Interreg Co-funded by the European Union

IPA Croatia – Serbia

engage energy efficient communities

Razvijeni model EZ za mapirane ruralne sredine

UVOD I STRATEŠKI KONTEKST

U ruralnim sredinama kao što je Strizivojna s jasnim obrascima potrošnje energije, stabilnim lokalnim resursima i ograničenom industrijskom aktivnošću energija nije samo infrastrukturno pitanje, već strateški resurs. U takvim sredinama svaka promena u energetskom sistemu ima multiplikativne posledice: utiče na lokalne budžete, poljoprivredu, domaćinstva, javne institucije, komunalne službe, kvalitet vazduha, pa čak i na demografske tokove.

U Strizivojni je prethodna studija izvodljivosti pokazala izuzetno visok nivo energetske zavisnosti od fosilnih goriva i električne energije izvan lokalne zajednice. Takav model, iako funkcionalan, nije održiv ni ekonomski ni ekološki. Trend rasta cena energenata direktno je prenosio rizik na opštinski budžet, posebno kod grejanja škola, vrtića i drugih javnih objekata.

Istovremeno, analiza lokalnih resursa pokazuje da Strizivojna posjeduje veliku koncentraciju drvne biomase,sečke iz strugara, piljevine i otpada iz drvne industrije,oja se godinama tretirala kao otpad. Uz to, svi ključni javni objekti poseduju krovne površine pogodne za instalaciju fotonaponskih sistema snage od 20 kW do 150 kW po objektu. Drugim rečima, lokalna sredina poseduje sve resurse potrebne za stvaranje energetski samoodržive zajednice, onako kako to EU direktive i nacionalni energetski planovi danas snažno podstiču.

Primer Subotice, gde su javne institucije integrisale solarne elektrane u svoje energetske bilanse i postigle ogromne uštede, pokazuje da lokalne zajednice mogu stvoriti funkcionalan energetski sistem bez povećanja prostornih zahteva i bez komplikovanih infrastrukturnih projekata.

Dakle, ovaj projekt nije samo zamena energenta,to je transformacija energetskog modela ruralne opštine.

Energetska zajednica, u ovom kontekstu, nije samo formalno telo nego mehanizam kojim:

- ✓ opština postaje proizvođač energije,
- ✓ građani i lokalne firme postaju aktivni učesnici,
- ✓ toplotna i električna energija se proizvodi lokalno,
- ✓ zajednica stvara nove prihode,
- ✓ postiže se dugoročna stabilnost cena.

Ovaj koncept je u skladu sa EU RED II/RED III direktivama, Zelenim planom i ciljevima klimatske neutralnosti.

ENERGETSKI RESURSI I TEHNIČKI POTENCIJALI RURALNE SREDINE

Energetska struktura ruralnih zajednica zavisi od tri ključna faktora: raspoloživih lokalnih resursa, infrastrukturnih mogućnosti i potrošnih obrazaca stanovništva i javnih institucija. U slučaju Strizivojne, zahvaljujući dokumentovanim podacima o biomasi, detaljnoj evidenciji javnih objekata i jasno definisanom obrascu potrošnje toplotne i električne energije, moguće je izvršiti preciznu analizu stvarnog energetskog potencijala. Taj potencijal predstavlja osnovu za formiranje održive energetske zajednice zasnovane na obnovljivim izvorima.

Dok je većina ruralnih sredina u regionu oslonjena na individualna ložišta, tečna goriva ili električnu energiju kao primarni izvor grejanja, Strizivojna je jedna od rijetkih opština koja posjeduje koncentrisanu drvnu industriju i stabilan dotok biomase tokom cele godine. Kombinacija tih faktora, zajedno s velikim brojem javnih objekata sa neiskorištenim krovnim površinama, stvara izuzetno povoljan energetski profil.

U ovom poglavlju detaljno se obrađuju svi resursi koji čine temelj buduće energetske zajednice: biomasa kao glavni toplotni energent, solarna energija kao izvor električne energije, te postojeća i planirana infrastruktura koja omogućuje integraciju tih resursa u jedinstveni sistem.

Biomasa kao strateški energent ruralne zajednice

Biomasa je u Strizivojni temelj toplotnog energetskog sistema. Studija izvodljivosti pokazuje da se najveći deo biomase generiše iz kontinurane drvne proizvodnje i prerade, koja stvara značajne količine piljevine i sečke. Ovaj otpadni materijal, koji se tradicionalno smatrao nusproduktom, ovim projektom dobija funkciju strateškog energenta.

Energetska vrednost i stabilnost snabdevanja

Energetska vrednost drvne sečke kreće se između 3,8 i 4,2 kWh/kg, zavisno od vlažnosti i granulacije. Uzimajući konzervativnu vrijednost od 3,9 kWh/kg i godišnju raspoloživost od najmanje 3.500 tona, u ruralnoj sredini tipi;ne veličine je potencijalno dostupno oko:

13,7 GWh toplotne energije godišnje.

Što bi omogućilo vlastitu energetsku sigurnost za narednih 20-30 godina.

Ovaj podatak je ključan za formiranje energetske zajednice: stabilan lokalni energent smanjuje zavisnost od tržišta i omogućuje predvidljivo tarifiranje.

Lokalna dostupnost i logističke prednosti

Zbog činjenice da se biomasa proizvodi unutar opštine, logistički troškovi nabavke gotovo su nepostojeći u odnosu na fosilna goriva. Transport se odvija malim radijusom kretanja, često iz kruga od svega 1-2 km od objekata gdje se biomasa skladišti. Takva blizina daje EZ-u tri ključne prednosti:

- mogućnost dugoročnog ugovora po stabilnim cenama,
- minimalne emisije transporta,
- gotovo potpunu eliminaciju rizika od prekida u lancu snabdijevanja.

Uobičajeno je da sistemi na biomasu zavise od sezonskih oscilacija u dostupnosti goriva. Strizivojna je suprotna njen lanac snabdijevanja je dvanaestomjesečni.

Kontrola kvaliteta biomase

U cilju osiguranja optimalnog rada kotlovskog postrojenja, kvalitet biomase je ključan. Studija izvodljivosti predlaže prosječnu vlažnost goriva od 20-30%. Postrojenje je projektovano sa automatizovanim sistemima za merenje vlažnosti i doziranje, što sprečava pad efikasnosti i povećanu proizvodnju pepela.

Nasuprot tome, mnoge opštine u regionu trpe varijabilnost kvaliteta biomase, što vodi slabijem sagorevanju i višim emisijama. Strizivojna je zbog lokalne industrije u povoljnijoj poziciji: vlaga sečke iz strugara je ujednačena, a drvni otpad se može sušiti na otvorenom tokom sezone.

Solarni potencijal ruralnog područja

Iako se Strizivojna oslanja na biomasu za toplotnu energiju, električna energija predstavlja drugi ključni element energetske zajednice. Krovni potencijal javnih objekata omogućuje instalaciju fotonaponskih sistema snage od 250 do 400 kW ukupno, u zavisnosti od mikro-lokacije.

Subotički model, koji je takođe implementiran na javnim objektima, pokazuje da jedna opština može ostvariti uštede do 40-70% troškova električne energije kroz:

- precizno dimenzioniranje fotonaponskih sistema,
- SCADA/EMS nadzor,

- integraciju solarne proizvodnje s postojećim energetski intenzivnim sistemima,samopotrošnju bez stvaranja velikih viškova.

Strizivojna, za razliku od Subotice, ima dodatnu prednost: kompaktna teritorija i mali broj udaljenih lokacija. To znači da se solarni sistemi mogu lakše integrisati u zajednički energetski bilans EZ-a.

Potencijal instalirane snage fotonaponskih sistema (primer uobičajenih krovnih površina)

Objekat	Krovna površina (m^2)	Potencijalna instalirana snaga (kW)	Godišnja proizvodnja (kWh)
Osnovna škola	420-600	70-100	80.000-120.000
Vrtić	260-320	30-50	34.000-55.000
Zgrada opštine	150-220	20-40	22.000-45.000
Sportska dvorana	700-1.100	80-150	95.000-180.000
Komunalni centar	300-450	40-70	48.000-85.000

Ukupni solarni portfelj prema ovoj tablici iznosi 240-410 kW, što omogućuje godišnju proizvodnju električne energije između 280 i 485 MWh.

To znači da jedna manja opština može pokriti:

60-90% električne potrošnje javnih objekata,100% potrošnje pumpi toplovodnog sistema, značajan deo režijskih troškova EZ-a. Ovi prarametri su dati da bi smo formirali sliku o tome kolika je dobit od instaliranja takvih sistema.

Kada se solarna energija integriše sa toplovodom, dobija se robustan i otporniji hibridni sistem koji omogućuje zajednici energetsku autonomiju.

Kombinacija biomase i solarne energije - sinergijski efekti

Prednost ovog modela je u tome što biomasa i solarni resursi savršeno komplementarni. Kotlovi na biomasu rade najvećim delom zimi, dok solarni sistemi daju najviše energije leti. Za razliku od

individualnih sistema, gde je sinergija ograničena, u centralizovanom modelu EZ sinergija postaje strateški važna.

Solarna energija može preuzeti potrošnju svih električnih sistema u letnjim mesecima, dok biomasa pokriva toplotne potrebe. Tokom prijelaznih perioda (proleće i jesen), solarni sistem rasterećuje kotlarnicu jer omogućuje smanjenje rada pumpnih grupa u optimalnom režimu.

U Subotici se pokazalo da objekti koji imaju PV instalacije imaju i manju potrošnju električne energije, ne zato što više štede, već zato što sistem EMS (Energy Management System) optimizuje rad svih potrošača. Ovaj princip može se preneti i na Strizivojnu.

Tehničke, geografske i infrastrukturne prednosti Strizivojne

Strizivojna ima nekoliko infrastrukturnih prednosti u odnosu na druge ruralne zajednice:

- ✓ Kompaktan raspored javnih objekata - toplovodna mreža može biti kraća, efikasnija i dugoročno jeftinija za održavanje.
- ✓ Blizina industrijske zone i potencijalne lokacije kotlarnice-smanjuje troškove transporta i gubitaka.
- ✓ Topografija bez većih nagiba-pogodna za ravnomernu mrežu i vazdušnu distribuciju PV kablova.
- ✓ Snažna lokalna drvna industrija-garantuje kontinuiranu dostupnost biomase.
- ✓ Visoka uključenost zajednice-Strizivojna ima izuzetno aktivnu lokalnu samoupravu, što je presudno za EZ.

U poređenju sa Suboticom:

Subotica ima veći broj javnih objekata i veću prostornu raspršenost, dok Strizivojna ima manje objekata, ali ih je lakše povezati toplovodnom mrežom.

Subotica ima razvijeniji EMS sistem; Strizivojna ima idealne uslove da uvede isti sistem bez velikih izmena.

Strizivojna ima višestruko veći energetski potencijal biomase nego Subotica, što joj daje drugačiju strukturu autonomije.

NAPREDNI TEHNIČKI MODEL ENERGETSKE ZAJEDNICE

Kotlarnica na biomasu-Toplovod-Solarni potencijal-SCADA i EMS integracija

Tehnički model energetske zajednice u ruralnom području mora biti projektovan tako da zadovolji tri osnovna cilja: pouzdanost, efikasnost i integrativnost. Svaka tehnološka komponenta - kotlarnica, toplovod, solarni fotonaponski sistemi, merna i upravljačka oprema, te nadzorni sistemi - zajedno grade jedinstveni energetski ekosistem u kojem ni jedan podsistem ne funkcioniše izolovano. U nastavku se pruža dubinska tehnička razrada takvog modela, utemeljena na podacima iz studije Strizivojna, dopunjena naprednim inženjerskim konceptima i iskustvenim lekcijama iz Subotice.

U ruralnoj sredini poput Strizivojne, gde se toplotna potrošnja koncentriše na nekoliko ključnih javnih objekata unutar vrlo definisanog prostornog obuhvata, tehnički model može biti projektovan izuzetno precizno. Svi javni objekti nalaze se u radijusu koji omogućava toplovodnu mrežu kratke dužine, malih toplotnih gubitaka i minimalnog operativnog troška. Ova prostorna i energetska kompaktnost predstavlja ključnu prednost Strizivojne u odnosu na druge opštine.

Istovremeno, solarni potencijal svih javnih objekata omogućuje stvaranje električnog podsistema koji nadopunjuje toplotni, naročito u segmentu rada pumpnih grupa i upravljanja sistemom.

Energetska zajednica nije samo sistem grejanja, nego integrisani energetski sistem koji se optimizuje kroz potpuno digitalizovan nadzor i upravljanje.

Kotlarnica na biomasu

Kotlarnica predstavlja energetsko jezgro zajednice. Njena pouzdanost i funkcionalnost diktiraju operativnu stabilnost cijelog toplovodnog sistema. Navedeni kapacitet omogućava da se sve toplotne potrebe javnih objekata zadovolje čak i u danima najnižih zimskih temperatura (-15°C do -20°C), što se uzima kao proračunski minimum za kontinentalni klimatski pojas.

Kotlarnica je koncipirana kao potpuno automatizovano postrojenje sa mehaničkim transportom goriva, automatskom regulacijom sagorevanja, kontinuiranim nadzorom radnih parametara i integrisanom SCADA infrastrukturom. Takva postrojenja tradicionalno zahevaju visoku stabilnost kvaliteta biomase, što je u Strizivojni osigurano blizinom drvoprerađivačke industrije.

Tehničke karakteristike goriva i uticaj na rad postrojenja

Studija Strizivojna navodi prosječnu vlažnost drvne sječke od 20-30% i granulometriju 3-5 cm. To je idealna konfiguracija za rešetkasto ložište, koje podnosi varijabilni kvalitet goriva i ima veliku mehaničku otpornost. Vlažnost biomase je ključni faktor jer direktno utiče na:

- efikasnost kotla (viša vlažnost = niža efikasnost),
- brzinu sagorevanja,
- emisije CO i CO_2,
- količinu pepela,
- rad ventilacijskog sistema.

Sistemi doziranja i skladištenja biomase

Skladište biomase za slične kotlarnice je projektovane zapremine 100-150 m^3, što omogućava 3-7 dana autonomnog rada. Transport biomase vrši se pomoću vijčanih transportera ili lančanih potiskivača, sistema koji su dokazano najstabilniji u postrojenjima sečke. Svi transporteri imaju ugrađene senzore zakrčenja i momentne prekidače koji sprječavaju preopterećenje i mehanička oštećenja. Kompletan sistem transporta biomase integrira se u SCADA platformu i nadzire u realnom vremenu. To omogućuje brzu reakciju na smetnje, optimizaciju procesa doziranja i planiranje dopreme goriva.

Proces sagorevanja i energetska efikasnost

Kotlarnica je projektovana kao sistem sa rešetkastim ložištem, što omogućuje:

- sagorijevanje goriva različite granulacije,

- stabilno izgaranje pri većim protokima vazduha,
- jednostavno uklanjanje pepela,
- kontrolisani sloj goriva i uniformnu termičku zonu.

Efikasnost kotlovnog sistema izražena u studiji iznosi preko 90%, dok uz optimizovanu vlažnost goriva (25-26%) može dosegnuti i 92-93%. Takva efikasnost se u praksi postiže samo uz potpuno automatizovanu regulaciju primarnog i sekundarnog vazduha, što je standard u modernim kotlarnicama na biomasu.

Emisije se smanjuju multiciklonima, a u naprednoj fazi moguć je i elektrofilter. Studija pokazuje da su emisije NOx i CO daleko ispod graničnih vrednosti propisanih EU direktivama.

Toplovodna mreža - tehnička i operativna razrada

Toplovod predstavlja vezivno tkivo energetske zajednice. Njegova dužina, standard izolacije i hidraulička konfiguracija direktno utiču na gubitke toplote, stabilnost sistema i isplativost. U Strizivojni su svi javni objekti koncentrisani u poluprečniku manjem od 1,5 km, što omogućava projektovanje toplovoda minimalnih dužina i izuzetno malih distribucijskih gubitaka. Ako pretpostavimo neke od parametara dobijamo sledeću tabelu:

Ključni parametri toplovodne mreže

Parametar	Vrednost
Ukupna dužina mreže (m)	1.200-1.600
Prosečni gubici (%)	6-9%
Model izolacije	PUR izolacija, dvocevni
Projektni pritisak (bar)	6-10
Radna temperatura (°C)	75-95

Toplovod koristi predizolovane cevi sa PUR izolacijom i koeficijentom toplotne provodljivosti <0,028 W/mK, što je standard u modernim biomasnim sistemima. Prosečni gubici su od 6-9%, što je izuzetno nizak nivo i omogućava izuzetnu ekonomsku efikasnost.

Pumpne grupe projektuju se kao energetski efikasne (klasa IE3/IE4), sa automatskom regulacijom protoka prema potrebama potrošača. Upravo ove pumpe bi bile jedan od najvećih potrošača električne energije u javnim objektima, te bi optimizacijom rada bile ostvarene velike uštede. Na isti način, u Strizivojni bi rad pumpi potrebno uvezati sa solarnim i SCADA sistemom, radi optimalnije potrošnje i ušteda

Solarni fotonaponski sistem- tehnička integracija i operativni model

Solarni sistem u energetskoj zajednici nije samo dodatni izvor električne energije, već i tehnički regulator potrošnje. Zahvaljujući iskustvima, gdje je SCADA upravljanje omogućilo smanjenje potrošnje električne energije uprkos rastu broja instalacija, jasno je da solarni sistem u ruralnoj EZ ima dvostruku funkciju: generisanje energije i optimizaciju potrošnje.

Solarni sistemi projektovani su kao krovne elektrane na svim javnim objektima. Njihova instalirana snaga kreće se između 20 i 150 kW, zavisno od objekta. Ključ integracije je optimizovano upravljanje potrošnjom.

SCADA i EMS integracija - ključ superiornosti sistema

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) je potpuno digitalni nadzorni sistem koji omogućuje upravljanje celim postrojenjem iz jedinstvenog komandnog centra. U EU projektima na biomasu SCADA je standard, ali Strizivojna bi mogla da ide korak dalje uvođenjem integrisanog EMS (Energy Management System) sistema.

U EU EZ je upravo SCADA i EMS infrastruktura omogućila da solarni projekti daju dodatne uštede koje nisu bile rezultat same solarne proizvodnje, nego optimizacije rada energetskih potrošača. U Strizivojni se ovaj model može primeniti još efikasnije.

EMS prati:rad pumpi toplovoda,modulaciju rada kotla,solarne prinose,potrošnju električne energije po objektima,

gubitke toplote,rad izmenjivača toplote,očitavanjaa merila.

SCADA omogućuje:automatsku dijagnostiku kvarova,prediktivno održavanje,alarmni sistem,online konfigurisanje parametara rada postrojenja,evidenciju radnog vremena, pritisaka, temperatura i protoka.

Integracija SCADA + EMS stvara sistem u kojem se energija proizvodi, distribuira i troši na optimalan način, bez ručnog upravljanja.

REGULATORNI, ZAKONSKI I INSTITUCIONALNI OKVIR ZA FORMIRANJE ENERGETSKE ZAJEDNICE

Razvoj energetske zajednice u Strizivojni odvija se u širem evropskom regulatornom okviru koji snažno podstiče decentralizaciju energetskih sistema, uključivanje građana u proizvodnju energije

te formiranje lokalnih energetskih subjekata koji posluju na neprofitnoj ili ograničeno profitnoj osnovi. U tom kontekstu, energetske zajednice predstavljaju jedan od najvažnijih instrumenata energetske tranzicije ruralnih područja.

Da bi projekt bio pravno održiv, potrebno je razumjeti nekoliko nivoa regulative: evropski okvir, nacionalni okvir, lokalni propisi, te interni akti energetske zajednice. U nastavku je data detaljna analiza svih nivoa propisa relevantnih za Strizivojnu, uz poređenje i prenos lekcija iz EU, gdje je veliki broj pravnih procesa već reflektovan kroz implementaciju solarnih elektrana na javnim objektima.

Evropski regulatorni okvir za energetske zajednice

Evropska unija je u okviru Strategije „Čista energija za sve Evropljane“ definisala potpuno novi energetski model zasnovan na aktivnim potrošačima, lokalizovanoj proizvodnji energije, decentralizaciji i dekarbonizaciji. Ključni dokumenti kojima se reguliše osnivanje energetskih zajednica su Direktiva (EU) 2018/2001 (RED II), Direktiva (EU) 2019/944 o zajedničkom tržištu električne energije, te RED III (2023) kao njeno dopunjeno izdanje.

U tim direktivama se energetske zajednice definišu kao subjekti:

zasnovani na lokalnoj participaciji,pod kontrolom lokalne zajednice, čiji glavni cilj nije profit, nego društvena i energetska korist,koji omogućuju zajedničku proizvodnju, potrošnju, skladištenje i deljenje energije,koji imaju pravo pristupa mreži pod nediskriminatornim uslovima.

Direktive daju pravo lokalnim zajednicama da formiraju:

- Zajednice obnovljive energije (Renewable Energy Communities - REC),
- Građanske energetske zajednice (Citizen Energy Communities - CEC).

Za Strizivojnu je najprikladniji model REC, jer EZ upravlja proizvodnjom toplotne i električne energije, koristi lokalni obnovljivi izvor (biomasu), te proizvodi energiju prvenstveno za lokalnu javnu infrastrukturu.

RED II i RED III donose nekoliko ključnih obaveza i mogućnosti:

Energetskoj zajednici mora biti omogućeno da proizvodi, skladišti i deli energiju u okviru lokalnog područja.

Energetske zajednice imaju pravo na pristup mreži uz proporcionalne i transparentne tarife.

Energetske zajednice moraju imati demokratsku strukturu upravljanja, najčešće u sistemu „jedan član-jedan glas“.

Ulaganja energetske zajednice moraju biti vođena principom dugoročne koristi, ne kratkoročnog profita.

Upravo ovo posljednje je od velikog značaja za ruralne sredine: energetska zajednica ne sme postati komercijalni operater koji maksimizira profit, nego entitet koji stabilizuje cne energije i donosi koristi zajednici.

NACIONALNI REGULATORNI OKVIR REPUBLIKE HRVATSKE

Hrvatska je među prvim državama u Jugoistočnoj Evropi koja je institucionalizovala energetske zajednice u nacionalnom zakonodavstvu. Relevantni propisi uključuju:

Zakon o tržištu električne energije (NN 111/21 i kasnije izmene),

Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji,

Uredbu o kriterijima za energetske zajednice,

Pravilnike HERA-e (Hrvatske energetske regulatorne agencije),

HEP Operator distribucijskog sistema-tehničke uslove priključenja.

Prema hrvatskom zakonu, energetska zajednica može biti:

zadruga,udruga građana,društvo s ograničenom odgovornošću sa specifikovanom kontrolom zajednice,

druga pravna forma uz uslov participativnog upravljanja.

Najvažnije karakteristike hrvatskog okvira su sledeće:

- ✓ Energetska zajednica mora imati statut koji definiše način donošenja odluka, prava i obaveze članova, način korištenja viškova prihoda, te zabranu raspodele dobiti osim reinvestiranja u zajednicu.
- ✓ Energetska zajednica može proizvoditi energiju, prodavati višak, vršiti usluge fleksibilnosti, balansirati i učestvovati na tržištu.
- ✓ Energetska zajednica ima pravo pristupa EU fondovima, posebno kroz Fond za modernizaciju, Fond za zaštitu životne sredine i energetsku efikasnost, te programe ruralnog razvoja.

U slučaju Strizivojne, najprikladniji oblik prema hrvatskom zakonu je energetska zadruga, jer omogućava učešće opštne, lokalnih firmi (drvoprerađivača) i građana u jedinstvenom modelu.

Paralelna analiza regulatornog okvira Republike Srbije

Iako Strizivojna spada pod hrvatsku regulativu, vrlo je važno razumeti i okvir Republike Srbije jer subotički model pruža vredne pouke. Srbija je usvojila Zakon o korišćenju obnovljivih izvora energije (2021), koji definiše mogućnost formiranja energetskih zajednica kao i zakon o Energetici(2021) koji bliže definise Energetske Zajednice građana, ali njihova puna implementacija tek predstoji.

U Srbiji energetska zajednica takođe može biti formirana kao zadruga, udruženje ili privredno društvo, ali ključna razlika u odnosu na Hrvatsku je što regulatorne odredbe nisu još detaljno operacionalizovane. Međutim, Subotica je već implementirala model koji funkcioniše kao de facto

energetska zajednica: javni objekti proizvode energiju putem solarnih elektrana, upravljaju potrošnjom i ostvaruju značajne uštede.

Ovo je važna lekcija za Strizivojnu: čak i prije potpunog regulatornog uređenja, lokalna zajednica može implementirati tehnički model energetske zajednice, a pravna struktura može se razviti paralelno.

Interni akti energetske zajednice: statut, pravilnici i ugovori

Da bi energetska zajednica imala pravnu i operativnu stabilnost, mora imati sledeće interne akte:

- ✓ Statut EZ (utvrđuje vlasničke strukture, raspodelu prava i obaveza, upravljanje, reinvesticiju dobiti, zaštitu manjinskih članova).
- ✓ Pravilnik o energetskoj infrastrukturi (reguliše korišćenje i prioritete toplovoda i solarnih sistema).
- ✓ Tarifni pravilnik (određuje cenu toplotne energije i model naplate).
- ✓ Pravilnik o članstvu i raspolaganju udela.
- ✓ Ugovor o priključenju korisnika na toplovod.
- ✓ Ugovor o korišćenju solarnih kapaciteta.
- ✓ Model ESCO ugovora (ako privatni partner investira u deo infrastrukture).
- ✓ Na ovaj način EZ postaje pravno utemeljen i stabilan entitet.

Tarifni i obračunski model u EZ

Tarifni model u energetskoj zajednici mora biti fleksibilan, ali stabilan. U Strizivojni se može primeniti model koji uključuje:

-fiksnu komponentu (priključna snaga),
-varijabilnu komponentu (potrošnja toplote),
-posebne tarife za javne objekte,
-preferencijalne tarife za članove EZ.

U Subotici su uštede proistekle iz optimizacije električne energije, pa se taj model prenosi na Strizivojnu kroz integraciju PV sistema u zajednički EMS.

Priključenje članova i proširenje EZ

Energetska zajednica mora imati transparentan model priključenja koji omogućuje:

priključenje javnih objekata,
dobrovoljno priključenje domaćinstava u drugoj fazi,
priključenje privrede (npr. strugare) pod posebnim tarifnim uslovima.

U ruralnom području to je posebno važno jer zajednica funkcioniše na poverenju.

Nadležnosti regulatora i procedura prijave EZ

U Hrvatskoj registracija EZ ide kroz Ministarstvo zaštite okoliša i energetike i HERA-u. Proces uključuje:

-podnošenje zahtjeva, statut,tehničku dokumentaciju,

-plan poslovanja,

-popis članova,

-dokaze o vlasništvu infrastrukture.

Regulatorni okvir omogućuje osnivanje energetske zajednice u Strizivojni bez pravnih prepreka. Hrvatska zakonodavna infrastruktura je među najnaprednijima u regionu.

FINANSIJSKI MODEL I EKONOMSKA ANALIZA PROJEKTA ENERGETSKE ZAJEDNICE

Finansijski model energetske zajednice predstavlja jezgro njene dugoročne održivosti. Za razliku od konvencionalnih energetskih sistema, gdje je jasno definisan jedinični trošak energije i budžetska potrošnja je uglavnom pasivna, energetska zajednica uvodi potpuno novi ekonomski koncept: zajednica postaje proizvođač energije, prihodovni subjekt i investicioni akter. Time se lokalna ekonomija menja iz temelja.

U ovom poglavlju daje se finansijska analiza koja obuhvata investicione troškove (CAPEX), operativne troškove (OPEX), prihode, uštede, neto sadašnju vrednost (NPV), internu stopu povrata (IRR), period povrata investicije, analizu rizika i ekonomske scenarije. Dostupni podaci ombinovani su s naprednim modeliranjem kako bi se izgradio finansijski okvir koji energentsku zajednicu čini samoodrživom.

Sve analize u ovom poglavlju zasnovane su na metodama diskontovanih novčanih tokova u periodu od 20 godina, sa podrazumvanom diskontnom stopom od 5-7% u skladu s EU CBA metodologijom (Cost-Benefit Analysis Guidelines, DG REGIO 2022). Svi proračuni u nastavku prate standarde EU investicionih studija.

Ukupni investicioni troškovi (CAPEX)

Investicioni troškovi podijeljeni su u tri glavne komponente: kotlarnica na biomasu, toplovodna mreža, te solarni fotonaponski sistemi:

Investicioni troškovi :

Investiciona komponenta	Procijenjeni trošak (EUR)
Kotlarnica na biomasu 1,5 MW	1.890.000
Toplovodna mreža (1,2-1,6 km)	850.000
Priključne stanice i hidr. moduli	240.000
Solarni fotonaponski sistemi 250-400 kW	310.000-420.000
SCADA + EMS integracija	180.000
Projektiranje, nadzor, dozvole	180.000
Ukupno CAPEX	3.650.000 - 3.760.000

Ukupna investicija kreće se između 3,65 i 3,76 miliona eura, zavisno od stvarne snage solarnih sistema. Time bi takav projekat u ruralnoj sredini spadao među projekte srednje veličine u EU, ali sa izuzetno povoljnim odnosom investicije i broja potrošača (aproksimiramo od 3000 do 5000 stanovnika), što se odražava na vrlo snažne finansijske učinke.

Operativni troškovi (OPEX)

Operativni troškovi predstavljaju redovne troškove funkcionisanja sistema. U Strizivojni bi se na primer oni delili na troškove biomase, radnu snagu, električnu energiju za pumpe i upravljačku opremu, održavanje kotlarnice, te održavanje solarnih sistema.

Okvirne vrijednosti koje su u nastavku dopunjene detaljnijom analizom:

Operativni troškovi

Stavka OPEX-a	Godišnji trošak (EUR)
Nabavka biomase (3.500 t)	52.500 - 63.000
Radna snaga (3-4 osobe)	65.000 - 75.000
Električna energija pumpi	14.000 - 18.000
Održavanje toplovoda	12.000 - 15.000

Stavka OPEX-a	Godišnji trošak (EUR)
Održavanje kotlarnice	18.000 - 25.000
Održavanje solarnih sistema	4.500 - 7.000
SCADA + IT infrastruktura	6.000 - 9.000
Ukupni godišnji OPEX	172.000 - 212.000

Najveći pojedinačni trošak je radna snaga, što je u skladu s evropskom praksom. Troškovi biomase su relativno niski jer se radi o lokalnoj sirovini sa kratkim transportom. Troškovi električne energije za pumpe značajno se smanjuju nakon instalacije PV sistema.

Ukupni OPEX je oko 4,8-6% ukupnog CAPEX-a, što je vrlo povoljan odnos i predstavlja jedan od ključnih razloga zašto je projekat dugoročno održiv.

Prihodi i uštede

Prihodi energetskog sistema dolaze iz tri izvora:

prodaje toplinske energije korisnicima (javne institucije),

ušteda električne energije zahvaljujući solarnoj proizvodnji,

prodaje viškova električne energije (ograničeno, ali moguće).

Uštede javnih objekata

Solarni sistem donosi dodatne uštede:

električna energija za javne objekte → smanjenje troškova za 40-70%,

električna energija pumpnog sistema → smanjenje troška za 60-85%.

Period povrata investicije

U osnovnom modelu, projekat ima period povrata od 6 do 8 godina.
Uz EU fondove, investicija se može vratiti u roku od 4 do 5 godina.

U poređenju sa Suboticom, gdje su solarni projekti imali povrate od 5 do 7 godina, Strizivojna ima čak povoljnije pokazatelje jer posjeduje i toplotni sistem koji generiše snažne uštede.

Finansijska održivost energetske zajednice

Zahvaljujući kombinaciji toplinskih i električnih ušteda, energetska zajednica postaje finansijski stabilna već u prvim godinama rada. Sistem generiše dovoljne prihode da pokrije OPEX, održi infrastrukturu i reinvestira u širenje.

Zbog toga je ovaj model idealan za ruralne zajednice: ne opterećuje budžet, ne povećava troškove građanima, a donosi dugoročne koristi.

ANALIZA RIZIKA I MERE UPRAVLJANJA RIZICIMA U ENERGETSKOJ ZAJEDNICI

Uspešnost energetske zajednice u ruralnoj sredini zavisi ne samo o tehničkoj ispravnosti sistema i finansijskoj održivosti, već i o sposobnosti zajednice da upravlja rizicima koji se javljaju tokom njenog životnog ciklusa. Projekti toplovoda na biomasu i fotonaponskih elektrana s integrisanim digitalnim upravljanjem po svojoj prirodi nose viši nivo kompleksnosti nego obični komunalni projekti. Stoga analiza rizika mora biti detaljna, kritična i mora anticipirati događaje koji mogu nastupiti u periodu od 20 godina.

U nastavku sledi sveobuhvatna analiza rizika podijeljena u pet kategorija: tehničke, operativne, finansijske, regulatorne i društvene. Svaka kategorija obrađena je kroz realni kontekst, uz poređenje sa iskustvima u implementaciji solarnih elektrana i digitalnih sistema nadzora.

Tehnički rizici

Tehnički rizici odnose se na funkcionalnost, pouzdanost i efikasnost infrastrukturnih sistema: kotlarnice, toplovoda, solarnih panela, SCADA i EMS platformi. U sistemu koji integriše više energetskih tehnologija, svaki tehnički neuspeh ima sistemske posledice.

Jedan od ključnih tehničkih rizika je varijabilnost kvaliteta biomase. Iako Strizivojna raspolaže stabilnim izvorima biomase iz lokalne drvne industrije, vlažnost i granulacija sečke mogu značajno varirati ako ne postoji strogi sistem kontrole. Povećana vlažnost biomase može smanjiti energetsku vrednost za 20-30%, što direktno utiče na efikasnost kotlarnice i povećava potrošnju energenta. Ako se ovaj problem ne predvidi, može dovesti do povećanog opterećenja kotlovskog bloka i posledičnog ubrzanog trošenja opreme. Uklanjanje ovog rizika ostvaruje se uspostavom sistema merenja vlažnosti goriva pri svakom prihvatu biomase, kao i skladištenjem drvne sečke u kontrolisanim uslovima.

Drugi tehnički rizik odnosi se na stabilnost rada SCADA sistema. Digitalna infrastruktura koja upravlja kotlarnicom i solarnim sistemima mora funkcionisati neprekidno. Tokom implementacije solarnih elektrana u praksi pokazalo se da je najveći rizik upravo u prekidima komunikacije između senzora, invertera i servera. I najmanji prekid u telemetriji može dovesti do pogrešne regulacije pumpnih grupa ili netačnih podataka o proizvodnji i potrošnji energije. U ruralnom području taj rizik dodatno raste zbog ponekad nestabilnih internet veza. Kako bi se osigurao kontinuitet rada, SCADA mora biti postavljena na redundantnoj komunikacijskoj mreži, uz backup server i autonomni režim rada koji preuzima kontrolu u slučaju kvara mreže.

Treći važan tehnički rizik odnosi se na toplovodnu mrežu. Iako projekti predviđaju visokokvalitetne PUR izolovane cevi, mali broj toplovoda u ruralnim opštinama pokazuje da je najčešći problem neadekvatno podzemno polaganje u zonama s visokim nivoom podzemnih voda. Ukoliko se nes provede pravilna geotehnička analiza i drenaža, toplovodne cijevi mogu biti izložene dugoročnom kontaktu s vlagom, što dovodi do degradacije izolacije i povećanja gubitaka toplote. Preventivna mera uključuje hidrogeološka ispitivanja, pravilno polaganje i periodične termografske inspekcije.

Kod solarnih sistema poseban rizik je degradacija panela zasenčavanje uzrokovano rastom vegetacije i mehanička oštećenja usled grada. Strizivojna se nalazi u klimatskom području gde su olujne pojave povremeno prisutne, pa solarna infrastruktura mora biti projektovana sa povišenim standardima zaštite. U brojnim instalacijama na krovovima su prilikom sanacija objekata

ustanovljeni slučajevi oštećenja na krovnim konstrukcijama zbog prethodnih instalacija, što naglašava potrebu za kvalitetnom statičkom analizom krova pre postavljanja solarnih modula.

Operativni rizici

Operativni rizici odnose se na funkcionisanje energetskog sistema u svakodnevnom radu. U ruralnim sredinama oni su često presudniji od tehničkih, jer nedostatak obučenog kadra, nejasna podela odgovornosti ili nedostatak procedura može ugroziti funkcionisanje i najboljeg tehničkog sistema.

Najveći operativni rizik je nedostatak kvalifikovanog osoblja za rad kotlarnice i toplovoda. Upravljanje postrojenjima zahteva iskusne operatere koji razumeju dinamiku sagorijevanja, kontrolu dotoka goriva i rad pumpnih grupa. Ako se zanemari edukacija operatera, može doći do neoptimalnog sagorevanja, povećane potrošnje biomase i smanjenja efikasnosti. U Strizivojni se ovaj rizik ublažava planiranjem obuke operatera u saradnji s proizvođačem kotlovskog sistema i implementacijom jasnih protokola rada.

Drugi operativni rizik odnosi se na neusklađenost rada kotlarnice i solarnih sistema. U hibridnom sistemu, solarne elektrane preuzimaju deo električnog opterećenja pumpi, ali samo ako je EMS sistem pravilno kalibrisan. Ako postoji disbalans između PV proizvodnje i potrošnje, može doći do neželjenih viškova ili čak preopterećenja invertera.

Treći operativni rizik je povezan s nabavkom biomase. Iako su lokalne strugare stabilne u proizvodnji, nepredviđeni poremećaji poput sezonskih smanjenja kapaciteta, privremenih obustava rada ili promna tržišta drveta mogu uticati na raspoloživost goriva. U ruralnim zajednicama ovaj rizik se ublažava potpisivanjem višegodišnjih ugovora o isporuci i formiranjem strateških sezonskih zaliha.

Finansijski rizici

Finansijski rizici vezani su za promene cena energenata, troškova održavanja, inflacije, kamatnih stopa i prihoda od prodaje energije. Energetske zajednice su naročito osetljive na poremećaje u tržištu električne energije.

Jedan od najvećih finansijskih rizika je rast cene biomase. Iako je lokalna biomasa trenutno povoljna, ne može se isključiti mogućnost da u budućnosti potražnja za drvnom sečkom poraste zbog regionalnih energetskih politika, što bi povećalo cenu goriva. Međutim, zbog blizine izvora i ugovorne kontrole, Strizivojna je u značajno povoljnijoj poziciji nego opštine koje moraju kupovati biomasu na tržištu.

Drugi finansijski rizik odnosi se na volatilnost cene električne energije. Ukoliko u budućnosti cena otkupa električne energije koju EZ isporučuje u mrežu padne, to može uticati na prihode. Međutim, energetske zajednice se prvenstveno baziraju na samopotrošnji, pa se ovakvi rizici ublažavaju činjenicom da se većina solarne energije troši unutar zajednice.

Treći rizik povezan je s mogućim povećanjem operativnih troškova, posebno troškova radne snage i održavanja. U brojnim projektima se pokazalo da su tehnička održavanja često potcenjena u projektnim proračunima. Stoga EZ mora formirati fond redovnog održavanja koji se puni iz godišnjih ušteda.

Regulatorni rizici

Regulatorni rizici odnose se na izmene zakonskog okvira, tarifnih pravila, kriterijuma za podsticaje i opštih uslova pristupa mreži. Energetske zajednice su relativno novi pravni koncepti, pa se regulativa još uvijek razvija.

Glavni regulatorni rizik u Hrvatskoj odnosi se na način obračuna energije unutar energetske zajednice i pravila za deljenje solarne proizvodnje među članovima. Ukoliko regulativa promni model obračuna ili poveća troškove mrežnih naknada, to može smanjiti ekonomske koristi. Međutim, EU kroz RED II nedvosmisleno štiti energetske zajednice od takve vrste diskriminacije, pa je verovatnoća ovog rizika srednja do niska.

Drugi regulatorni rizik odnosi se na eventualne strože standarde emisija iz postrojenja na biomasu. Ukoliko se evropski standardi pooštre, kotlarnice mogu biti obavezne da ugrađuju filtere više klase (npr. elektrofiltere), što predstavlja dodatni trošak. Strizivojna se može unaprijed zaštititi od ovog rizika projektovanjem kotlarnice koja je prilagodljiva tehnologijama filtracije.

Treći rizik odnosi se na mogućnost usporavanja dodele EU fondova. Ako se prolongiraju rokovi isplate ili se smanji obim dostupnih sredstava, to može uticati na IRR i period povrata. Međutim, zbog toga što je sistem eneretske zajednice visokoprioritetni projekat na EU nivou, ovaj rizik je manje verovatan.

Društveni rizici

Najosjetljivija kategorija rizika u ruralnim projektima su društveni rizici. Energetske zajednice zavise od poverenja zajednice i spremnosti građana da prihvate novi model energetskog upravljanja.

Prvi društveni rizik je nedovoljna informisanost stanovništva. Ukoliko građani ne razumiju da je cilj EZ da stabilizuje cijene i poboljša kvalitet usluga, može doći do otpora prema priključenju. Prevazilaženje ovog rizika zahtijeva kontinuiranu komunikaciju, javne rasprave i transparentnost.

Drugi rizik odnosi se na percepciju cena. Ako članovi zajednice očekuju preniske tarife koje nisu u skladu sa stvarnim troškovima rada sistema, može doći do nezadovoljstva. Zbog toga tarifni model mora biti jasan, stabilan i dosledno primjenjivan.

Treći društveni rizik je povezan s upravljanjem. Ako energetska zajednica izgubi poverenje članova zbog netransparentnih odluka, projekat može biti doveden u pitanje. Prethodna iskustva na projektima su pokazala da se poverenje gradi kroz redovne izveštaje, otvorene finansije i objavljivanje podataka o proizvodnji energije.U Strizivojni se ovaj rizik ublažava jer opštna ima snažan legitimitet u lokalnoj zajednici, a projekt je planiran upravo za javnu infrastrukturu, što dodatno povećava prihvatljivost.

Sistemski pristup upravljanju rizicima

Uspostavljanje energetske zajednice zahtijeva integrisani sistem upravljanja rizicima koji obuhvata:

stalni monitoring tehničkih parametara,

analitiku OPEX-a i varijacija cena,

redovne revizije rada SCADA i EMS sistema,

obuku i sertifikaciju osoblja,

transparentno izveštavanje zajednici,

ugovore o snabdevanju biomasom na 3-5 godina,

održavanje fonda za rezerve i investicije.

Analiza rizika potvrđuje da je projekat energetske zajednice u Strizivojni robustan i otporan na većinu poznatih rizika u energetskim projektima. Tehnički i finansijski rizici ublaženi su kroz stabilne lokalne resurse, kompaktan teritorij i visok nivo digitalizacije. Regulatorni rizici su pod kontrolom jer EU snažno podržava EZ modele. Društveni rizici su najmanji u poređenju s drugim ruralnim opštinama zbog povoljne strukture potrošača i snažne uloge opštine.Sve ovo ukazuje da je energetske zajednice projekat visokog sigurnosnog profila i dugoročne održivosti.

INSTITUCIONALNI I ORGANIZACIONI MODEL ENERGETSKE ZAJEDNICE

Uspostavljanje energetske zajednice (EZ) predstavlja duboku institucionalnu transformaciju lokalnog energetskog sistema. Ona podrazumeva prelazak s tradicionalnog modela u kojem je opština pasivni kupac energije, na novi model u kojem opština, građani, privreda i javne institucije postaju zajednički proizvođači, upravljači i korisnici energije. Ova promena nije samo tehničke prirode; ona zahteva detaljno definirane odnose između aktera, jasno utvrđena upravljačka pravila i pravne mehanizme koji garantuju transparentnost, stabilnost i zajedničku kontrolu nad energetskim resursima.

U ruralnoj sredini kakva je Strizivojna, institucionalni model mora biti oblikovan tako da odražava lokalnu strukturu, raspoložive kapacitete i društvene odnose. Energetska zajednica nije ni klasična komunalna firma, ni privatna kompanija, ni zadruga građana u tradicionalnom smislu. Ona je specifično organizacijsko telo nastalo kao rezultat evropskog zakonodavstva i predstavlja kombinaciju zadruge, komunalnog preduzeća i participativne zajednice.

Osnovna načela organizacionog modela energetske zajednice

Osnovni princip na kojem počiva energetska zajednica jeste da se energija promatra kao javno dobro, a ne kao roba. To podrazumeva da se odluke donose u interesu zajednice, a ne profitne logike, da članovi imaju jednaka prava bez obzira na finansijski ulog i da se višak prihoda ne koristi za isplatu dobiti nego za unapređenje infrastrukture i smanjenje troškova energije.

U skladu s RED II i hrvatskim zakonodavstvom, energetska zajednica mora imati demokratsku strukturu upravljanja, u kojoj svaki član ima pravo glasa, bez obzira na visinu uloga. Ovo je izuzetno važno za ruralne sredine, gde poverenje igra ključnu ulogu u uspehu projekta. U Strizivojni, gde su opština i lokalne firme već u bliskoj saradnji, ovaj princip dodatno učvršćuje stabilnost zajednice.

Načelo transparentnosti zahteva da EZ objavljuje sve finansijske izveštaje, proizvodnju energije, potrošnju i investicije. Subotica je pokazala koliko je digitalna transparentnost bitna: upotrebom standardnih sistema omogućilo se da javne institucije imaju kontinuiran uvid u energetsku potrošnju, što je povećalo poverenje u projekat. U Strizivojni bi se isti pristup integrisao u institucionalni model.

Načelo lokalne kontrole propisuje da većinu glasača u EZ moraju činiti lokalni subjekti, a ne spoljni investitori. To znači da opština, lokalne firme i građani zajedno čine jezgro upravljačke strukture.

Pravna forma energetske zajednice: analiza mogućih modela

Strizivojna ima tri realne opcije za formiranje energetske zajednice: energetsku zadrugu, društvo s ograničenom odgovornošću (D.O.O.) specijalno namenjeno EZ-u, te javno-privatni model sa zajednicom kao korisnikom. Svaka opcija nosi specifične prednosti, slabosti i implikacije.

Energetska zadruga je najbliže idealnom modelu energetske zajednice prema EU direktivama. Ona omogućava uključivanje građana, privrede i opštine kao ravnopravnih članova, uz demokratsku strukturu odlučivanja. Zadruga je posebno pogodna za ruralne sredine jer promiče lokalni identitet, zajedničko vlasništvo i participaciju. U praksi, zadruge se pokazuju kao modeli s visokim stepenom stabilnosti jer članovi imaju direktni interes u funkcionisanju sistema. U Strizivojni, energentska zadruga bi omogućila uključivanje i malih proizvođača biomase kao člana, što dodatno jača lanac snabdevanja.

Društvo s ograničenom odgovornošću u većinskom vlasništvu opštine predstavlja profesionalizovaniji model, idealan za tehnički zahtevne projekte s velikim investicijama. Opština bi zadržala kontrolu, ali bi omogućila ulazak građana i firmi putem udela, što stvara hibridni model između komunalnog preduzeća i energetske zadruge. Prednost ovog modela je mogućnost efikasnijeg upravljanja, stručnije kadrove i jednostavnije finansijsko poslovanje. Nedostatak je

manji stepen direktne participacije građana u upravljanju, iako se to može ublažiti posebnim pravilima.

Javno-privatni model predstavlja opciju u kojoj privatni investitor ulazi u projekat kroz ulaganje u deo infrastrukture, najčešće u solarne elektrane ili delove toplovoda, dok energetska zajednica ostaje korisnik i delimični vlasnik. Ovaj model je primjenjiv u slučaju da opština i zajednica nemaju kapacitete da finansiraju celokupnu investiciju. Međutim, prednost stabilnosti privatnog kapitala dolazi uz rizik da se deo kontrole prenese na privatni sektor, što nije u duhu EZ koncepta.

Uloga opštine u institucionalnom modelu

Opština ima centralnu ulogu u formiranju energetske zajednice. Kao inicijator projekta, opština preuzima odgovornost za strateško planiranje, donošenje političkih odluka, osiguravanje prostornih i pravnih uslova, i koordinaciju između tehničkih i društvenih komponenti projekta. Opština je odgovorna za donošenje odluka o investicijama, potpisivanje ugovora sa dobavljačima, te vođenje procesa registracije EZ.

Upravljanje infrastrukturom tradicionalno spada u nadležnost lokalne samouprave, ali prelazak na energetsku zajednicu menja način kako se tom infrastrukturom upravlja. Opština i dalje ostaje vlasnik imovine, ali upravljanje prenosi na energetsko društvo ili zadrugu. Ovakav model omogućava profesionalizaciju upravljanja bez gubitka javne kontrole.

Opština takođe garantuje transparentnost projekta, donošenje uredbi i pravilnika, te osigurava da energetska zajednica deluje u skladu s RED II direktivom. Opština ima specifičnu odgovornost da u početnim fazama nosi investicioni rizik i da projekat dovede do faze u kojoj postaje samoodrživ.

Uloga građana i lokalnih firmi

Građani su temeljni akteri energetske zajednice, iako u početnim fazama mogu biti samo indirektni korisnici. Uključivanje građana nije samo pravno pitanje-ono je ključno za legitimnost i dugoročnu održivost EZ. Građani mogu učestvovati kroz članstvo u zadruzi, ulaganje u udeo, učestvovanje u donošenju odluka, ali i kroz praćenje rezultata sistema putem digitalnih platformi.

Lokalne firme, posebno drvoprerađivači, imaju dvostruku ulogu: kao partneri u nabavci energenta i kao potencijalni članovi zajednice. Njihovo uključivanje stabilizuje lanac snabdevanja biomasom i osigurava dugoročnu održivost sistema.

Uloge i nadležnosti unutar energetske zajednice

Sistem upravljanja EZ mora biti jasno definisan kako bi se izbegle institucionalne praznine, konflikti nadležnosti i neefikasnosti. Upravljanje EZ mora biti strukturirano u tri nivoa: strateški, operativni i tehnički.

Strateški nivo funkcioniše kroz skupštinu članova i nadzorni odbor, koji donose ključne odluke o investicijama, tarifama i razvojnim planovima. Operativni nivo čine direktor energetskog društva, finansijski sektor i operativni menadžeri zaduženi za toplovod, kotlarnicu i solarne sisteme. Tehnički nivo obuhvata operatere, SCADA specijaliste, tehničare i održavanje. Jasna podela odgovornosti omogućava stabilan rad i izbegava operativne konflikte.

U praksi se pokazalo koliko je važna integrisana digitalna platforma koja povezuje sve nivoe.EMS sistem omogućio je da javne ustanove prate potrošnju u realnom vremenu, a rad tehničkih timova postao je efikasniji. Primjena ovakvog modela povećava institucionalnu stabilnost.

Interne politike i mehanizmi upravljanja

Svaka energetska zajednica mora imati jasno definisane interne politike koje uređuju način donošenja odluka i korišćenje energetske infrastrukture. Statut EZ definiše model upravljanja, pravo glasa, vlasničke udele i uslove za članstvo. Pravilnik o infrastrukturi određuje način korišćenja toplovoda, solara, SCADA sistema i pravila priključenja. Tarifni pravilnik definiše cene toplotne energije, pristupne tarife i sistem obračuna potrošnje.

Mehanizmi transparentnosti i učešća javnosti

Energetska zajednica uspeva samo ako postoji poverenje građana. Transparentnost se može osigurati redovnim objavljivanjem finansijskih izveštaja, mesečnih izveštaja o proizvodnji energije, objavama tarifa i troškova, te održavanjem javnih rasprava..

Institucionalni model energetske zajednice mora biti dvostruke prirode: profesionalan u operativnom smislu, ali participativan u smislu vlasništva i donošenja odluka. Kombinacija zadruge i komunalnog energetskog društva pruža idealnu ravnotežu između kontrole, efikasnosti i demokratičnosti. Integracija iskustava dodatno osigurava da se upravljanje energijom vrši modernim digitalnim alatima i uz punu transparentnost.

MODEL IMPLEMENTACIJE I FAZNO UVOĐENJE ENERGETSKE ZAJEDNICE

Uspostavljanje energetske zajednice nije jednokratan tehnički zahvat, već proces koji se odvija kroz više jasno definisanih faza. Svaka faza uključuje koordinisane aktivnosti tehničkih stručnjaka, administracije, pravnih savetnika, finansijskih partnera i krajnjih korisnika.

U ruralnoj sredini, model implemetacije mora biti pragmatičan, jasan i usmeren na minimizaciju rizika. U nastavku je detaljno razrađen hronološki sled aktivnosti kroz četiri ključne faze: pripremu, izgradnju, puštanje u rad i institucionalnu konsolidaciju energetske zajednice.

Faza pripreme: institucionalno utemeljenje i tehničko planiranje

Pripremna faza predstavlja temelj projekta, jer osigurava da je svaka odluka u kasnijim fazama pravno, finansijski i tehnički održiva. Ona započinje donošenjem odluke o pokretanju projekta energetske zajednice i formiranjem radne grupe koja uključuje predstavnike opštine, stručnjake za energiju, lokalnu industriju i pravne savetnike.

U pripremnoj fazi definišu se vlasničke strukture, pravni modeli i interni akti energetske zajednice, uključujući statut, pravilnike i protokole upravljanja. Ovaj korak mora prethoditi tehničkom projektovanju kako bi bilo jasno koja će institucija biti nosilac investicije i koja će upravljati imovinom.

Tehničko planiranje u ovoj fazi uključuje izradu glavnog projekta. Strizivojna je, zahvaljujući rezultatima studije izvodljivosti, već značajno napredovala u ovom segmentu, ali faza pripreme sada zahteva finalizaciju projektne dokumentacije, ishodovanje svih dozvola i pripremu tendera za izvođače radova.

U ovoj fazi se takođe sprovodi analiza lokacije kotlarnice, uzimajući u obzir dostupnost biomase, topografiju terena, udaljenost ključnih korisnika i mogućnost širenja sistema u budućnosti. Odluka o lokaciji ima dugoročne finansijske posledice, jer utiče na dužinu toplovoda, gubitke toplte i operativne troškove.

Posebno važan deo pripreme je uspostavljanje SCADA/EMS arhitekture. Pokazalo se da pravovremeno planiranje digitalnih sistema omogućava postavljanje senzora, mrežnih veza i upravljačkih modula već u fazi izgradnje, čime se izbegavaju naknadni skupi zahvati.

Faza pripreme obično traje između 6 i 12 meseci, zavisno od kompleksnosti projekta i dinamike regulatornih procesa.

Faza izgradnje: realizacija infrastrukturnih kapaciteta

Druga faza predstavlja najintenzivniji dio projekta, jer se u njoj fizički izgrađuje energetska infrastruktura. U Strizivojni bi se izgradnja odvijala u tri paralelna segmenta: izgradnja kotlarnice na biomasu, postavljanje toplovodne mreže i instalacija solarnih fotonaponskih sistema.

Izgradnja kotlarnice počinje pripremom terena, postavljanjem temelja i izgradnjom objekta koji mora biti projektovan tako da omogući optimalnu ventilaciju, suvo skladištenje biomase i siguran rad kotlovskih blokova. Sam proces montaže kotlova, pufera, izmjenjivača toplote i pomoćnih pumpnih grupa zahteva visoko specijalizovan kadar. Za Strizivojnu je od velikog značaja da je kotlovski sistem projektovan kao modularan, što omogućava skaliranje kapaciteta i naknadnu ugradnju filtera ukoliko se promeni regulatorni okvir.

Istovremeno sa izgradnjom kotlarnice odvija se polaganje toplovoda. Toplovodna mreža mora biti položena u skladu s geotehničkim parametrima kako bi se izbeglo izlaganje vlazi i potencijalna degradacija PUR izolacije. U ruralnim sredinama ovaj problem je izraženiji zbog visokog nivoa podzemnih voda, pa planiranje drenaže i izolacije mora biti precizno. Radovi uključuju iskope, polaganje cijevi, izgradnju šahtova, ugradnju hidr. modula i priključenje objekata.

Solarni sistemi se instaliraju paralelno s toplovodnim radovima, ali se fazno puštaju u rad kako bi se odmah iskoristila mogućnost proizvodnje električne energije u funkciji izgradnje.

Digitalna infrastruktura se postavlja tokom izgradnje svih ostalih segmenata. SCADA se povezuje s kotlarnicom i toplovodom, dok se EMS veže za solarne sisteme i potrošače. Veoma je važno da se komunikaciona mreža, senzori i serveri instaliraju pre završnog testiranja, jer se svi sistemi moraju integrisati u jedinstvenu upravljačku platformu.

Faza izgradnje traje 8-14 mjeseci, zavisno od vremenskih uslova i dinamike izvođača.

Faza puštanja u rad: tehnička kalibracija, optimizacija i prvo testiranje

Treća faza predstavlja period u kojem se tehnička infrastruktura povezuje u jedinstveni energetski sistem. Puštanje u rad počinje individualnim testovima svake komponente sistema: kotlovskih blokova, pufera, toplovodne mreže, pumpnih grupa, solarnih invertera, mernih tačaka i SCADA opreme.

Nakon pojedinačnih testova sledi faza integrisane kalibracije. Ovo je najosjetljiviji dio projekta, jer se svi tehnički sistemi moraju uskladiti u realnim uslovima rada. Kotlarnica se testira u različitim režimima opterećenja, toplovod se testira na propusnost i gubitke, a solarni sistemi se povezuju s EMS-om radi određivanja profila samopotrošnje.

U ovoj fazi se sprovodi i „soft start. Soft start podrazumeva postepeno uvođenje većeg broja potrošača i postepeno podizanje kapaciteta sistema kako bi se izbegli nagli skokovi u potrošnji ili neželjeni tehnički efekti.

Operateri kotlarnice prolaze intenzivnu obuku tokom puštanja u rad, jer je ovo jedinstvena prilika da nauče način reagovanja sistema u različitim scenarijima. SCADA tehničari podešavaju algoritme za automatsku regulaciju i alarmne protokole, dok EMS stručnjaci kalibrišu solarne krive proizvodnje u skladu s potrošnjom objekata.

Faza puštanja u rad traje oko 1-3 mjeseca i završava se izradom sertifikata o tehničkoj ispravnosti i zvaničnim preuzimanjem sistema od strane energetskog društva.

Faza institucionalne konsolidacije i formalnog osnivanja energetske zajednice

Nakon tehničkog puštanja u rad sledi najvažniji institucionalni korak-formalno uspostavljanje energetske zajednice i početak njenog operativnog rada. Ova faza uključuje registraciju energetske zadruge ili društva, potpisivanje ugovora između opštine, javnih objekata, lokalnih firmi i građana, te uspostavljanje organa upravljanja.

Tarifni pravilnik se u ovoj fazi finalizuje i donosi kroz skupštinu EZ, a ugovori o priključenju korisnika definišu prava i obaveze svih članova sistema. Ova faza predstavlja trenutak kada energetska zajednica prelazi iz projektne strukture u operativnu organizaciju.

Upravljačka struktura se uspostavlja kroz izbor nadzornog odbora, direktora i tehničkog rukovodioca. Strizivojna ima prednost što već posjeduje administrativne kapacitete koji se mogu uključiti u početno upravljanje.

Ova faza je ključna za dugoročnu stabilnost projekta, jer se u njoj postavlja organizacioni model, komunikacioni protokoli, finansijski planovi i transparentni mehanizmi izveštavanja prema zajednici.

Faza institucionalne konsolidacije traje između 3 i 6 mjeseci.

Period od 24 do 36 meseci: stabilizacija i širenje energetske zajednice

Nakon pune implementacije sistema i zvaničnog početka rada EZ, sledi višegodišnji period stabilizacije tokom kojeg se sistem optimizuje, korisnici navikavaju na novi režim snabdevanja, a energetska zajednica počinje ostvarivati finansijske viškove.

U ovom periodu se vrši analiza performansi solara, potrošnih krivi objekata i efikasnosti toplovoda. Na osnovu tih podataka se izrađuju planovi za širenje, uključujući priključenje novih korisnika i povećanje kapaciteta solarnih sistema. Energetska zajednica prelazi iz faze implementacije u fazu regionalnog razvoja i postaje model koji se može replicirati u drugim opštinama.

Fazni model implementacije energetske zajednice predstavlja složen, ali jasno strukturiran proces koji osigurava dugoročnu funkcionalnost sistema. Od institucionalne pripreme, preko izgradnje i tehničke kalibracije, do konačnog uspostavljanja EZ, svaki korak je osmišljen tako da minimizira rizike i osigura maksimalnu stabilnost.

ZAKLJUČAK, KLJUČNE PREPORUKE I PUT KA DUGOROČNOJ ENERGETSKOJ AUTONOMIJI

Energetska zajednica predstavlja novi model lokalnog energetskog sistema koji potpuno menja ulogu ruralne opštine u energetskom lancu vrednosti. Umesto pasivne zavisnosti od tržišta energenata i eksternih dobavljača, opština postaje aktivni proizvođač toplotne i električne energije, administrator sopstvene infrastrukture, središte koordiniranog lokalnog razvoja i pokretač energetske tranzicije.

Studija pokazuje da Strizivojna posjeduje izuzetno povoljne tehničke, društvene i ekonomske uslove za osnivanje energetske zajednice. Lokalna dostupnost biomase, kompaktan prostorni raspored javnih objekata, stabilan potrošački profil, izražena društvena kohezija i pozicioniranost u europskom regulatornom okruženju čine ovaj projekt jednim od najrobustnijih ruralnih energetskih modela u regionu.

Osim lokalnih faktora, dodatnu snagu projektu daje činjenica da je koncept energetske zajednice usklađen sa strateškim ciljevima Evropske unije, posebno kroz direktive RED II i RED III, Zeleni plan, paket „Čista energija za sve Evropljane“ i Fond za pravednu tranziciju. Ovi dokumenti prepoznaju energetske zajednice kao ključne instrumente decentralizacije, demokratizacije i dekarbonizacije energetskih sistema.

Upravo zato, projekti u Strizivojni I Subotici nisu samo lokalni tehnološki zahvat, već deo mnogo šire energetske transformacije koja Evropu vodi ka klimatskoj neutralnosti do 2050. godine.

Ocena tehničke izvodljivosti

Tehnička izvodljivost projekta ocenjena je kao izuzetno visoka. Lokalne drvoprerađivačke firme mogu osigurati kontinuirano snabdevanje kvalitetnom biomasom, što garantuje stabilan rad kotlarnice. Toplovodna mreža je kratka i kompaktna, što minimizira gubitke i troškove održavanja. Solarni fotonaponski sistemi povećavaju energetsku autonomiju javnih objekata i smanjuju troškove električne energije.

Integracija SCADA i EMS sistema daje projektu digitalnu dimenziju koja omogućava stalni nadzor, optimizaciju rada i transparentnost podataka. Ovo je jedan od ključnih elemenata dugoročnog uspeha. Subotica je svojim iskustvom potvrdila da digitalizacija predstavlja temelj pouzdanog upravljanja energijom.

Ekonomija projekta i dugoročna finansijska stabilnost

Finansijski model potvrđuje da energetska zajednica može generirati stabilne prihode i reinvestirati ih u daljnji razvoj, čime se ostvaruje finansijska autonomija.

Institucionalna spremnost i društvena prihvatljivost

Strizivojna posjeduje izuzetno povoljan institucionalni profil za uspostavljanje energetske zajednice. Lokalna uprava je kohezivna, administrativno sposobna i poseduje političku volju za implementaciju projekta. Društvena struktura je homogena, što pojednostavljuje komunikaciju i koordinaciju.

Građani u ruralnim zajednicama najčešće cene projekte koji povećavaju lokalnu samostalnost i smanjuju budžetske troškove, što je dodatni faktor uspeha. Energetska zajednica se intuitivno uklapa u lokalni identitet jer počiva na korišćenju lokalnih resursa, lokalne radne snage i lokalnog znanja.

Uloga opštine kao glavnog nosioca projekta osigurava poverenje javnosti, dok se kroz participativne mehanizme-zadrugu, skupštinu članova i javne sesije-omogućava uključivanje svih zainteresovanih aktera.

Slabljenje rizika kroz sistemski pristup i lekcije iz EU

Detaljna analiza rizika pokazuje da su svi identifikovani rizici kontrolisani i adekvatno ublaženi. Sistem je tehnički robustan, operativno profesionalan i finansijski stabilan. Najvažnija poluga smanjenja rizika dolazi iz integracije digitalnih sistema i institucionalne transparentnosti.

pokazalo se da transparentno praćenje energetske potrošnje i digitalna kontrola postrojenja značajno smanjuju operativne greške i povećavaju efikasnost. Primenom istih principa, Strizivojna I Subotica mogu ostvariti sličan nivo stabilnosti.

Preporuke za daljnji razvoj energetske zajednice

Na osnovu celokupne analize, mogu se definisati sledeće ključne strateške preporuke:

Strizivojna treba nastaviti razvijati model dvostruke institucionalne strukture, gde komunalno energetsko društvo upravlja infrastrukturom, a energetska zadruga upravlja participacijom i strateškim razvojem.

Treba razviti petogodišnji plan proširenja toplovodne mreže i integracije dodatnih javnih objekata i eventualno privatnih korisnika u drugoj fazi.

Preporučuje se postepeno povećanje kapaciteta solarnih sistema do ukupno 500-700 kW u narednih 5-7 godina, što bi značajno povećalo energetsku autonomiju opštine.

EZ treba uspostaviti fond za održavanje i investicije, punjen viškovima prihoda, kako bi sistem ostao tehnološki savremen i finansijski stabilan.

Preporučuje se razmatranje mogućnosti za dodavanje malih baterijskih sistema skladištenja u budućnosti, posebno u kontekstu upravljanja solarnom energijom.

Treba uspostaviti godišnji javni izveštaj o radu energetske zajednice, koji uključuje finansije, proizvodnju energije, potrošnju, uštede i planove za narednu godinu.