.
 - Sustavi za nadzor (monitoring) omogućuju praćenje napunjenosti, zdravlja baterije i potrošnje.
 - Važni parametri: kapacitet (kWh), snaga punjenja / pražnjenja (kW), broj ciklusa, dubina pražnjenja (DoD).



Dizalice topline

- Prenose toplinu iz okoline (zraka, tla ili vode) u sustav grijanja, hlađenja ili pripreme tople vode, koristeći električnu energiju.
- Mogu grijati prostorije, sanitarnu vodu ili raditi kao klima uređaji.
- Vrste dizalica topline:
 - Zrak–zrak – koristi vanjski zrak za grijanje/hlađenje prostora (klima uređaji).
 - Zrak–voda – prenosi toplinu u vodu (radijatori, podno grijanje, spremnici).
 - Tlo–voda – koristi geotermalnu energiju, vrlo učinkovita, skuplja instalacija.
 - Voda–voda – koristi energiju podzemnih ili površinskih voda.
- Prednosti:
 - Vrlo visoka učinkovitost (COP 3–5)
 - Niska potrošnja električne energije
 - Može grijati i hladiti
 - Dugoročno smanjuju troškove grijanja
- Nedostaci:
 - Veća početna investicija, osobito kod geotermalnih sustava
 - Učinkovitost pada pri niskim vanjskim temperaturama (osobito kod zrak–zrak/zrak–voda)
 - Potrebna dobra izolacija objekta za maksimalnu učinkovitost kao i niskotemperaturno grijanje (podno grijanje ili ventilokonvektori)
 - Za tlo/voda sustave: potrebno bušenje/iskop i dodatna papirologija
 - Zakup priključne snage na distribucijsku mrežu električne energije?
- Ostalo:
 - Idealne za podno grijanje i niskotemperaturne sustave
 - Često se kombiniraju sa solarnim elektranama za dodatnu uštedu
 - Ekološki prihvatljive – manje emisije CO₂ u usporedbi s fosilnim gorivima



Sustavi na biomasu

- Proizvodnja toplinske energije za grijanje prostora i potrošne tople vode putem izgaranja biomase (drveni energenti).
- Vrste goriva:
 - Peleti – standardizirano, automatizirano, čisto sagorijevanje
 - Cjepanice – za ručno loženje
 - Sječka i briketi – industrijska i OPG primjena
- Vrste kotlova:
 - Automatski kotlovi (na pelete ili sječku) – visoka razina komfora
 - Ručno punjeni kotlovi (na cjepanice) – niža cijena, ali više rada
 - Kombinirani kotlovi – za više vrsta goriva
- Prednosti:
 - Obnovljiv i CO₂ neutralan izvor energije
 - Niži troškovi grijanja u odnosu na lož ulje i električnu energiju
 - Moguće lokalno nabavljanje goriva – idealno za ruralna područja
 - Visok stupanj iskorištenja (do 90% kod modernih modela)
 - Mogućnost automatizacije (doziranje, paljenje, čišćenje)
- Nedostaci:
 - Potrebna skladišna površina za gorivo
 - Redovito čišćenje i održavanje
 - Sagorijevanje stvara pepeo i dim, potreban dimnjak i ventilacija
- Ostalo:
 - Često se kombiniraju s akumulacijskim spremnicima za veću učinkovitost
 - Pogodni za OPG-ove, kuće u ruralnim krajevima, manje tvrtke



Bioplinska postrojenja

- Produkcija bioplina kroz anaerobnu razgradnju organskog materijala (bez kisika).
- Bioplin se koristi za proizvodnju električne i toplinske energije ili kao biogorivo.

- Vrste prema sirovini:

- Poljoprivredna postrojenja – gnojivo, silaža, biljni ostaci
- Industrijska postrojenja – otpad iz prehrambene industrije
- Komunalna postrojenja – biootpad, otpadne vode

- Ključne komponente:

- Fermentor (reaktor za razgradnju)
- sustav grijanja i miješanja,
- plinski spremnik,
- kogeneracijska jedinica (CHP),
- digestat spremnik

- Prednosti:

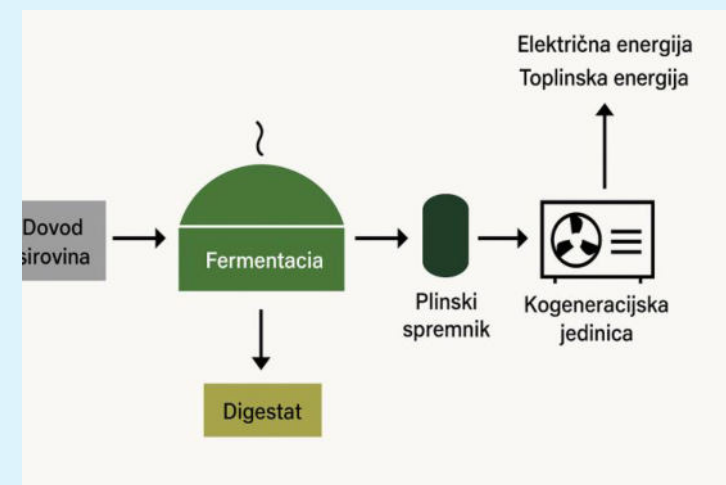
- Iskorištavanje različitih vrsta otpada za proizvodnju energije
- Proizvodnja električne i toplinske energije
- Nusproizvod: digestat – kvalitetno gnojivo
- Smanjenje emisija metana i CO₂

- Nedostaci:

- Visoka početna investicija
- Potreban stalni dovod organskog materijala
- Održavanje i nadzor procesa (mikrobiološka ravnoteža)
- Može izazvati neugodne mirise ako nije pravilno projektirano

- Ostalo:

- Pogodno za OPG-ove, farme i agro-industriju
- Idealno rješenje za kružnu ekonomiju u poljoprivredi



Kogeneracijska postrojenja

- Istovremena proizvodnja električne i korisne toplinske energije iz istog goriva, čime se značajno povećava ukupna energetska učinkovitost.
- Vrste prema gorivu:
 - Na prirodni plin – stabilna, čista i često korištena u urbanim sredinama
 - Na biomasu/bioplín – obnovljiv izvor, idealan za OPG-ove i agro-industriju
- Osnovne komponente:
 - Motor ili turbina s generatorom (za električnu energiju)
 - Izmjenjivač topline (za iskoristivu toplinu)
 - Sustav upravljanja i povezivanje s mrežom/grijanjem
- Prednosti:
 - Visoka ukupna učinkovitost (do 90%)
 - Smanjena emisija CO₂ u odnosu na odvojenu proizvodnju
 - Mogućnost korištenja otpadne topline za grijanje ili industrijske procese
 - Idealno za objekte s kontinuiranom potrebom za toplinom i strujom
- Nedostaci:
 - Viši početni trošak u usporedbi s klasičnim sustavima
 - Potrebna kontinuirana potrošnja topline za isplativost
 - Održavanje motora/turbina i nadzor sustava
 - Kod biomase: složenija logistika i skladištenje goriva
- Ostalo:
 - Primjena u: bolnicama, hotelima, farmama, industriji, staklenicima
 - Sustavi se mogu kombinirati s akumulacijskim spremnicima ili raditi u mikromrežama
 - Kod korištenja bioplina – kružna ekonomija i energetska neovisnost



Električna vozila

- Kretanje pomoću električne energije pohranjene u bateriji, umjesto korištenja fosilnih goriva.
- Vrste električnih vozila:
 - BEV (Battery Electric Vehicle) – 100% električno, puni se na utičnici ili punionici
 - PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle) – kombinacija električnog i benzinskog pogona, može se puniti
 - HEV (Hybrid Electric Vehicle) – klasični hibrid, puni se regenerativnim kočenjem, bez punjenja iz mreže
- Prednosti:
 - Nula emisija CO₂
 - Tihi rad, smanjenje buke u prometu
 - Niži troškovi energije (struja je jeftinija od goriva)
 - Manje pokretnih dijelova → niži troškovi održavanja
 - Moguća integracija s solarnim sustavima kao izvorom vlastite energije
- Nedostaci:
 - Veća početna cijena (iako se smanjuje)
 - Ovisnost o infrastrukturi punionica (osim ako se ne puni na kućnu punionicu)
 - Domet ograničen (kod manjih baterija) – potrebno odabrati veličinu baterije sukladno stvarnim potrebama (voditi računa da se koristi oko 80% kapaciteta baterije)
 - Vrijeme punjenja duže nego punjenje gorivom
- Ostalo:
 - Idealna za svakodnevnu vožnju, kraće relacije
 - Subvencije i porezne olakšice u mnogim državama
 - Dodatne funkcije: regenerativno kočenje, daljinsko upravljanje, povezivost s aplikacijama



Infrastruktura za punjenje električnih vozila

- Omogućuju punjenje baterije električnog vozila (EV) iz električne mreže.
- Ključna infrastruktura za razvoj elektromobilnosti
- Vrste punionica prema snazi:
 - AC punionice (sporije) – 3,7 kW do 22 kW
 - DC punionice (brze/superbrze) – 50 kW do 350 kW
- Prednosti:
 - Omogućuju punjenje vozila kod kuće, na poslu ili u pokretu
 - Skalabilne – od kućnih wallboxa do superbrzih stanica
 - Mogu raditi u kombinaciji s solarnim elektranama i baterijama
 - Pametno upravljanje – aplikacije, vremensko zakazivanje, dijeljenje punjača
- Nedostaci:
 - Neravnomjerna raspoređenost infrastrukture (osobito izvan gradova)
 - Različiti priključci i standardi (Type 2, CCS, CHAdeMO, Tesla)
 - Vrijeme punjenja dulje od točenja goriva (osim kod najbržih stanica)
 - Ovisnost o energiji iz mreže
 - Troškovi priključenja (pogotovo kod većih snaga punjenja)
- Ostalo:
 - U mnogim državama postoje subvencije za kućne punionice
 - Smart grid kompatibilnost omogućuje dvosmjerni tok energije (V2G)



Električni (mali) brodovi

- Plovidba pomoću električnog pogona, bez korištenja fosilnih goriva.
- Namijenjeni za različite uporabe na jezerima, rijekama i obalnom moru.
- Vrste:
 - 100% električni čamci (BEB – Battery Electric Boats) – Pogonjeni elektromotorom i baterijom
 - Solarni čamci – integrirani fotonaponski moduli puni bateriju
 - Hibridni čamci – kombinacija električnog i klasičnog motora (rjeđe)
- Prednosti:
 - Nulta emisija ispušnih plinova – idealno za zaštićene i osjetljive vodene ekosustave
 - Tihi rad – savršeno za rekreaciju, turizam i ribolov
 - Niski troškovi pogona i održavanja
 - Mogućnost punjenja putem solarnih panela ili na obali na punjačima
- Nedostaci:
 - Ograničen domet i brzina (ovisno o kapacitetu baterije)
 - Dulje vrijeme punjenja u usporedbi s punjenjem goriva
 - Viši početni trošak (električni pogon + baterija)
 - Ovisnost o dostupnosti punionica (u nekim područjima) ako nema sunčane elektrane na krovu
- Ostalo:
 - Potencijal za samoodržive sustave – solarni krovovi, pametno upravljanje energijom
 - U razvoju su i modularne baterije za bržu izmjenu na obali



Pumpe za navodnjavanje (na sunčevu energiju)

- Omogućuje navodnjavanje poljoprivrednih površina pomoću pumpi koje se napajaju izravno iz fotonaponskih modula (bez potrebe za mrežom ili dizelskim gorivom).
- Vrste sustava:
 - Direktni DC sustavi – solarni paneli izravno napajaju pumpu (bez baterija)
 - Sustavi s baterijama – omogućuju rad i kad nema sunca
 - Hibridni sustavi – kombinacija solara i mreže ili generatora
 - Kap po kap, raspršivači, mikro-navodnjavanje – metode primjene vode
- Prednosti:
 - Neovisnost o mreži i gorivu – idealno za udaljena područja
 - Niski operativni troškovi – nakon inicijalne investicije
 - Automatizacija rada – moguće povezivanje s vremenskim senzorima
 - Ekološki prihvatljivo – bez emisija, tiho i pouzdano
- Nedostaci:
 - Ovisnost o sunčevom zračenju (manje učinkovito u oblačnim danima bez baterije)
 - Početna investicija u opremu (moduli, kontroler, pumpa)
 - Potrebna pravilna dimenzioniranost sustava prema dubini bunara/spremnika i potrebama navodnjavanja
 - Ograničeni radni sati bez baterija (uglavnom samo danju)
- Ostalo:
 - Idealno za OPG-ove, plasteničku proizvodnju, voćnjake, vinograde i pašnjake
 - Moguća kombinacija s baterijama i spremnicima vode za noćno navodnjavanje
 - Uključiti u ruralne razvojne poticaje i subvencije?



Male vjetroelektrane

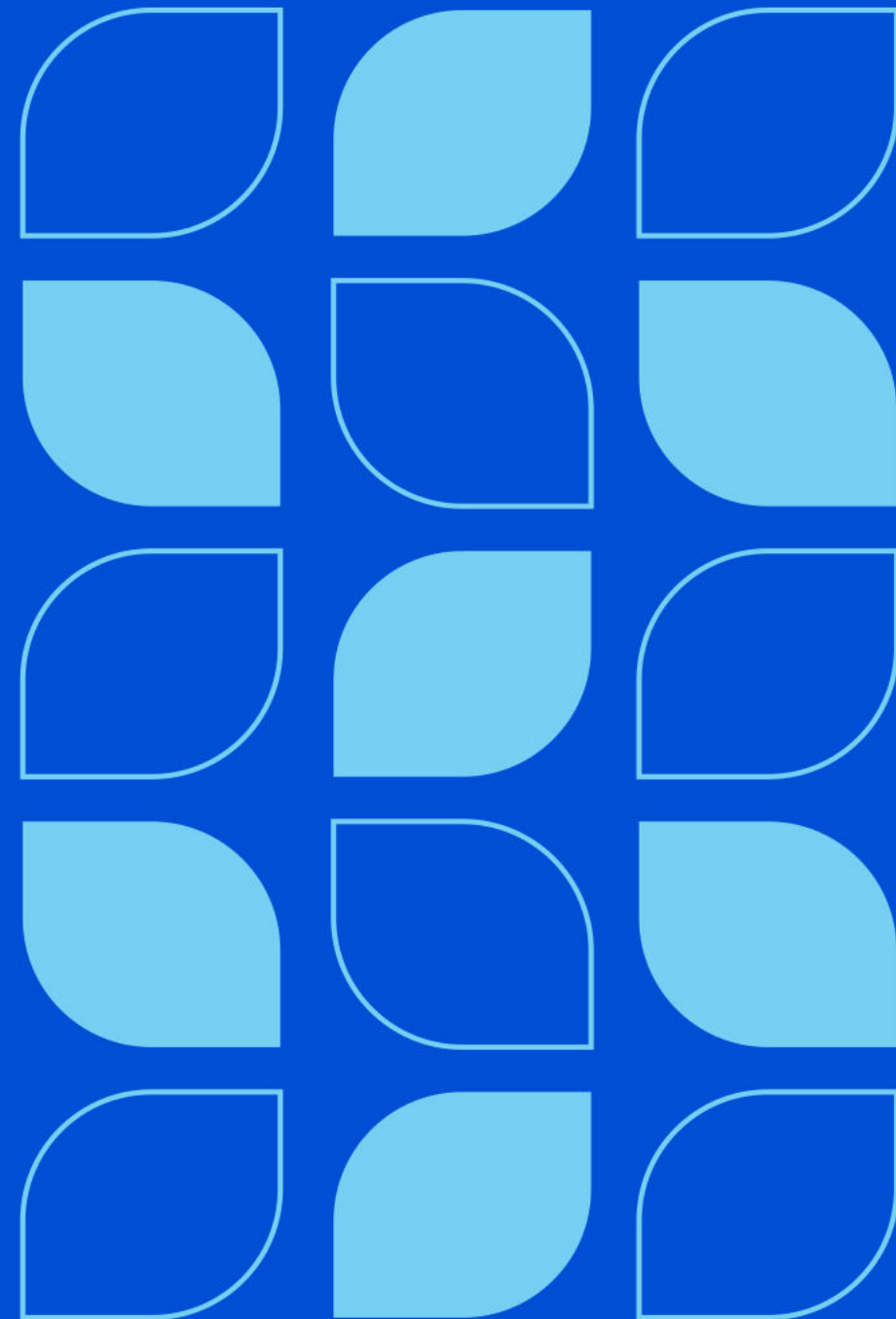
- Produkcija električne energije iz snage vjetra pomoću malih vjetroturbina, idealno za ruralna područja, OPG-ove i kuće izvan mreže.
- Vrste:
 - Horizontalna os (HAWT) – klasičan izgled “propelera”, učinkovitija pri višim brzinama vjetra
 - Vertikalna os (VAWT) – kompaktne, rade i pri nižim brzinama, bolje za turbulentna područja
- Prednosti:
 - Obnovljiv izvor energije, bez emisija
 - Mogućnost potpunog off-grid rada (uz baterije)
 - Idealno za udaljene lokacije bez pristupa mreži
 - Može se kombinirati sa solarnim sustavima za veću stabilnost
- Nedostaci:
 - Ovisnost o brzini i stabilnosti vjetra (potrebne barem 3–4 m/s za isplativost)
 - Manja proizvodnja energije u usporedbi s velikim turbinama ili solarnim sustavima
 - Potrebna visina i slobodan prostor za optimalan rad
 - Potrebno održavanje (mehanički dijelovi, ležajevi, zaštita od korozije)
 - Neprepoznato trenutnim zakonodavnim okvirom (zapravo nepoznata procedura izgradnje ako se misli na spoj na mrežu)
- Ostalo:
 - Snage se kreću od 300 W do 10+ kW, ovisno o potrebama
 - Pogodno za kombinaciju s baterijama i inverterima
 - Prije postavljanja poželjno napraviti analizu vjetropotencijala lokacije



Sadržaj

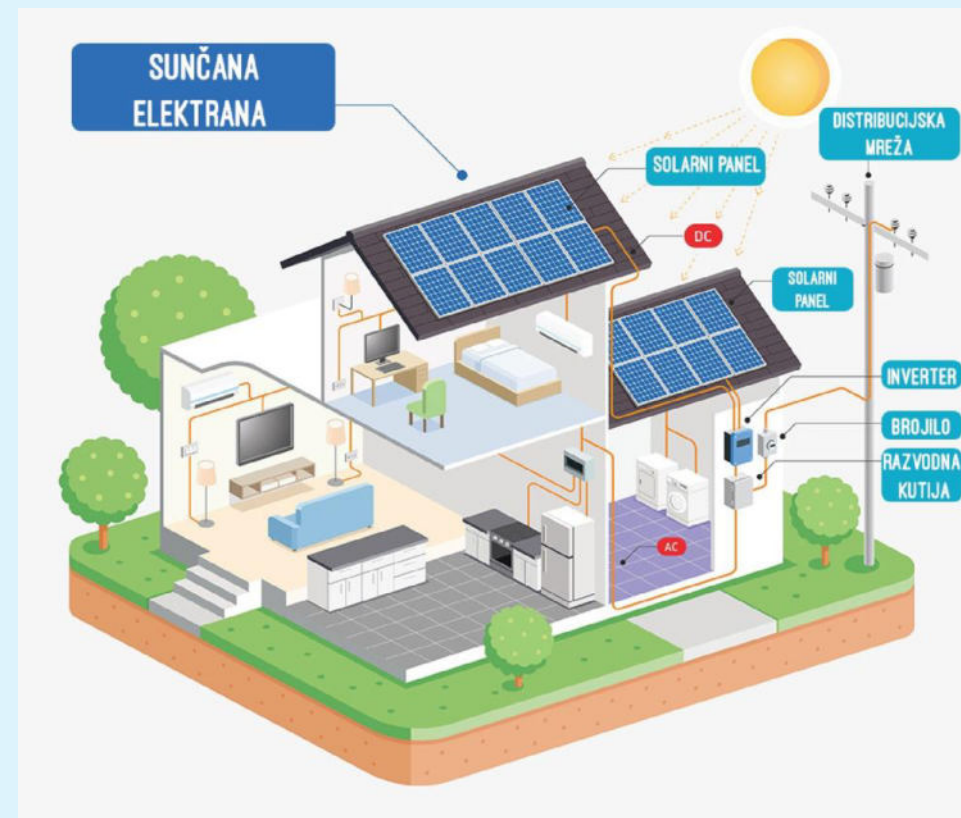
4

U fokusu: sunčane elektrane



Dijelovi tipične sunčane elektrane na krovu

- Fotonaponske ćelije
- Izmjenjivači
- Kablovi
- Podkonstrukcija
- Energy-meter (brojilo)
- Razvodna kutija električne energije
- Opcionalno: Optimizatori
- Opcionalno: Sustav nadzora rada
- Opcionalno: Sustav upravljanja rada

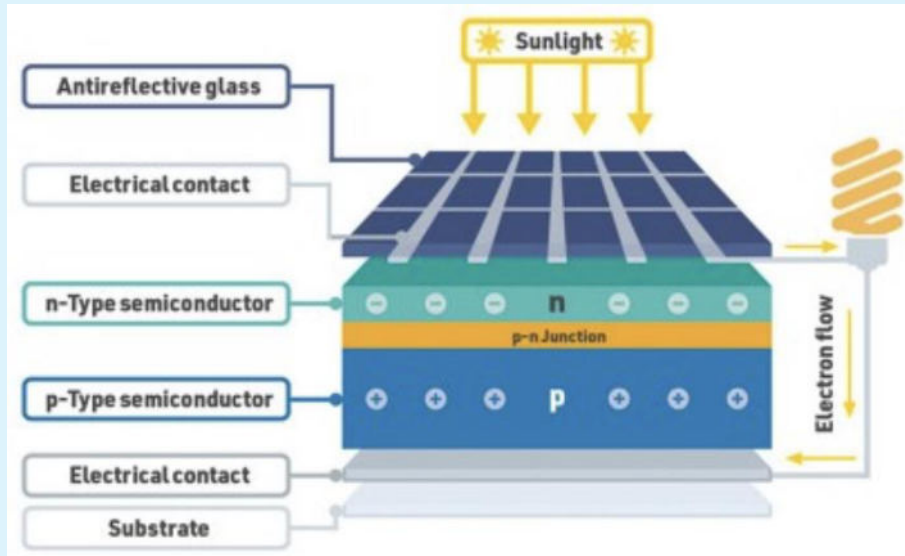


Više o dijelovima sunčanih elektrana – fotonaponski moduli

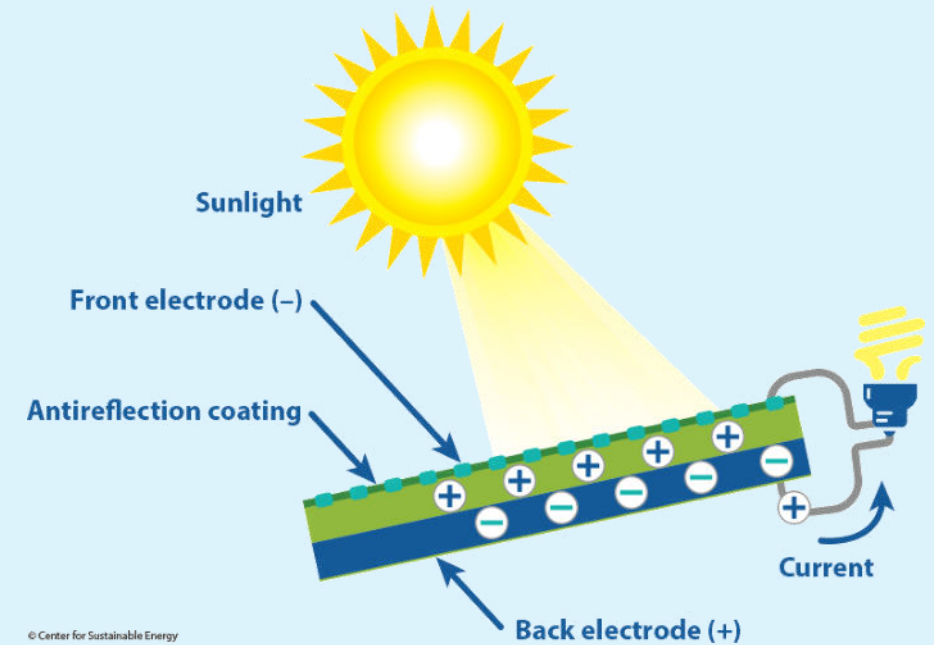
- Pretvaraju sunčevu energiju izravno u istosmjernu električnu energiju (DC) putem fotonaponskog efekta.
- Sastoje se od solarnih ćelija (najčešće silicijskih), zaštitnog stakla, okvira (aluminij), laminata i stražnje folije.
- Vrste
 - Monokristalni – visoka učinkovitost, skuplji, crna boja.
 - Polikristalni – niža cijena, nešto niža učinkovitost, plavkasta boja.
 - Tanki film (engl. thin-film) – fleksibilni, lagani, manja učinkovitost, idealni za specifične primjene (fasade, krovovi bez velike nosivosti)
- Ključne karakteristike
 - Učinkovitost: 15–23 % (ovisno o vrsti).
 - Snaga modula: 250–600 Wp
 - Životni vijek: 25–30+ godina, uz postupni pad učinkovitosti (~0.5% godišnje).
 - Otpornost: UV zrake, vjetar, snijeg, tuča (testirano prema standardima).



Fotonaponski efekt?



Izvor: C&en



© Center for Sustainable Energy

Izvor: Center for Renewable energy

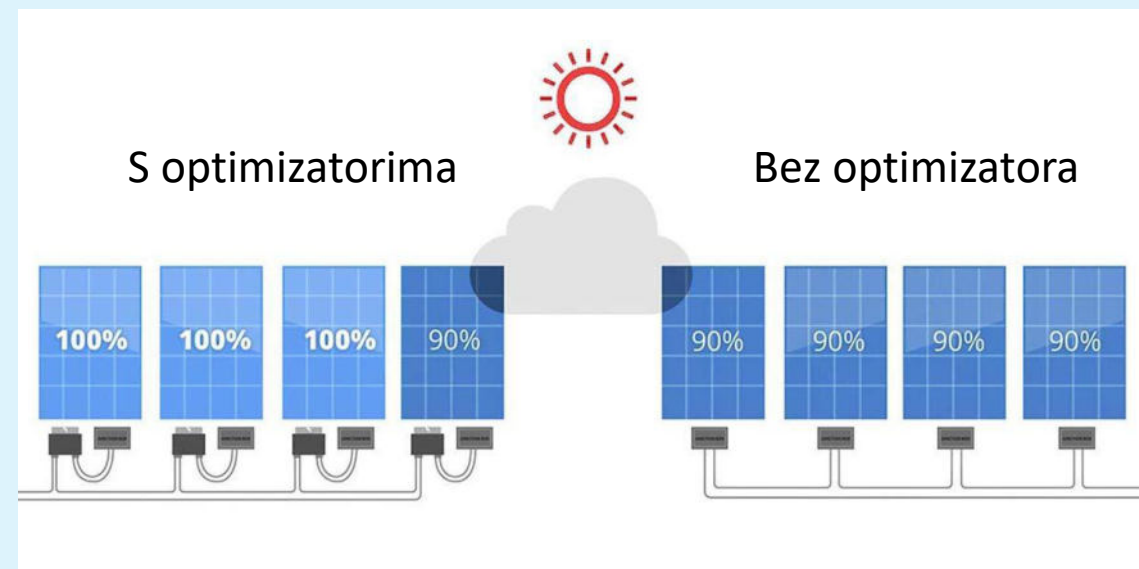
Više o dijelovima sunčanih elektrana - inverteri

- Mozak sunčane elektrane
- Pretvara istosmjernu struju (DC) iz fotonaponskih modula u izmjeničnu struju (AC), prikladnu za upotrebu u kućanstvu ili postrojenju
- Sinkronizira sunčani elektranu s mrežom (ako se radi o ON-GRID sustavu)
- Vrste
 - Centralni inverteri – veći sustavi, svi moduli spojeni na jedan uređaj.
 - String inverteri – standard za kućne sustave, povezuju “nizove” modula.
 - Mikroinverteri – jedan po modulu, veća fleksibilnost, bolji učinak u djelomičnom zasjenjenju, ograničenje snage.
 - Hibridni inverteri – kombinacija s baterijama, omogućuju pohranu energije
- Ključne karakteristike
 - Učinkovitost: 95–99 %
 - Snaga: 1–100 kW (ovisno o primjeni)
 - Radni vijek: 10–15 godina (manje od modula)
- Bez invertera, solarni sustav ne može napajati standardne električne uređaje.
- Ima i sigurnosne funkcije
 - Isključivanje u slučaju nestanka struje
 - Praćenje rada sustava (preko platformi proizvođača)



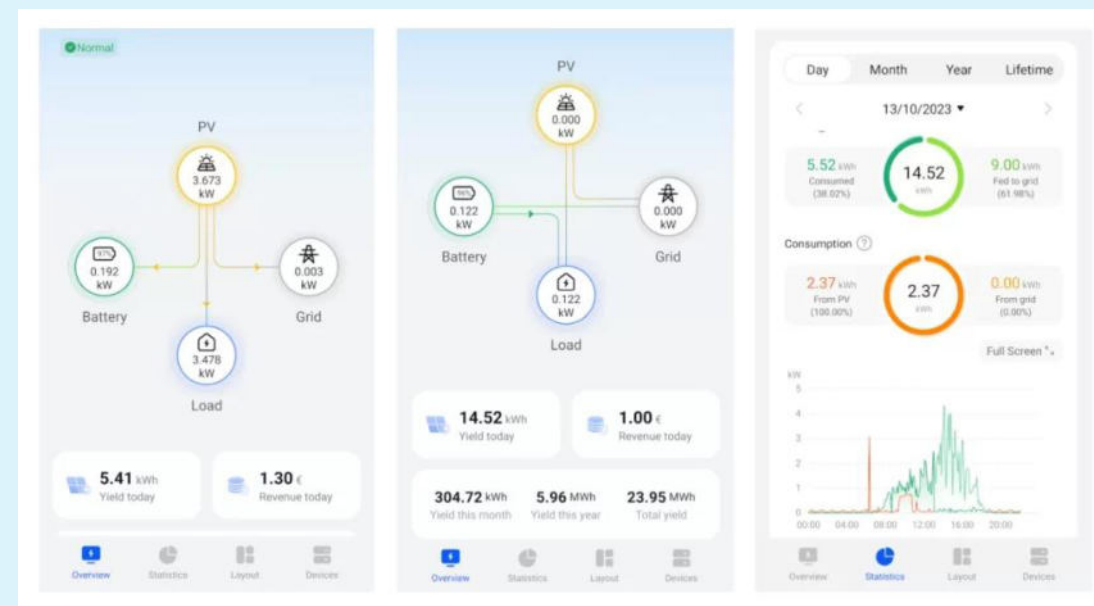
Više o dijelovima sunčanih elektrana - optimizatori

- Omogućuju maksimalno iskorištavanje svakog pojedinog modula neovisno o drugima.
- Rješavaju problem zasjenjenja, neujednačenosti modula i gubitaka u nizu.
- Instaliraju se na svaki modul ili par modula (1x2, 1x4)
- Prate rad i napon pojedinog modula i optimiziraju ga prije nego što energija dođe do invertera.
- Vrste:
 - DC optimizatori (najčešći) – optimiziraju DC izlaz modula prije ulaska u inverter.
 - AC optimizatori (rjeđe) – integrirani s mikroiinverterima za dodatnu analizu i upravljanje.
- Prednosti:
 - Veća ukupna proizvodnja, pogotovo u uvjetima djelomičnog zasjenjenja.
 - Detaljan monitoring – moguće pratiti rad svakog modula pojedinačno te detektirati kvarove.
 - Povećana sigurnost – brzo gašenje napona u slučaju kvara ili požara.
 - Produžuju vijek sustava i omogućuju lakše otkrivanje kvarova.



Više o dijelovima sunčanih elektrana – sustav nadzora

- Softver (web platforma ili mobilna aplikacija) koji omogućuje praćenje performansi solarne elektrane u stvarnom vremenu.
- Dio opreme proizvođača invertera:
 - Gotovo svi moderni inverteri (npr. Fronius, Huawei, SMA, SolarEdge) dolaze s integriranim monitoring sučeljem.
 - Povezivanje putem Wi-Fi, LAN ili GSM modula.
- Što korisnik može pratiti:
 - Trenutnu i povijesnu proizvodnju električne energije
 - Status invertera i eventualne greške
 - Učinkovitost po danima, mjesecima, godinama
 - Kod naprednih sustava: i rad pojedinih modula (ako postoje optimizatori)
- Prednosti:
 - Rano otkrivanje kvarova
 - Veća transparentnost i kontrola
 - Mogućnost daljinske podrške i dijagnostike
 - Korisno za analizu isplativosti ulaganja
- Za kućne korisnike obično besplatan osnovni pristup
- Naprednije funkcije (npr. za OPG-ove i proizvodne pogone) mogu zahtijevati dodatne module ili licence s obzirom na kompleksnost.



Više o dijelovima sunčanih elektrana – sustav upravljanja

- Napredni upravljački sustav koji koordinira proizvodnju, potrošnju, pohranu i mrežni tok energije u solarnim elektranama.
- Ključna komponenta kod hibridnih sustava, otočnih mreža i pametnih mreža (smart grids).
- Glavne funkcije:
 - Upravljanje radom invertera, baterija i potrošača
 - Optimizacija potrošnje (npr. punjenje baterije kad je višak energije)
 - Održavanje stabilnosti napona i frekvencije
 - Automatsko prebacivanje između mrežnog i otočnog rada (on-grid ↔ off-grid)
- Zašto su ovi sustavi važni?
 - Tržište električne energije se mijenja → dolaze nove usluge poput sudjelovanja bilo kojeg privatnog ili poslovnog proizvodnog pogona na tržištima električne energije
 - Novi zakon o OIE će uvesti mogućnost dijeljenja energije s jedne lokacije na drugu
 - Bez microgrid kontrolera je ovo nemoguće!



Neintegrirane sunčane elektrane

- Za razliku od sunčanih elektrana na krovovima, neintegrirane sunčane elektrane predstavljaju ona postrojenja koja se grade na tlu
- Ove elektrane su vrlo često značajno veće od onih na krovovima (10 MW+)
- Sama procedura izgradnje dosta kompleksnija
- Kod ovih elektrana je vrlo važno pratiti prostorni plan tj. vidjeti (s obzirom na općinu/grad/županiju) gdje je dozvoljena gradnja. Obično je to na česticama industrijske namjene ili pak poljoprivrednom zemljištu niske kvalitete (P2 ili P3 ako postoji takva klasifikacija zemljišta).
- P2 ili P3 --> obično daleko od priključenja na mrežu = skup priključak
- Za veće elektrane je potrebno ishoditi famozno „energetsko odobrenje“
- Dijelovi sunčane elektrane su isti kao i kod onih na krovu s razlikom kod podkonstrukcije budući da se ovdje sunčane elektrane postavljaju na postolja



Agrosolari

- Za razliku od neintegriranih sunčanih elektrana, omogućuju dualnu uporabu zemljišta (i poljoprivredna i energetska), dok se kod neintegriranih sunčanih elektrana to ne dozvoljava
- Zakon o prostornom uređenju (NN 67/2023):
 - Uvedena definicija “površina za gradnju agrosunčanih elektrana” – odnosi se na zemljišta s trajnim nasadima upisanima u ARKOD, farmama, plastenicima i staklenicima .
 - Usklađenje agrosolara s prostornim planovima ključno je za dobivanje daljnjih dozvola.
- Zakon o poljoprivrednom zemljištu (NN 20/18, 115/18, 98/19, 57/22):
 - Omogućena je izgradnja infrastrukture za proizvodnju zelene energije na državnom poljoprivrednom zemljištu, uz suglasnost Ministarstva i zadržavanje poljoprivredne namjene
 - Ograničenje: pravo ima isključivo zakupnik državnog zemljišta.
- Pravilnik o agrotehničkim mjerama (NN 22/2019):
 - Moguće je uključiti agrosolare kao agrotehničku mjeru, uz uvjet da ne narušavaju plodnost i funkciju tla
- Uredba o izdavanju energetske odobrenja (NN 70/2023):
 - Definira agrosolare kao FN postrojenja na zemljištima s trajnim nasadima.
 - Energetsko odobrenje moguće je dobiti bez javnog natječaja, ako su vlasnički odnosi i nasadi jasno definirani
- Zakon o tržištu električne energije (NN 111/21, 83/23):
 - Ne definira posebno agrosolare, no vrijede standardne procedure za OIE projekte – studija izvedivosti, priključenje, okolišna dozvola itd.
- Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (NN 138/21, 83/23):
 - Agrosolari se mogu prijaviti za tržišne potpore i otkupne cijene, ali još nedostaje detaljna provedbena regulativa

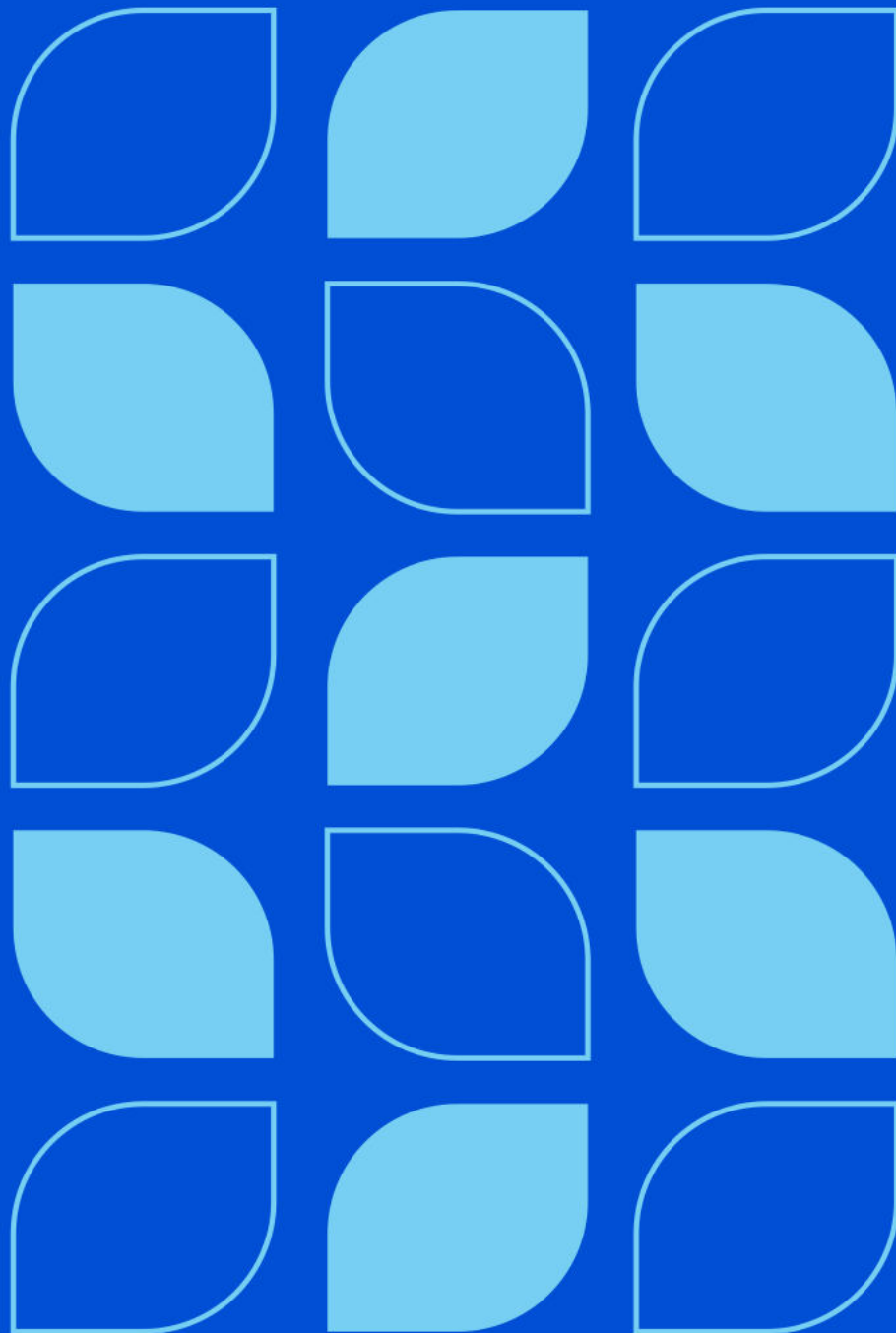


Iznimka i za neintegrirane sunčane elektrane i za agrosolare

- Sunčane elektrane snage do 10 MW se mogu graditi po pravilniku o jednostavnim građevinama
- Prostorni plan se mora poštivati
- Procedura je dosta lakša (nema energetske odobrenja, nema građevinske dozvole)
- Vrijedi i za neintegrirane sunčane elektrane i za agrosolare
- S ovim se ipak ne riješava problem priključenja na mrežu, no možda je ovo dobra opcija za ruralne dijelove za off-grid sustave (puno manje veličine tj. snage)

Sadržaj

5 Postupak izgradnje sunčanih elektrana na krovu



Proces izgradnje sunčane elektrane – OPG / proizvodni pogon



Proces izgradnje sunčane elektrane – kućanstvo



Proces izgradnje sunčane elektrane

Ulazni podaci

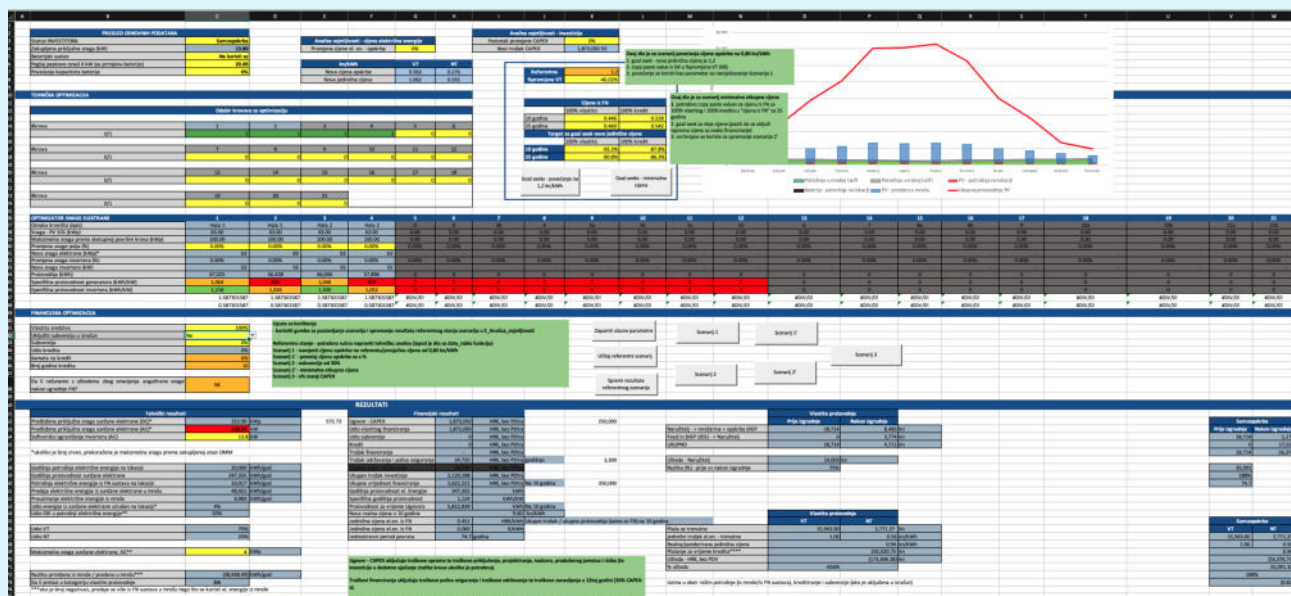
- Riješeno vlasništvo (1/1)
- Akt legalnosti
- Usklađenost katastra, zemljišnih knjiga, akta legalnosti --> aktivacija mogućnosti gradnje sunčanih elektrana po pravilniku o jednostavnim građevinama
- 15min krivulje i energetske kartice (HEP ODS)
- Računi za opskrbu i mrežarinu
- Postojeća dokumentacija (projekti)

Pravilnik o jednostavnim građevinama znači da ne treba ishoditi građevinsku dozvolu!

Proces izgradnje sunčane elektrane

Preliminarna analiza

- Preklapanje potrošnje i proizvodnje
- Valorizacija viškova električne energije
- Iterativno određivanje optimalne elektrane
- Rezultat je vrlo precizno određena elektrana u skladu s potrebama i željama klijenata koja ide dalje u proces izrade dokumentacije



Proces izgradnje sunčane elektrane

Idejno rješenje

- Osnovni tehnički opis i funkcionalnost
- Osnovne brojke (broj panela, broj invertera, proizvodnost)
- Priključak na mrežu
- Sadržaj nije definiran zakonom
- Služi isključivo za dobivanje elektroenergetske suglasnosti

Proces izgradnje sunčane elektrane

Priključenje na mrežu – HEP ODS – OPG / proizvodni pogoni

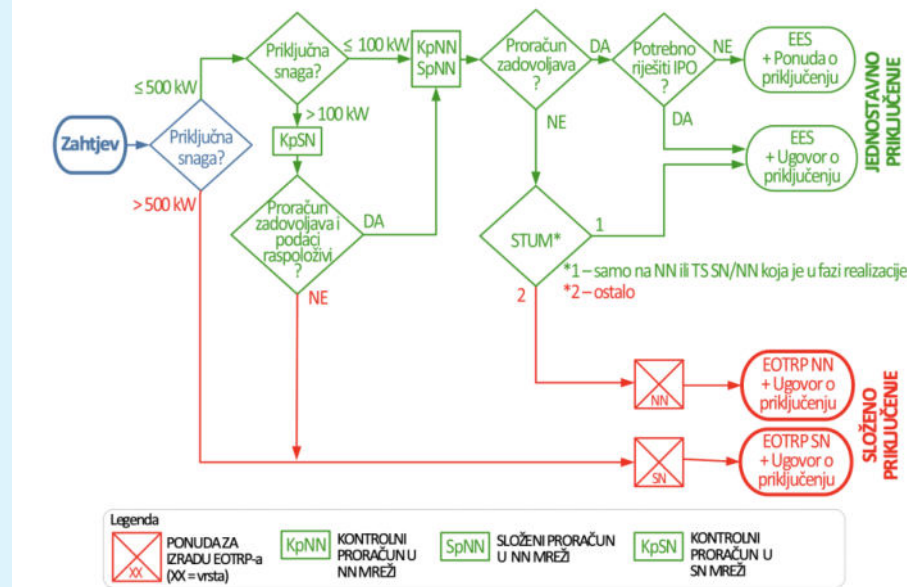
- Elektroenergetska suglasnost (EES) – ishodenje je besplatno
- U sklopu EES se dobije ponuda o priključenju (koliko treba platiti HEP ODS za priključak)
- Maksimalna snaga elektrane = priključna snaga na lokaciji
- Za složenije / veće sustave radi se elaborat (EOTRP)
- EOTRP košta 5 000 – 20 000 EUR
- Kroz EOTRP se definira što klijent mora napraviti po pitanju priključenja na mrežu
- Nakon izrade EOTRP se ishodi EES

Do 30 kW HEP ODS smatra jednostavnim elektranama

Iznad 50 kW su potrebni određeni elaborati

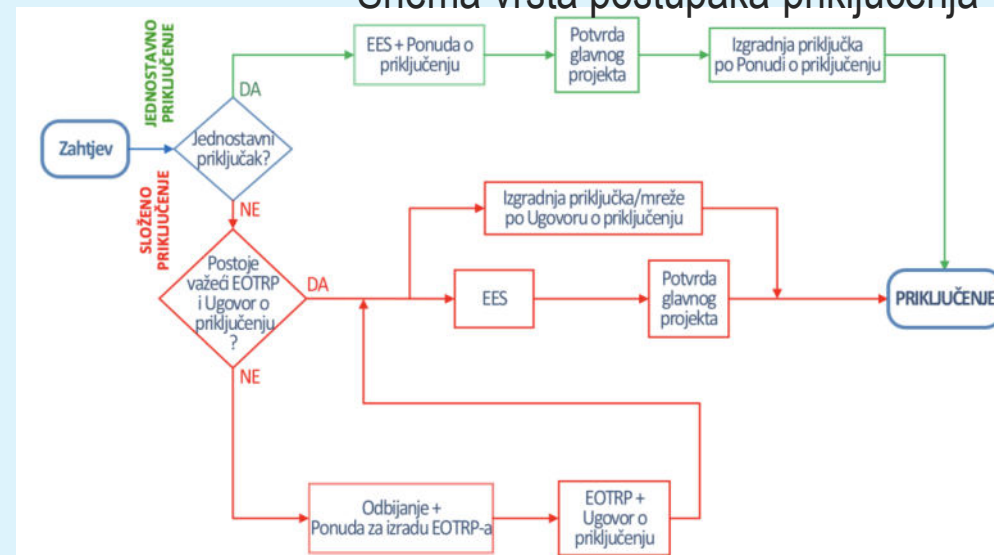
Do 99 kW elektrana se priključuje na razvodni ormar, a iznad na trafostanicu

Do 499 kW je u načelu niski napon, a iznad je srednji napon



Utvrđivanje složenosti postupka priključenja

Shema vrsta postupaka priključenja



Proces izgradnje sunčane elektrane

Priključenje na mrežu – HEP ODS – kućanstva

- Kod kućanstava, EES se zove obavijest o mogućnosti priključenja (OOMP)
- Trošak priključenja = trošak zamjene brojila
- Maksimalna snaga elektrane = priključna snaga na lokaciji
- Nema složenijih sustava jer su kućanstva uvijek do max 30 kW

Proces izgradnje sunčane elektrane

Glavni projekt

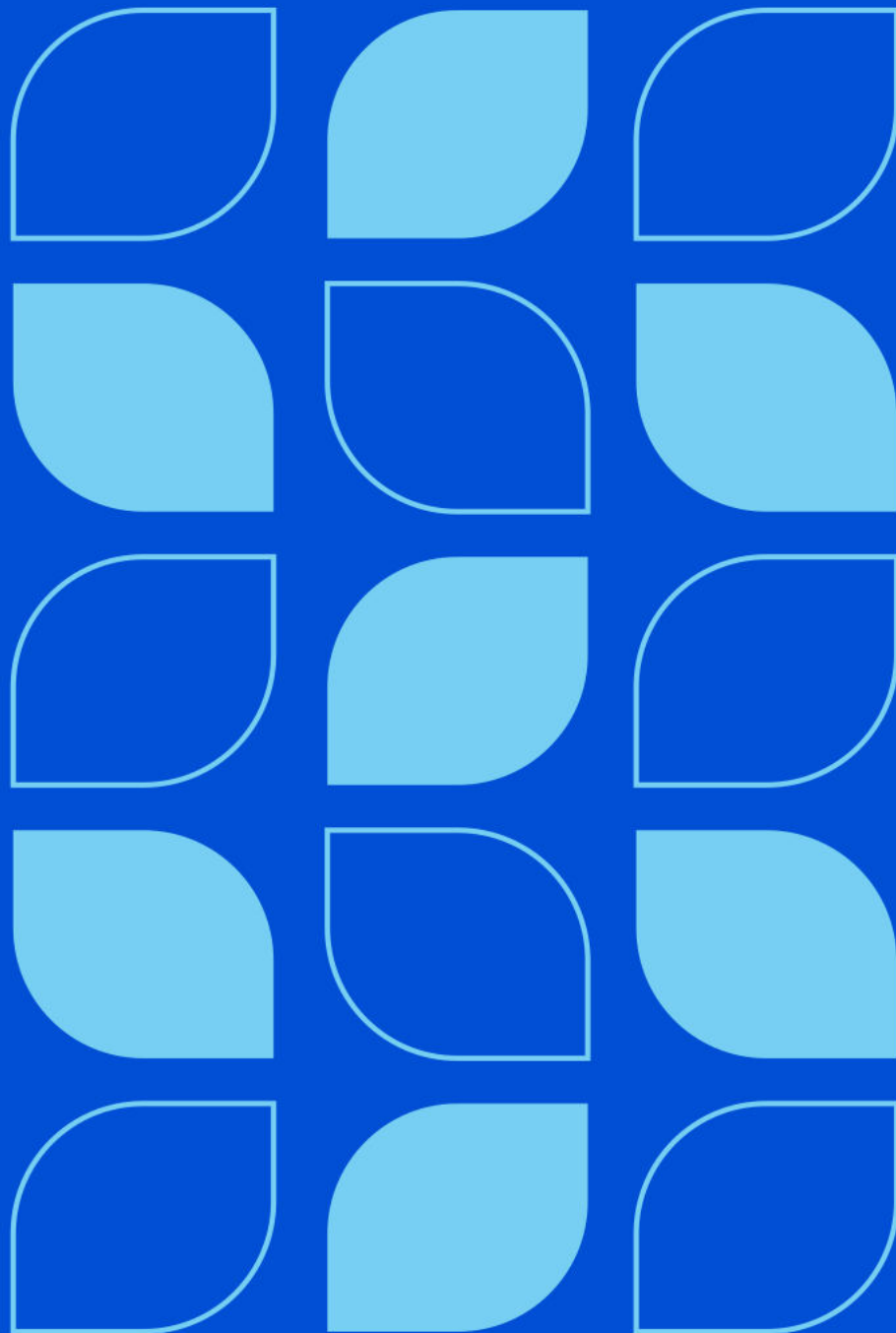
- Detaljna razrada projektne ideje
- Uključuje troškovnik
- REGEA savjet – projekt mora sadržavati:
 - Mapu arhitekture - fokus na požarstvu
 - Mapu građevine – proračun zadovoljavanja statičke izdržljivosti krova
 - Mapu elektrotehnike – sunčana elektrana
 - Mapu sustava nadzora i upravljanja radom (CNUS / Microgrid kontroler)

**MORA SE INZISTIRATI NA PRAVILIMA STRUKE TE
OBUHVAĆANJU SVIH POTREBNIH MAPA U
GLAVNIM PROJEKTIMA!**



Sadržaj

6 Postupak izgradnje ostalih spomenutih tehnologija



Baterijski sustavi pohrane električne energije

- Veličina se određuje sukladno potrebama (isto kao i za sunčanu elektranu)
- Ukoliko sunčana elektrana i baterija imaju zajednički (hibridni) inverter, onda ju HEP ODS zapravo ne gleda kao zasebno postrojenje te se može graditi u sklopu izgradnje sunčane elektrane
- Čak i ako baterija ima svoj zaseban inverter, ne mora se raditi zaseban projekt, već se može graditi u sklopu izgradnje sunčane elektrane, no priključna snaga se gleda jednako kao i priključna snaga sunčane elektrane
- Ako se gradi kao zasebno postrojenje, vrijedi isti hodogram kao i za sunčane elektrane!
- Vrlo veliku pozornost treba posvetiti zaštiti od požara!
- Za veća postrojenja je potrebno ishoditi energetske odobrenje (kao i za veće sunčane elektrane)

Dizalice topline / kotao na biomasu

- Zakon o Gradnji + Pravilnik o jednostavnim građevinama i radovima
- Granica za sustave grijanja, hlađenja i ventilacije od 30 kW učinka → vrlo rijetko se prijelazi u kućanstvima
- Za sustave ispod 30 kW učinka, ukoliko se radi o individualnoj mjeri ili o mjeri u sklopu energetske obnove, nije potrebno izrađivati cjelovitu projektno-tehničku dokumentaciju (glavni projekt strojarskih instalacija) već je dovoljno od izvođača dostupnih na području na kojemu se nalazi građevina/kuća dobiti ponudu za „ključ u ruke“ rješenje ili detaljan troškovnik.
- Kod sustava koji su veći od 30 kW učinka (npr OPG ili proizvodni pogon), potrebno je slijediti zakonodavni okvir, a on podrazumijeva izradu projektno-tehničke dokumentacije i ishodenje dozvola. Projektno tehnička dokumentacija obuhvaća mape strojarskih i elektrotehničkih instalacije, a ponekad i ostale mape (arhitektura, konstrukcija) ako je to potrebno. Ishodi se građevinska dozvola jer se radi o izmjeni osnovnih parametara zgrade
- Dodatno, kod dizalica topline voda-voda / tlo-voda / tlo-zrak potrebno je ishoditi dodatne dozvole za zahvat podzemne vode ili korištenje tla (vodopravna dozvola, dozvola za bušenje bunara ili geotermalnih sondi)
- Napomena: vrlo često se kod dizalica topline dogodi da trenutna priključna snaga na mrežu električne energije nije dovoljna stoga se u sklopu ovog projekta mora povećati i zakupljena snaga (prolazi se ista procedura kao i za sunčanu elektranu po pitanju komunikacije s HEP ODS)

Infrastruktura za punjenje električnih vozila

- Ukratko, punionice se gledaju kao bilo koji drugi potrošač koji se priključuje na distribucijsku mrežu električne energije
- Za razliku od sunčane elektrane i/ili baterije koje mogu komunicirati s mrežom u oba smjera (primanje ili predavanje energije), punionice isključivo preuzimaju električnu energiju iz mreže
- HEP ODS nikad neće raditi probleme oko svog novog potrošača, no treba voditi računa o sljedećem:
 - Ukoliko se radi o postojećem brojilu, ovisno o njegovoj snazi, bit će potrebno platiti dokup priključne snage (200 eur/kW9)
 - Ukoliko se radi o novom brojilu, HEP ODS, ovisno o snazi punionice i dostupnom kapacitetu mreže može raditi probleme
- Procedura razvoja punionice je vrlo često jednostavna – izradi se dokumentacija (idejni projekt), zatraži se priključenje na postojeće brojilo (na kojemu će npr biti i sunčani elektrana) ili na zasebno brojilo, dobije se suglasnost HEP ODS, izradi se glavni projekt te se ide u izgradnju

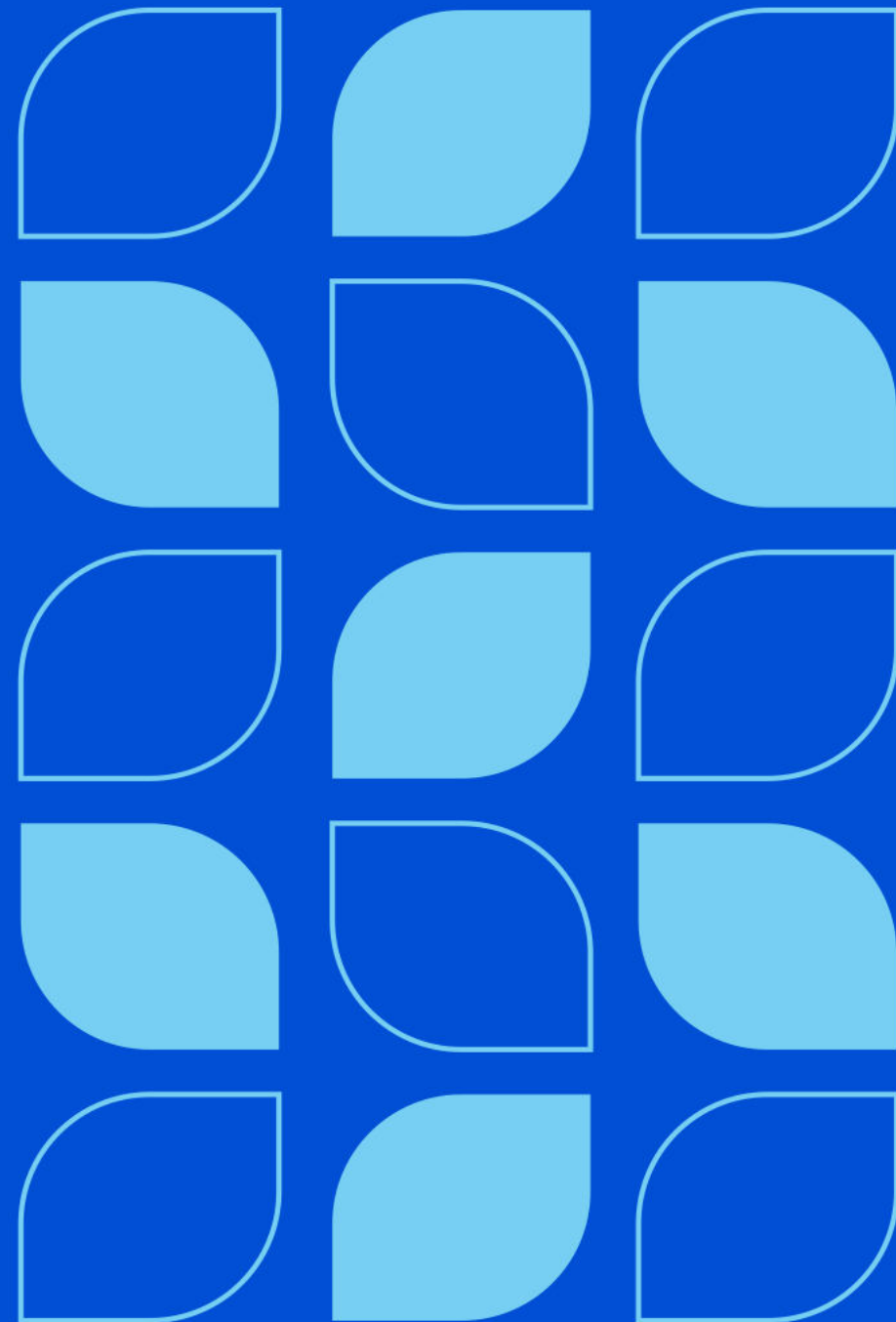
Male vjetroelektrane

- Izgradnja malih kućnih vjetroelektrana u Hrvatskoj zahtijeva pridržavanje određenih zakonskih koraka i procedura.
- Iako Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima detaljno propisuje koje se građevine mogu graditi bez građevinske dozvole, vjetroelektrane nisu eksplicitno navedene među tim građevinama.
- Stoga, za izgradnju male kućne vjetroelektrane potrebno je slijediti sljedeće korake:
 1. Provjera prostornoplanske dokumentacije: Prije pokretanja bilo kakvih aktivnosti, potrebno je provjeriti je li na vašoj lokaciji dopuštena izgradnja vjetroelektrane prema važećim prostornim planovima.
 2. Izrada idejnog rješenja
 3. Ishođenje elektroenergetske suglasnosti
 4. Izrada idejnog projekta
 5. Ishođenje lokacijske dozvole: Ako prostorni plan dopušta izgradnju, sljedeći korak je ishođenje lokacijske dozvole od nadležnog upravnog tijela.
 6. Izrada glavnog projekta: Angažiranje ovlaštenog projektanta za izradu glavnog projekta vjetroelektrane, koji će biti osnova za daljnje dozvole.
 7. Ishođenje građevinske dozvole (I potvrde glavnog projekta): Podnošenje zahtjeva za građevinsku dozvolu nadležnom tijelu, uz priloženi glavni projekt i ostalu potrebnu dokumentaciju.
 8. Ishođenje uporabne dozvole: Prije puštanja u rad, potrebno je ishoditi uporabnu dozvolu koja potvrđuje da je vjetroelektrana izgrađena u skladu s dozvolama i propisima.

Sadržaj

7

Modeli provedbe



Modeli izgradnje sunčanih elektrana

Tradicionalni model

- Za sada (nažalost) najučestaliji oblik provedbe projekata izgradnje
- Naručitelj samostalno zasebno angažira sve sudionike u gradnji (projektiranje, građenje, nadzor)
- Završetkom glavnog projekta se jako suzio izbor opreme što često uzrokuje čekanja u izgradnji ukoliko izvođač nema takvu opremu na „lageru”
- Vrlo često nužan način provedbe projekta budući da se za subvencioniranje traži glavni projekt
- Naručitelj = Investitor što znači da mora osigurati kako god zna financijska sredstva (vlastita sredstva, kreditiranje, ostalo)
- Naručitelj snosi sve rizike tj. kod bilo koje greške ili problema, vrlo često mora uložiti dodatna sredstva

Alternativni model (ključ u ruke)

- Najučestaliji model provedbe kroz PVMax projekt
- Jedinstveni ugovor za izradu glavnog projekta i izgradnje sunčane elektrane
- Može se potpisati nakon ishoda EES / EOTRP
- Rizici vezani uz kvalitetu projektne dokumentacije se efikasno mitigiraju
- Smanjuje se sukob između projektanta i izvođača jer je to ista pravna osoba
- Skraćuje se vrijeme izrade dokumentacije
- Izvođač projektira s onom opremom koja mu je raspoloživa
- Naručitelj = Investitor što znači da mora osigurati kako god zna financijska sredstva (vlastita sredstva, kreditiranje, ostalo)

Proces izgradnje sunčane elektrane – OPG / proizvodni pogon



Modeli izgradnje sunčanih elektrana

Alternativni model (PPA ugovor)

- Ne naručujete izgradnju fotonaponske elektrane već naručujete isporuku električne energije!
- Može se potpisati nakon ishoda EES / EOTRP
- Odabrani izvođač se obvezuje projektirati, izgraditi i financirati fotonaponsku elektranu
- Zauzvrat potpisujete s njim ugovor o isporuci električne energije na 10-25 godina (po dogovoru) po fiksnoj ili promjenjivoj cijeni
- Nakon isteka ugovora, elektrana prelazi u Vaše vlasništvo
- Za vrijeme ugovora i dalje prodajete viškove u mrežu
- Izvođaču je u interesu da Vam proda što više električne energije pa samim time osigurava najbolju moguću opremu te se brine o tome da fotonaponska elektrana uvijek radi najbolje što može
- Digitalnim putem se mjeri koliko ste dobili električne energije te Vam se na temelju toga isporučuje račun
- Svi rizici (od sklapanja ugovora) su na izvođaču

Modeli izgradnje sunčanih elektrana

Primjer 1. Opća bolnica Zabok

- 438 kWp / 420 kW fotonaponska elektrana na krovu bolnice
- cca 450 MWh zelene energije – cca 14% potreba Bolnice
- 10 godina ugovor
- Prodajna cijena električne energije: 111.5 €/MWh (s PDV)
- Godišnja ušteda za Bolnicu: 5 300 €

Primjer 2. Dodatna elektrana za Opću bolnicu Zabok

- Izgradnja i nadstrešnice i dodatne elektrane 733 kWp / 600 kW
- Kroz ugovor se financira i nadstrešnica i elektrana
- 20-25 godina ugovor (još se odlučuje o tome)
- Tražena prodajna cijena električne energije: 135 €/MWh (s PDV)
- Trenutno u procesu pripreme javnog natječaja



Primjer 3. Grad Zagreb

- Javna nabava za izgradnju 16 elektrana (8 lokacija odabrano, ostale otpale zbog kvalitete krova)
- Ukupno 1 700 kWp / 1 500 kW
- Ugovor na 15 godina
- Prodajna cijena električne energije: 135 €/MWh (s PDV)
- U procesu izgradnje

Primjer 4. Opća bolnica Karlovac

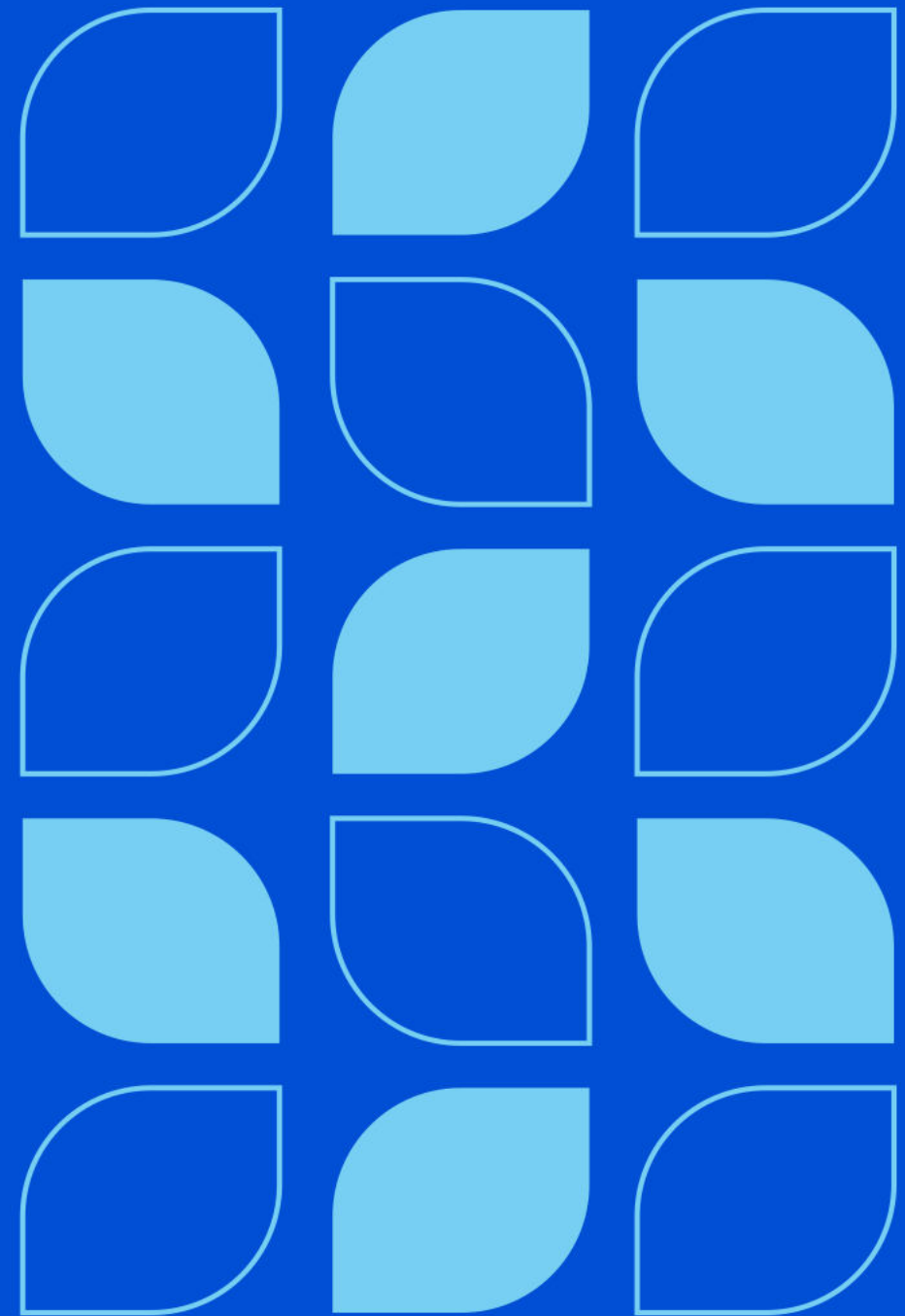
- 368 kWp / 320 kW
- Ugovor na 10 godina
- Prodajna cijena električne energije: 135 €/MWh (s PDV)
- Pušteno u pogon početkom 2025. godine



Sadržaj

8

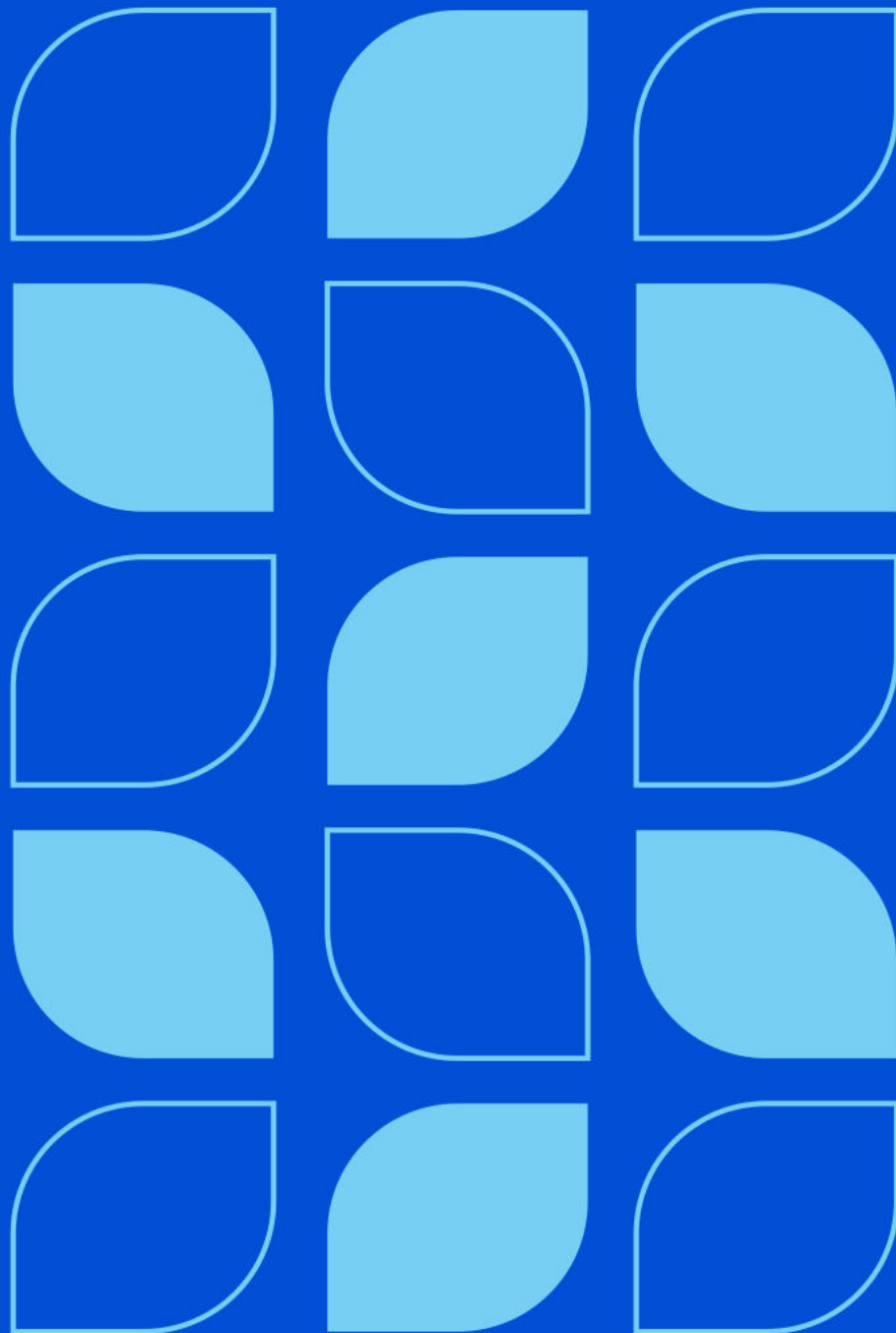
Pogled u (blisku) budućnost



Umjesto zaključka

- Bilo koji obnovljivi izvor energije je u dugoročnom pogledu isplativ jer, osim financijskih ušteda, pruža energetska neovisnost
- Sunčane elektrane definitivno prednjače po potencijalu
- Razmišljajte o baterijskim sustavima, pogotovo u off-grid sustavima --> oni su u zadnjim natjecajima na razini RH prepoznati
- Potrošnja toplinske energije je često zanemarena, a zapravo predstavlja 60% ukupne potrošnje u kućanstvima u RH --> ovisno o geografskom položaju razmišljajte kako i kuće, ali i OPG i postrojenja prebaciti na biomasu ili dizalice topline. Njih možete lakše „kontrolirati” po pitanju troška energenata, pogotvo ako se radi o dizalici topline u kombinaciji sa sunčanom elektranom i baterijom
- Koristite alternativne modele izgradnje sustava ukoliko možete – brže, sigurnije, kvalitetnije te manje rizika za investitora
- Ukoliko nemate sredstava za kotlove na biomasu, dizalice topline, sunčane elektrane – razmišljajte o PPA modelu
- Razmišljajte o udruživanju u energetske zajednice – na lokalnoj/regionalnoj/nacionalnoj razini
 - Moći ćete dijeliti energiju između svojih postrojenja (ako su priključena na mrežu / on-grid)
 - Moći ćete raditi projekte energetske obnove ili kupnju uređaja/vozila/ostalog zajedno (objedinjena javna nabava)
 - Moći ćete sudjelovati na tržištima električne energije (npr. kupovati na burzi električnu energiju za sve članove)

Sadržaj





Zahvaljujem na pozornosti!

Marko Čavar
Voditelj odjela Energija
REGEA