



HRVATSKI OGRANAK  
HRVATSKI OGRANAK  
MEĐUNARODNE ELEKTRODISTRIBUCIJSKE KONFERENCIJE  
HO CIRED  
Studijski odbor SO 4

## **STUDIJSKI ODBOR SO4 DISTRIBUIRANI IZVORI I UČINKOVITO KORIŠTENJE ELEKTRIČNE ENERGIJE**

Predsjednik: Prof.dr.sc. Davor Škrlec

Tajnik: Joško Grašo, dipl.ing.

Stručni izvjestitelji: Joško Grašo, dipl.ing.  
Edo Jerkić, dipl.ing.  
Mr.sc. Alen Katić  
Dr.sc. Minea Skok  
Prof.dr.sc. Davor Škrlec

# 1. UVOD

Na pripremnim sastancima za 8. savjetovanje HO CIREC usvojene su preporučene teme kako slijedi:

## 1. Iskustva i trendovi u distribuiranoj proizvodnji energije

- tehnologije distribuiranih izvora/proizvodnje svih vrsta i veličina
- iskustva i analize pogona distribuiranih izvora s promjenjivom proizvodnjom
- predviđanje proizvodnje distribuiranih obnovljivih izvora
- metode predviđanja potrošnje i opterećenja u distribucijskom području sa značajnim udjelom distribuirane proizvodnje u NN i SN mreži
- pravila i standardi za priključak distribuiranih izvora i sučelna postrojenja
- novi poslovni modeli za distribuirane izvore: kolektivni modeli proizvodnje, samoopskrba, blockchain, agregatori

## 2. Elektromobilnost

- tehničke karakteristike punionica električnih/hibridnih vozila
- integracija punionica za električna vozila u distribucijskoj mreži: strategije, iskustva, projekti
- električno i hibridno vozilo: karakteristike baterija, vehicle-to-grid strategije
- električno vozilo kao trošilo u kućanstvu – priključak i standardi, EU iskustva
- utjecaj električnih/hibridnih vozila na potrošnju električne energije
- strategije upravljanja opterećenjem u distribucijskom sustavu sa značajnim udjelom električnih vozila
- strategije razvoja elektromobilnosti
- EU projekti elektromobilnosti: realizacija, iskustva, planovi

## 3. Pametni gradovi, pametni otoci i pametne kuće

- EU inicijative i koncepti pametnih gradova i pametnih otoka: iskustva i provedba u Hrvatskoj i EU
- napredno upravljanje potrošnjom uključujući javnu rasvjetu
- integracija distribuiranih izvora i skladišta energije u stambene i poslovne zgrade
- tehnička rješenja za pametne zgrade i nZEB koncept: KNX, Zigbee, Z-wave, korisnička sučelja
- tehnička rješenja za obnovu zgrada u pametne zgrade i zgrade s niskom potrošnjom energije
- modeli kolektivne proizvodnje energije: energetske zadruge, etično financiranje, partnerstvo građana i JLS
- hibridni i multienergijski sustavi (kogeneracije, dizalice topline, toplinski spremnici, toplinske mreže)
- održivi prijevoz i elektrifikacija javnog prijevoza u gradovima

Za 8. savjetovanje HO CIRED-a za SO4 prispjelo je 23 prijava referata, od čega je 14 referata predano u roku, svih 14 je pozitivno recenzirano te time i prihvaćeno i raspoređeno po preporučenim temama:

R.br.	Preporučena tema	Broj referata
1.	Iskustva i trendovi u distribuiranoj proizvodnji energije	6
2.	Elektromobilnost	2
3.	Pametni gradovi, pametni otoci i pametne kuće	6

## Popis referata po preporučenim temama

### SO4: Distribuirani izvori i učinkovito korištenje električne energije

#### Preporučena tema 1: Iskustva i trendovi u distribuiranoj proizvodnji energije

SO4-01	<i>Podrška održavanju napona jalovom snagom u distribucijskom sustavu kao uvjet za priključenje elektrana na distribucijsku mrežu</i>
	Filip Damjanović, Tomislav Cerovečki, Roko Ivković: HEP ODS d.o.o.
	<i>Stručni izvjestitelj:</i> mr.sc. Alen Katić, dipl.ing.el.
SO4-02	<i>Utjecaj korisnika postrojenja za samoopskrbu na poslovanje HEP ODS-a</i>
	Ivan Burul, HEP ODS d.o.o.
	<i>Stručna izvjestiteljica:</i> dr.sc. Minea Skok
SO4-03	<i>Izgradnja i uporaba male hidroelektrane Orłjava 8 – primjer iz prakse</i>
	Luka Užar, LUKA-TEST d.o.o
	<i>Stručni izvjestitelj:</i> mr.sc. Alen Katić, dipl.ing.el.
SO4-04	<i>Distribuirana proizvodnja električne energije u Hrvatskoj u 2019. godini</i>
	Josip Srebrović, Marko Mamić, Mario Špoljarić, Igor Žarkić: HEP ODS d.o.o.
	<i>Stručna izvjestiteljica:</i> dr.sc. Minea Skok
SO4-05	<i>Problematika priključenja malog distribuiranog izvora na dugačkom niskonaponskom izvodu</i>
	Matej Šimunović, Danijel Variola, Nikola Bogunović, Vladimir Srok: HEP ODS d.o.o., Elektroprimorje Rijeka
	<i>Stručna izvjestiteljica:</i> dr.sc. Minea Skok
SO4-06	<i>Alat za statističku obradu velikog skupa podataka s energetske tržišta s ciljem stohastičkog modeliranja agregatora odziva potrošnje</i>
	Domagoj Badanjak, Ivan Pavić, Tomislav Capuder: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva
	<i>Stručni izvjestitelj:</i> prof.dr.sc. Davor Škrlec

--	--

**Preporučena tema 2: Elektromobilnost**

SO4-07	<i>Dimenzioniranje baterijskog spremnika u punionicama električnih vozila</i>
	Mirna Gržanić, Vjekoslav Salapić, Tomislav Capuder: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva
	<i>Stručni izvjestitelj:</i> Joško Grašo, dipl.ing.
SO4-14	<i>Agregator baterija električnih vozila</i>
	Ivan Pavić, Tomislav Capuder, Hrvoje Pandžić: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva
	<i>Stručni izvjestitelj:</i> Prof.dr.sc. Davor Škrlec

**Preporučena tema 3: Pametni gradovi, pametni otoci i pametne kuće**

SO4-08	<i>Distribution Network Model (DiNeMo) platforma – metodologija i validacija</i>
	Mirna Gržanić, Tomislav Capuder: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva
	<i>Stručni izvjestitelj:</i> dr.sc. Minea Skok
SO4-09	<i>Aplikacija za optimizaciju naprednog upravljanja tokovima snaga u distribucijskoj mreži</i>
	Paula Perović, Mirna Gržanić, Tomislav Capuder: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva
	<i>Stručni izvjestitelj:</i> Joško Grašo, dipl.ing
SO4-10	<i>Fleksibilnost mikromreža i sposobnost pružanja pomoćnih usluga operatoru sustava</i>
	Marijo Knezović, SIGMATEK, Austrija; Tomislav Capuder: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva
	<i>Stručni izvjestitelj:</i> Prof.dr.sc. Davor Škrlec
SO4-11	<i>Konceptualno rješenje investicijsko-operativne platforme za energetske zajednice temeljeno na distribuiranim izvorima</i>
	Alen Hrga, Mirna Gržanić, Tomislav Capuder: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva
	<i>Stručni izvjestitelj:</i> Edo Jerkić, dipl.ing.

SO4-12	<i>Naponske prilike u elektroenergetskoj mreži oko otoka Unije prilikom priključenja solarne elektrane i baterijskog spremnika</i>
	Marko Mimica, Goran Krajačić. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje; Iva Širić, HEP ODS d.o.o.; Darko Jardas, REA Kvarner
	<i>Stručni izvjestitelj:</i> Edo Jerkić, dipl.ing.
SO4-13	<i>Usluga gospodarenja energijom u zgradi zasnovana na prediktivnom upravljanju</i>
	Mario Vašak, Anita Banjac, Nikola Hure, Danko Marušić, Hrvoje Novak, Paula Perović, Tomislav Capuder: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva; Leon Lepoša, HEP ESCO d.o.o.
	<i>Stručni izvjestitelj:</i> prof.dr.sc. Davor Škrlec

## 2. IZVJEŠĆE O RADOVIMA

### Preporučena tema 1: *Iskustva i trendovi u distribuiranoj proizvodnji energije*

#### **SO4-01 Podrška održavanju napona jalovom snagom u distribucijskom sustavu kao uvjet za priključenje elektrana na distribucijsku mrežu**

Filip Damjanović, Tomislav Cerovečki, Roko Ivković: HEP ODS d.o.o.

#### *Sažetak:*

Prije stupanja na snagu Mrežnih pravila distribucijskog sustava (Narodne novine, broj 74/18), elektrane nisu imale mogućnost aktivnog sudjelovanja u održavanju napona. Budući da je u većem broju slučajeva prepoznato da bi aktivno sudjelovanje elektrana u regulaciji napona pozitivno utjecalo na mogućnosti vođenja sustava i smanjenje troškova priključenja, novim Mrežnim pravilima distribucijskog sustava propisano je da sve elektrane, čije se priključenje na distribucijsku mrežu razmatra, moraju imati sposobnost aktivnog doprinosa održavanju napona unutar propisanih granica (pogon s faktorom snage 0,9 induktivno (poduzbuđeno) do 0,9 kapacitivno (naduzbuđeno)), što se ne smatra pomoćnom uslugom. U radu će se na jednostavnom primjeru utvrditi prednosti i nedostaci ovog tehničkog rješenja te će se prikazati iskustva u dosadašnjoj praksi.

#### *Izvešće recenzenta:*

Rad obrađuje matematički model regulacije napona u elektroenergetskoj mreži pomoću različitog faktora snage. Isto tako, opisuje se utjecaj različitog faktora snage na tehničke gubitke u mreži, te se navode neki primjeri iz prakse kod kojih je bilo moguće priključiti elektrane na elektroenergetsku mrežu tako da se promjeni faktor snage, te se time dobiju dozvoljeni naponi unutar granica.

#### *Pitanja za raspravu i odgovori:*

1. Da li danas postoji u pogonu koji proizvođač koji ima sposobnost aktivnog doprinosa održavanju napona unutar propisanih vrijednosti, odnosno da li je kojem proizvođaču postavljen ovaj uvjet na elektranu u fazi pisanja uvjeta priključenja ?

*Danas postoje u pogonu proizvođači koji imaju sposobnost aktivnog doprinosa održavanju napona unutar propisanih vrijednosti, odnosno kojima je postavljen takav uvjet u fazi pisanja uvjeta priključenja. Primjer su elektrane mE Jakuševac (1200 kW) i BP Gaj (2000 kW). Uvjet priključenja elektrane mE Jakuševac je bio prelazak razmatrane mreže na 20 kV naponsku razinu. Kako je utvrđeno da prelazak na 20 kV mrežu neće biti u roku završetka izgradnje postrojenja mE Jakuševac, investitor je zatražio da se provjere tehničke mogućnosti privremenog spajanja elektrane u postojeću 10 kV mrežu. U međuvremenu su na snagu stupila nova Mrežna pravila koja su omogućila elektrani rad u režimu podrške napona jalovom snagom koji je u izmijenjenoj elektroenergetskoj suglasnosti uvjetovan, a u pokusnom radu i ispitan. Investitor nije morao čekati prelazak elektroenergetske mreže na 20 kV naponsku razinu te je izbjegao velike financijske gubitke jer mu je omogućeno priključenje na postojeću 10 kV naponsku razinu. Preduvjet iz elektroenergetske suglasnosti elektrane BP Gaj govori kako elektrana mora imati sposobnost aktivnog doprinosa održavanju napona unutar propisanih granica prema Mrežnim pravilima, što se ne smatra pomoćnom uslugom. Faktor snage ( $\cos\varphi$ ) korisnika mreže kao proizvođača treba biti u granicama od  $\cos\varphi = 0,90$  kap. do  $\cos\varphi = 1$ , odnosno na zahtjev HEP-ODS-a i u drugačijem opsegu u okviru propisanih granica. Podešenje regulatora napona definira HEP ODS, a Korisnik mreže ne smije mijenjati podešenje regulacije napona bez odobrenja HEP ODS-a.*

#### **SO4-02 Utjecaj korisnika postrojenja za samoopskrbu na poslovanje HEP ODS-a**

Ivan Burul, HEP ODS d.o.o.

##### Sažetak:

Utjecaj obnovljivih izvora energije na tehničke parametre mreže analiziran je u mnoštvu radova, međutim, značajna integracija elektrana za samoopskrbu će, pored tehničkih, imati i svoje ekonomske reperkusije koje će se direktno odraziti na poslovanje operatora distribucijskog, kao i operatora prijenosnog sustava. Ovim radom je obrađen utjecaj sunčanih elektrana za samoopskrbu na poslovanje HEP ODS-a u pogledu tehničkih mogućnosti za vođenje naprednog sustava, te u pogledu osiguravanja neophodnih troškova poslovanja kroz naknadu za korištenje mreže.

##### Izješće recenzenta:

U radu je analiziran utjecaj kućanstava sa SE za samoopskrbu na poslovanje operatora distribucijskog sustava u pogledu utjecaja na prihode od naknade za korištenje mreže. Kritički je razmatrana odredba Zakona o izmjenama i dopunama zakona o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji, kojom se korisnicima postrojenja za samoopskrbu mrežarina naplaćuje temeljem količine električne energije koja predstavlja razliku između preuzete i isporučene energije u pojedinoj tarifi (tzv. netiranje energije). Razmatrajući dobivene rezultate autor ovog rada ocjenjuje kako je korisnik postrojenja za samoopskrbu previše favoriziran u odnosu na običnog krajnjeg kupca te smatra kako je to izravna posljedica netiranja energije u mrežarini.

*Pitanja za raspravu i odgovori:*

1. Koliko je trenutno korisnika postrojenja za samoopskrbu priključeno (u pogonu) na distribucijsku mrežu u RH?

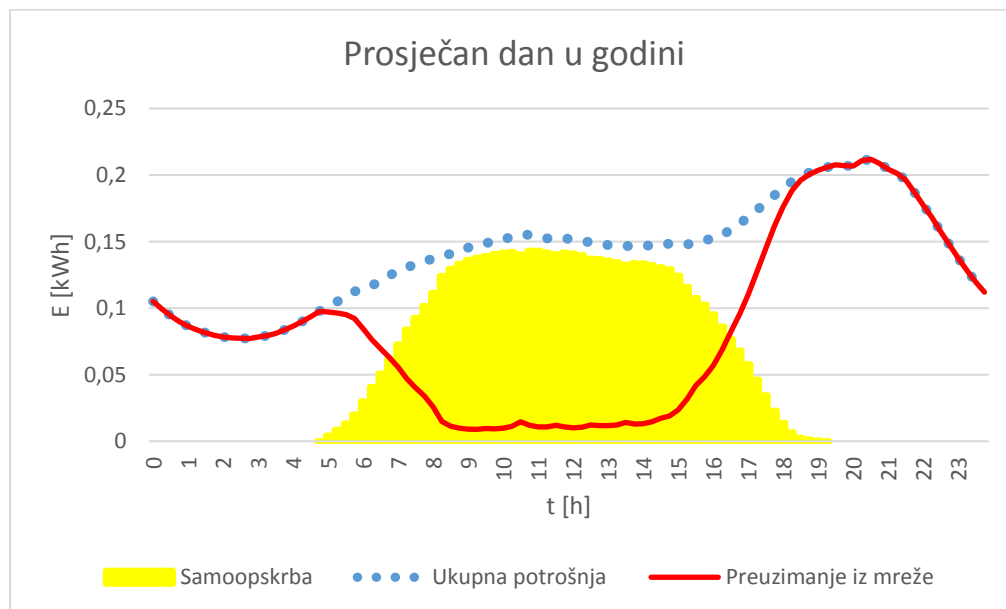
*Na dan 15.6.2020 u Hrvatskoj je priključeno sveukupno 324 Korisnika postrojenja za samoopskrbu, a ukupna priključna snaga takvih proizvodnih postrojenja iznosi 2120 kW.*

2. Koliki je udjel samoopskrbe na dnevnoj, mjesečnoj i godišnjoj razini kod kućanstava korisnika postrojenja za samoopskrbu?

*U tablici u nastavku prikazan je prognozirani udio samoopskrbe za karakteristične mjesece po godišnjim dobima, odnosno udio samoopskrbe na godišnjoj razini. Podaci se odnose na korisnika postrojenja za samoopskrbu s godišnjom potrošnjom od 5000 kWh i godišnjom proizvodnjom od 4900 kWh.*

<b>Razdoblje</b>	<b>Samoopskrba</b>	<b>Preuzimanje iz mreže</b>
<i>Siječanj</i>	26%	74%
<i>Travanj</i>	46%	54%
<i>Srpanj</i>	54%	46%
<i>Listopad</i>	32%	68%
<b>Godišnje</b>	<b>39%</b>	<b>61%</b>

*Graf u nastavku prikazuje udio samoopskrbe za prosječan dan u godini.*



3. Zašto se u RH različito potiču kupci s vlastitom proizvodnjom (poduzetništvo u pravilu) i kućanstva korisnici postrojenja za samoopskrbu (Vaše mišljenje)?

*Broj OMM kupaca kategorije kućanstvo u RH je približno 10 puta veći od kupaca kategorije poduzetništvo, međutim, kupci kategorije poduzetništvo ostvaruju veću potrošnju električne energije. Odluka o jačem poticanju kupaca kategorije kućanstvo*

*ima za posljedicu izgradnju značajno većeg broja distribuiranih izvora manjih snaga, što bi trebalo bolje odražavati koncept „proizvodnje na mjestu potrošnje“.*

*Nadalje, poduzetnici su u pravilu mnogo agilniji od običnih građana te bi s većim poticajima ostvarili veći broj projekata, odnosno rast distribuirane proizvodnje bi se odvijao bržim tempom, što bi moglo dovesti do određenih neželjenih posljedica. Poduzetnici također ostvaruju veću potrošnju električne energije pa su njihova proizvodna postrojenja isplativija u usporedbi sa kućanstvima te ih stoga treba manje poticati.*

*Međutim, odluka o jačem poticanju kupaca kategorije kućanstvo svakako spada u političke odluke te bi se sasvim sigurno mogli pronaći i argumenti za poticanje poduzetništva na jednak način kao i kućanstvo.*

4. Što je za kućanstvo ključni parametar za ocjenu ušteda? Prema Vašem mišljenju, temeljem kojih parametara se kućanstvo u RH odlučuje za investiranje i ugradnju fotonaponskog sustava?

*Isplativost postrojenja za samoopskrbu dominantno ovisi o potrošnji električne energije razmatranog kućanstva. Kućanstva kojima je električna energija osnovni energent za grijanje i hlađenje te kuhanje i pripremu potrošne tople vode ostvaruju puno veće uštede u odnosu na kućanstva koja se više oslanjaju na druge energente. Veća potrošnja električne energije zahtjeva izgradnju elektrane veće snage, odnosno veća početna ulaganja, pa je vrijeme povrata investicije praktično jednako za kućanstva sa malenom i velikom potrošnjom, međutim, neto sadašnja vrijednost projekta je značajno veća kod kućanstva s većom potrošnjom.*

5. Što je presudno u značajkama kućanstva, nakon čega sa svakim idućim većim kWp instalirane snage padaju uštede i FN sustav postaje neisplativ za kućanstvo u RH?

*Kod projektiranja postrojenja za samoopskrbu bitno je paziti da godišnja proizvodnja elektrane ne premaši godišnju potrošnju kućanstva pošto u tom slučaju korisnik ne može steći status Korisnika postrojenja za samoopskrbu (ne vrijedi netiranje proizvodnje i potrošnje), već se proizvodnja iz OIE regulira po modelu za Kupca s vlastitom proizvodnjom, gdje se ostvaruju manje uštede. Za Kupca s vlastitom proizvodnjom je Zakonom o OIEiVK definirana otkupna cijena viška proizvedene električne energije, a ista ovisi o omjeru isporučene i preuzete električne energije unutar obračunskog razdoblja (jedan mjesec). Ukoliko je količina preuzete energije veća od količine isporučene energije, otkupna cijena ima fiksnu, unaprijed utvrđenu vrijednost. Međutim, od trenutka kada količina isporučene energije postane veća od preuzete energije, otkupna cijena počinje opadati prema omjeru preuzete i isporučene količine, što zapravo znači da su prihodi iz prodaje viška energije ograničeni s količinom preuzete energije. Dakle, u slučaju kada je količina isporučene energije veća od količine preuzete energije, korisnik će ostvariti jednak prihod od prodaje, neovisno o količini isporučene električne energije, pošto zakonodavac potiče isključivo proizvodnju za vlastite potrebe.*

6. Što se događa s naknadom za OIEK u računu za kućanstvo ukoliko je neto preuzeta energija u kalendarskom mjesecu (obračunskom razdoblju) negativna?

*Naknada za OIEiVK naplaćuje se na temelju neto preuzete električne energije u pojedinoj tarifi. Ukoliko je neto preuzeta energija u pojedinoj tarifi negativna, korisnik ne plaća naknadu za OIEiVK u predmetnoj tarifi. Uvažavajući činjenicu da je u nižoj tarifi*



*u pravilu neto preuzeta energija pozitivna, korisniku će se u svim mjesecima uračunati naknada za OIEiVK na temelju neto preuzete energije u nižoj tarifi. Međutim, u ljetnim mjesecima će zarada od prodaje viškova proizvedene energije biti veća od ukupne cijene energije preuzete u nižoj tarifi pa će se cijena električne energije u nižoj tarifi, uključujući i naknadu za OIEiVK, prebiti s viškovima proizvedene električne energije u višoj tarifi, odnosno korisnik neće direktno platiti naknadu za OIEiVK.*

#### 7. Kako je to uređeno u Sloveniji?

*U Sloveniji je također uvedeno netiranje između preuzete i isporučene energije za kupce s vlastitom proizvodnjom, međutim, postoje određene različitosti u odnosu na hrvatski model, a najbitnije su slijedeće:*

- *priključna snaga u smjeru isporuke je ograničena na 80% priključne snage u smjeru preuzimanja iz mreže*
- *netiranje se vrši u jednoj tarifi i na godišnjoj razini*
- *omogućeno je netiranje i za skupine kupaca u višestambenoj i/ili stambeno-poslovnoj zgradi, te zajednice obnovljive energije koje su u Sloveniji prostorno (lokacijski) ograničene na kupce koji su priključeni na istu TS SN/NN*
- *kategorije korisnika koje imaju pravo na samoopskrbu su kućanstvo i malo poduzetništvo*
- *viškovi proizvedene električne energije se predaju opskrbljivačima, a cijena se određuje na tržištu (u prvotnoj verziji modela samoopskrbe bilo je propisano da se viškovi besplatno predaju opskrbljivaču, međutim to je ukinuto pošto nije u skladu s paketom energetske propisa EU).*

#### **SO4-03 Izgradnja i uporaba male hidroelektrane Orljava 8 – primjer iz prakse**

Luka Užar, LUKA-TEST d.o.o

##### *Sažetak:*

U referatu je opisan primjer iz prakse izgradnje male hidroelektrane Orljava 8 instalirane snage 110 kW. Dan je osvrt na zakonsku regulativu koju je bilo nužno zadovoljiti da bi se ishodovali bitni dokumenti poput lokacijske i građevinske dozvole, energetske odobrenje, koncesijski uvjeti za korištenje vode, elektroenergetska suglasnost i priključenje na mrežu te ugovor o otkupu električne energije. Isto tako, prikazan je način financiranja projekta te mogućnosti iskorištenja različitih Fondova. Kako se radi o elektrani koja je izgrađena prenamjenom postojećeg mlina, navedena su tehnička rješenja te prednosti i nedostaci takva zahvata. Elektrana se nalazi u ruralnom području gdje je bilo nužno izgraditi priključak na distributivnu mrežu te obnoviti postojeću branu na vodotoku. Elektrana je u trajnom pogonu od 14. lipnja 2017. te su opisana iskustva iz pogona i održavanja.

#### *Izješće recenzenta:*

U radu se opisuje tijek izgradnje MHE ORLJAVA 8. Autor pojašnjava cjelokupan put izgradnje MHE od ideje do realizacije, te navodi i probleme koji su mu se javljali na tom putu. Uz to, autor obrađuje i probleme koji se javljaju u redovnom održavanju i redovnom pogonu hidroelektrane. Očito je da je rad napisao autor koji je uključen u projekt izgradnje od samog početka, te da sudjeluje u redovnom pogonu. Rad je rezultat dugogodišnjeg rada na jednom ovakvom projektu u hrvatskom okruženju. U uvodnom dijelu se navode neki podaci koji su značajni za temu (kako se je mijenjalo vlasništvo nad hidroelektranom u povijesti), ali ne predstavlja problem tako da rad možemo prihvatiti u ovom obliku.

#### *Pitanja za raspravu i odgovori:*

1. Molimo autora da predloži neke promjene u postojećoj zakonskoj regulativi tako da se omogući lakša izgradnja ovakvih građevina.

*Prema Uredbi o procjeni utjecaja zahvata na okoliš (NN 61/2014) investitor je obvezan provesti Ocjenu o potrebi procjene utjecaja zahvata na okoliš za sve hidroelektrane. Smatram da bi uredba trebala isključivati hidroelektrane instalirane snage manje od 300 kW jer se takvi objekti grade na mjestima starih mlinova i vodenica koji su bili u pogon više od sto godina, gdje postoje već izgrađene vodene stepenice. Samo zadiranje u vodotoke rijeka već je kontrolirano izdavanjem posebnih i koncesijskih uvjeta od strane Hrvatskih Voda. Uvažavanjem predložene izmjene postupak pribavljanja dokumentacije skratio bi se za oko 6. do 8. mjeseci.*

2. Kakva je proizvodnja električne energije prilikom visokih voda, odnosno gdje je prag proizvodnje elektrane s obzirom na minimalni pad?

*Za proizvodnju električne energije prilikom visokih voda nije definiran minimalni pad. Elektrana je u pogonu sve dok se snaga na pragu ne spusti ispod tehničkog minimuma, što u ovom slučaju iznosi 2 kW. Iz dosadašnjeg pogona možemo reći da je minimalni pad oko 0.7 m.*

3. Da li je u pogonu hidroelektrane bilo kakvih kvarova u redovnom pogonu?

*U redovnom pogonu hidroelektrane zabilježen je jedan ozbiljniji kvar. Radi se o oštećenju izoliranog ležaja generatora na suprotnoj strani od pogonske (SS) te je morao biti zamijenjen. Razlog oštećenja je proboj izolacije ležaja što je dovelo do dugotrajnog povišenja temperature uslijed stvaranja kružnih struja koju induciraju naponi vratila. U redovnom pogonu izolacija ležaja ne-pogonske strane presijeca putanju struje ležaja i na taj način otklanja rizik od oštećenja.*

#### **SO4-04 Distribuirana proizvodnja električne energije u Hrvatskoj u 2019. godini**

Josip Srebrović, Marko Mamić, Mario Špoljarić, Igor Žarkić: HEP ODS d.o.o.

#### *Sažetak:*

Distribuirana proizvodnja električne energije je energija proizvedena iz više manjih izvora u blizini krajnjih kupaca na distribucijskoj mreži. Na ovoj način smanjuju se gubici prijenosa energije i negativan utjecaj na okoliš. Razvoj novih tehnologija i masovna proizvodnja distribuiranih izvora omogućila je konkurentnost distribuiranih izvora

energije u odnosu na konvencionalne izvore energije. Distribuirane izvore energije najčešće čine sunčane elektrane, vjetroelektrane, kogeneracijske elektrane, hidroelektrane, elektrane na biomasu i bioplin te geotermalne elektrane. U Hrvatskoj je trenutačno priključeno oko 2100 distribuiranih izvora električne energije s priključnom snagom od oko 400 MW te njihov broj kontinuirano raste. Zakonskim regulativama Republika Hrvatska potiče ulaganja u obnovljive izvore energije poticajnim cijenama preko otkupa s HROTE-om te krajnjim kupcima kategorije kućanstvo stjecanjem statusa korisnika postrojenja za samoopskrbu.

#### *Izvešće recenzenta:*

U Hrvatskoj je u trenutku pisanja rada bilo priključeno oko 2100 distribuiranih izvora električne energije s priključnom snagom od oko 400 MW. Njihov broj kontinuirano raste. Radom je prikazana analiza distribuirane proizvedene električne energije u Hrvatskoj u 2019. godini te utjecaj vremenskih uvjeta na distribuiranu proizvodnju električne energije. Prikazani su trendovi povećanja distribuirane proizvodnje električne energije po tipovima izvora u odnosu na prethodnu godinu. Prema vrsti elektrane, najveća ulaganja su u sunčane elektrane i taj trend će se nastaviti i u budućnosti. Iz rada je vidljivo kako su izostala ulaganja u sunčane elektrane u području najvećeg fotonaponskog potencijala.

Novim Zakonom o obnovljivim izvorima i visokoučinkovitoj kogeneraciji potaknula su se ulaganja u obnovljive izvore energije krajnjim kupcima kategorije kućanstvo. Tijekom 2019. korisnici postrojenja za samoopskrbu „umanjili su račune za električnu energiju“ za oko 150 MWh.

Ovim radom prikazani su rezultati energetske politike Republike Hrvatske usmjerene prema ulaganju u obnovljive izvore energije kako bi se dostigli strateški ciljevi Europske Unije. Autori prognoziraju kako se u budućnosti može očekivati nagli porast broja korisnika postrojenja za samoopskrbu.

#### *Pitanja za raspravu i odgovori:*

1. Iz podataka o ukupnoj snazi i broju sunčanih elektrana u RH (Tablica II) moguće je primijetiti da ih je najviše u Elektroslavoniji Osijek. Riječ je o distribucijskom području koje nema najveće Sunčevo zračenje u RH. Kako to da se u Elektroslavoniji Osijek i Elektri Varaždin pojavio najveći broj i ukupno instalirana snaga sunčanih elektrana, a ne u područjima koja imaju povoljnije Sunčevo zračenje?

*Broj elektrana u određenim područjima prvenstveno ovisi o nekoliko parametara:*

- *Razvijenost projekatata- u navedenim područjima veći je broj projekatata koji se bave projektima izgradnje sunčanih elektrana pa samim time postoje preduvjeti za investicije u sunčane elektrane,*
- *veći broj investitora- na navedenim područjima investitori su obilazili kupce te su na njihovim krovovima izgradili sunčane elektrane. Velika većina sunčanih elektrana na navedenim područjima ima sklopljen ugovor o otkupu s HROTE-om (poticajna cijena električne energije). Niži socijalni status stanovništva bio je preduvjet za investicije od strane investitora,*
- *Čisti vlasnički papiri- sređenost zemljišnih knjiga u početku su bile preduvjet za priključenje sunčanih elektrana na distribucijsku mrežu,*

- *veća površina krovova- na navedenom području postoji veća površina krovova nego u Primorskoj Hrvatskoj (gušća naseljenost),*
- *ulaganja u druge sektore- na području većeg Sunčanog zračenja prevladavaju drugi sektori poput turizma koji imaju kraći povrat investicija nego energetski sektor.*

2. U radu navodite „*U 2019. godini kod 38 korisnika mreže (oko 25%) zabilježena je negativna neto potrošnja za vrijeme statusa korisnika postrojenja za samoopskrbu, ali niti jedan korisnik mreže nije izgubio status korisnika postrojenja za samoopskrbu jer status nije stečen od početka 2019. godine.*”

Što je razlogom da su korisnici postrojenja za samoopskrbu tako „predimenzionirali“ svoju instaliranu snagu odnosno proizvodnju?

Je li sustav poticanja korisnika postrojenja za samoopskrbu u pogledu donošenja odluke o instaliranoj snazi i uštedama (isplativosti) prekomplikiran za kućanstva?

Što sve kućanstvo treba znati o značajkama svoje potrošnje i ostalim parametrima (npr. cijene, Sunčevo zračenje,..) da bi moglo odrediti uštede (isplativost investicije) u životnom vijeku FN sustava?

*Na predimenzioniranost instalirane snage kod kategorije kućanstvo utječu sljedeći parametri:*

- *instalirana snaga se dimenzionira prema površini krova, a ne prema godišnjoj potrošnji,*
- *nedostatak krivulje potrošnje (većina obračunskih mjernih mjesta kategorije kućanstvo nema ugrađeno napredno brojilo),*
- *nesnalaženje i neznanje kupaca i projektanta,*
- *povećanjem instalirane snage pada trošak instalirane snage po kW (financijski razlozi),*
- *maksimalno iskorišteni financijski poticaji (HROTE, državni, županijski, gradski i dr.),*
- *nejasan Zakon o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (članak 44.).*

*Sustav poticanja korisnika postrojenja za samoopskrbu je prekomplikiran za kupce kategorije kućanstvo, kao i za operatora sustava i opskrbljivače zbog nejasnog donesenog Zakona o obnovljivim izvorima i visokoučinkovitoj kogeneraciji (članak 44.) koji nije definirao uvjete za stjecanje statusa korisnika postrojenja za samoopskrbu, kao i način obračuna naknade za korištenje mreže, naknade za obnovljive izvore energije te solidarnu naknadu u slučaju kada kupac isporuči više energije nego je preuzme te je ostavio prostora za manipulacije sa statusom korisnika postrojenja za samoopskrbu. Zakonom se omogućuje da kupac koji na godišnjoj razini isporučuje više energije nego je preuzme (zbog predimenzioniranosti instalirane snage) svake druge godine stječe prava na status korisnika postrojenja za samoopskrbu. Isto tako je moguće da kupac promijeni status u kupca s vlastitom proizvodnjom u 12. mjesecu kako bi izbjegao kontrolu gubitka statusa korisnika postrojenja za samoopskrbu te ponovno zatraži*

*stjecanje statusa u 1. mjesecu (problem nedefiniranosti uvjeta za stjecanje statusa korisnika postrojenja za samoopskrbu).*

*Kod izgradnje sunčane elektrane kupac kategorije kućanstvo (ili projektant) trebao bi uzeti u obzir sljedeće parametre:*

- *trenutnu potrošnju električne energije (krivulja potrošnje, pogotovo u višoj tarifi),*
- *godišnju potrošnju unazad nekoliko godina (trend porasta/ smanjenja potrošnje električne energije),*
- *plan povećanja potrošnje električne u budućnosti (ovisno o trendu te u slučaju budućih investicija u npr. grijanje ili hlađenje na električnu energiju),*
- *proizvodnju električne energije po kW (ili Sunčevo zračenje) elektrana na istom području (temeljem drugih projekata),*
- *ostaviti određeni postotak rezerve zbog odstupanja potrošnje ili proizvodnje ovisno o godišnjem dobu (godišnji odmori, ljeto, zima),*
- *u slučaju priključne snage iznad 20kW, mogućnost limitiranja snage na 20kW koji omogućuje uštede na obračunskoj vršnoj radnoj snazi (promjena tarifnog modela u plavi ili bijeli),*

3. Da li je za korisnika postrojenja za samoopskrbu (kućanstvo) povoljnije biti u tarifnom modelu Plavi ili Bijeli?

*U većini slučajeva korisniku postrojenja za samoopskrbu više se isplati biti u tarifnom modelu Bijeli. Samo u slučaju ukupno veće isporučene električne energiju od preuzete električne energije više se isplati biti u Plavom tarifnom modelu. Neto negativnu potrošnju u tarifnom modelu Bijeli imalo je ukupno 34 korisnika postrojenja za samoopskrbu koji bi dodatno zaradili da su bili na tarifnom modelu Plavi. U slučaju neto negativne potrošnje na razini godine kupac će izgubiti pravo na status korisnika postrojenja za samoopskrbu stoga je bolje biti na tarifnom modelu Bijeli uz uvjet neto pozitivne potrošnje na razini godine.*

#### **SO4-05 Problematika priključenja malog distribuiranog izvora na dugačkom niskonaponskom izvodu**

Matej Šimunović, Danijel Variola, Nikola Bogunović, Vladimir Srok: HEP ODS d.o.o., Elektroprimorje Rijeka

##### **Sažetak:**

Uslijed postepene transformacije distribucijske mreže iz pasivne u aktivnu, nailazimo na razne izazove. Referat obrađuje problematiku priključenja malog fotonaponskog distribuiranog izvora na dugačkom niskonaponskom izvodu, kada se na navedenom niskonaponskom izvoru nalazi isključivo jedan kupac/proizvođač. Pojava previsokih napona uslijed proizvodnje električne energije fotonaponske elektrane pri normalnim

pogonskim uvjetima, uzrokuje ispad distribuiranog izvora. Na primjeru iz prakse prikazano je rješenje navedenog problema, te neke od mogućih varijanti rješenja.

*Izvešće recenzenta:*

Autori su u radu objasnili rješenje jednog od klasičnih problema u niskonaponskim mrežama kad se na kraju dugačkog radijalnog izvoda želi priključiti distribuirani izvor kojim se mijenjaju tokovi snaga i naponske prilike. Od više mogućih tehničkih rješenja analizom je ustanovljeno da se ugradnjom novog transformatora s prijenosnim omjerom 20/0,4 kV s više promjene položaja regulacijske preklopke postiže ekonomski povoljno i vremenski najmanje zahtjevno rješenje. Rad pokazuje kako se kvalitetnom inženjerskom analizom ovakvim problemima priključenja distribuiranih izvora mogu postići rješenja koja podrazumijevaju korištenje postojeće tehnologije.

**SO4-06 Alat za statističku obradu velikog skupa podataka s energetskih tržišta s ciljem stohastičkog modeliranja agregatora odziva potrošnje**

Domagoj Badanjak, Ivan Pavić, Tomislav Capuder: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva

*Sažetak:*

Razvijeni programski alat definira korelacije između cijena unutar dnevnog tržišta vezanih za uravnoteženje sustava te cijena dan-unaprijed tržišta (ili njihovih prognoza) te tomu sličnih korelacija. Dobiveni rezultati su pridonijeli razvoju histograma te modeliranju frekvencija pojavljivanja određenih cijena u različitim uvjetima na tržištu. Kako se istraživanje temelji na primjeru Danske, tako je njena struktura tržišta električne energije detaljno istražena i u najbitnijim crticama opisana s naglaskom na veleprodaju i pomoćne usluge. Za uspješnu statističku obradu podataka bitan preduvjet predstavljaju kvalitetni ulazni podatci koji po prikupljanju moraju proći proces predobrade kako bi bili u prikladnom obliku za daljnju analizu. Uočivši razliku koja se javlja između cijena unutar dnevnog i dan-unaprijed tržišta, metode strojnog učenja su korištenje za predviđanje budućih cjenovnih trendova i značajnih događaja poput velikih razlika u cijeni.

*Izvešće recenzenta:*

U novom zakonodavnom okviru EU za tržište električnom energijom otvara se mogućnost za uspostavljanje agregatora odziva potrošnje. Iako je poslovni model rada agregatora poznat još uvijek nema razvijenih modela prema kojima bi agregator mogao na temelju dostupnih podataka s tržišta električne energije razvijati svoje strategije tržišnog ponašanja. Autori su za potrebe istraživanja koristili model nadziranog strojnog učenja i na dostupnim podacima iz Danske došli su do interesantnih rezultata koji su pokazali odnose između različitih niše tržišta, pogotovo korelacije između unutar dnevnih i spot cijena.

*Pitanja za raspravu i odgovori:*

1. U poglavljima gdje je opisana predobrada podataka i statistička analiza utvrđeno je da su potrebna daljnja istraživanja kako bi se utvrdile povezanosti niša elektroenergetskog tržišta. Prema vašim saznanjima možete li ukratko navesti i

obrazložiti koje bi to vrste istraživanja trebalo provesti i koji skupovi podataka su potrebni.

*Istraživanje je provedeno na podacima danskog tržišta i uočena je velika povezanost dan-unaprijed i unutar dnevnog tržišta, što i intuitivno može biti očekivano. No pretpostavka je da je time otkriven tek vrh sante leda te je stoga potrebno još detaljnije istražiti faktore koji utječu na pojedina tržišta i njihovu međusobnu povezanost. Načelno bi se mogla koristiti metoda opisana u ovom radu, no koja bi postepeno išla u širinu i dubinu različitih čimbenika koji potencijalno utječu na cijene električne energije na pojedinim tržištima i same odnose među nišama. Pod širinom se misli na nove, dosad možda zanemarene, čimbenike, dok se pod dubinom misli na detaljno razmatranje zašto u suštini pojedini čimbenik djeluje tako kako djeluje. Svakako treba napomenuti kako analiza nekog drugog tržišta (a ne danskog) može polučiti druge rezultate i karakteristike, stoga bi valjalo napraviti i usporedbu među tržištima različitih država.*

2. U istraživanju ste primijenili nadzirano strojno učenje. Da li ste također proveli istraživanje i s primjenom nenadziranog strojnog učenja?

*Nisu provedena istraživanja s primjenom nenadziranog strojnog učenja. Nenadzirano strojno učenje se primjenjuje uglavnom u druge svrhe, ponajviše za klastering. Kako je tema primjene strojnog učenja u ovom istraživanju predviđanje budućih cijena, tu je najprikladniji izbor nadzirano učenje.*

3. U kojim dijelovima poslovnog procesa bi agregator potrošnje koristio aplikaciju koja se temelji na modelu iz vašeg istraživanja?

*Agregator na temelju modela razvijenog u ovom istraživanju pumnije može planirati svoj nastup na tržištu i ovisno o svom portfelju optimizirati radnje. Nadalje, ovisno o spremnosti na rizik, može procijeniti u kojoj će se mjeri osiguravati kupovinom na dan-unaprijed tržištu, a koji postotak ukupnog volumena trgovanja će prepustiti za "špekuliranje" s cijenom na unutar dnevnom tržištu. Drugim riječima, ovaj model agregatoru služi kao savjetodavni alat prilikom razvijanja poslovne strategije koja teži maksimizaciji profita uz dane uvjete (npr. karakteristike portfelja i sl.) uz zadovoljavajući faktor rizika.*

## **Preporučena tema 2: Elektromobilnost**

### **SO4-07 Dimenzioniranje baterijskog spremnika u punionicama električnih vozila**

Mirna Gržanić, Vjekoslav Salapić, Tomislav Capuder: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva

#### **Sažetak:**

U radu je opisan model temeljen na mješovitom cjelobrojnom linearnom programiranju (MILP) za definiranje optimalne veličine i operativnih strategija baterijskih spremnika u brzim punionicama električnih vozila (FCS). Kratkotrajna vršna opterećenja uslijed brzog punjenja vozila povećavaju naponska odstupanja u distribucijskim mrežama i uzrokuju zagušenja vodova što zahtijeva investicije u pojačanje mreže od strane operatora sustava. Uz to, operatori sustava uz ova vršna opterećenja moraju uzeti u obzir nesigurnost te osigurati dodatnu fleksibilnost u

sustavu. Ugradnjom baterija u FCS koje služe kao međuspremnik između elektroenergetskog sustava i punionica, smanjuje se štetan utjecaj brzog punjenja na sustav. Aspekti nesigurnosti, poput nepoznatog vremena dolaska ili energije potrebne za punjenje razmatrani su za više različitih lokacija FCS.

*Izvešće recenzenta:*

U referatu je predstavljeno rješenje integracije baterijskog spremnika unutar punionice. Integrirana baterija na taj način predstavlja međuspremnik između elektroenergetske mreže i korisnika punionice.

Optimizacijskim modelima postignuto je minimiziranje operativnih troškova prilikom punjenja vozila.

S obzirom da punionice predstavljaju nestabilnog potrošača u sustavu korištenjem baterija kao spremnika optimizacijskim modelom postignut je stalno opterećenje elektroenergetskog sustava.

Rad je izvrsna podloga za daljnje razvijanje optimizacijskih modela kako bi u budućnosti ovakvi projekti bili ekonomski opravdani uz pozitivan utjecaj na elektroenergetski sustav.

*Pitanja za raspravu i odgovori:*

1. Koju rezoluciju, odnosno koji period je promatran u optimizaciji – je li riječ o dnevnoj ili godišnjoj razini?

*Riječ je o optimizaciji na dnevnoj razini koja je skalirana na godišnju razinu.*

2. Zašto je punionica za električna vozila dimenzionirana maksimalnom snagom od 120 kW? Na koji način veličina/snaga punionice utječe na izračune?

*Punionica je dimenzionirana maksimalnom snagom od 120 kW jer je to najveća snaga punjenja jednog od odabranih automobila u modelu (to je odabrano kako bi se svaki od automobila mogao puniti svojom maksimalnom snagom).*

*Veličina/snaga punionice utječe na brzinu punjenja automobila.*

3. Može li se električno vozilo puniti za vrijeme niskih cijena izravno iz mreže?

*Ne, jer je baterijski spremnik korišten kako bi se prilikom punjenja vozila izbjegao dodatan trošak plaćanja vršne snage i smanjio štetan utjecaj na mrežu.*

**SO4-14 Agregator baterija električnih vozila**

Ivan Pavić. Tomislav Capuder, Hrvoje Pandžić: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva

*Sažetak:*

Električna vozila (EV) postaju sve češći oblik cestovnog prometa te su u nekim zemljama dosegli visoke udjele u ukupnom broju prodanih vozila. Među njima prednjači Norveška gdje je ukupni tržišni udio EV u lipnju 2019. iznosio 58%. Porast broja EV prati i veliki porast infrastrukture za punjenje EV koja označava točku spoja električnog vozila s distribucijskom mrežom.



Pasivnim (neupravljivim) načinom punjenja EV moguće su negativne posljedice za elektroenergetski sustav, poput stvaranja novih vršnih trenutaka u krivulji potrošnje ili dodatne potrebe za uravnoteženjem sustava. Budući da je uravnoteženje sustava osjetljiva tema u uvjetima sve veće integracije obnovljivih izvora energije, EV je potrebno integrirati u sustav s aktivnim/naprednim punjenjem kako bi se ublažile posljedice njihove integracije, ali i kako bi se njima potencijalno pružale i usluge uravnoteženja. U ovom radu bit će prikazan način agregacije EV koji omogućava aktivno punjenje EV te pružanje usluga arbitraža električne energije te uravnoteženja operatoru sustava.

#### *Izvešće recenzenta:*

U posljednje dvije godine povećao se broj javnih punionica za sve kategorije električnih automobila, a svi proizvođači automobila na tržištu u ponudi imaju modele koji ovisno o kapacitetu bateriju i vrsti pogona na neki način koriste usluge punjenja na javnim punionicama. Autori ističu u radu kako je e-mobilnost multidisciplinarno područje u kojem postoji rizik da se ispunjavanjem ambicioznih političkih ciljeva dekarbonizacije prometa dogode neočekivana ili čak neopravdana nova ulaganja u elektroenergetski sustav. Na primjeru dva moguća scenarija realizacije novog poslovnog modela agregatora, prvi kao agregator baterija EV i drugi kao agregator naprednih punionica pokazano je koji su izazovi za ICT i algoritme optimalnog punjenja/praznjenja kako za ostvarivanje veće društvene i osobne koristi, odnosno većeg profita za operatore punionica. Smatram kako je pravovremeno istaknuta važna tema o kojoj se treba raspravljati ne samo u energetici nego i ostali povezanim područjima, te usuglasiti razvoj koncepta e-mobilnosti koji će doprinijeti ostvarenju uspješne dekarbonizacije prometa uz minimalne investicijske troškove i zadržavanje pouzdanosti elektroenergetskog sustava.

### **Preporučena tema 3: *Pametni gradovi, pametni otoci i pametne kuće***

#### **SO4-08 *Distribution Network Model (DiNeMo) platforma – metodologija i validacija***

Mirna Gržanić, Tomislav Capuder: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva

#### *Sažetak:*

Kao rezultat dekarbonizacije elektroenergetskog sustava sve je više prisutna lokalna proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora. S obzirom na to da većina podataka o sustavu nije dostupna javnosti zbog sigurnosnih razloga, znanstvenici koriste sintetičke mreže za analize integracije distribuiranih izvora. U radu će se opisati platforma DiNeMo koja modelira georeferenciranu sintetičku mrežu čiju lokaciju bira sam korisnik putem Open Street Map kartografske podloge. DiNeMo platforma gradi sintetičku mrežu na temelju indikatora prikupljenih od strane operatora distribucijskih sustava u Europi (broj potrošača na različitim naponskim razinama, karakteristike vodova, kabela i transformatora, itd.) te ulaznih parametara koje mora unijeti sam korisnik (gustoća stanovništva, faktor opterećenja, naponska razina, broj stanovnika po kućanstvu, itd.). Validacija rezultata sintetičke mreže prikazana je usporedbom

indikatora modelirane sintetičke mreže sa stvarnim vrijednostima indikatora za grad Varaždin.

*Izvješće recenzenta:*

U radu je potrebno napraviti manje korekcije u tekstu.

*Pitanja za raspravu i odgovori:*

1. U radu navodite „S obzirom na nedostatak podataka o profilima potrošnje za grad Varaždin, proračuni tokova snaga modelirani su s podacima dobivenim od strane Talijanske nacionalne regulatorne vlasti (Italian national regulatory authority ARERA).“ Koliko je „profila“ dobiveno od talijanske regulatorne agencije ARERA i po čemu se međusobno razlikuju ti „profili“?  
*Dobiveno je 396 profila potrošnje kućanstva koji su prikupljeni za područje cijele Italije.*
2. Kako je u radu modelira dnevni profil (krivulja) punionice električnih automobila?  
*Dnevni profil (krivulja) punionica modelirani su na temelju Beta Mixture Modelu (BMM) koji predstavlja realne podatke s različitim modovima i težinskim faktorima. Detalji o primjenjenoj metodologiji mogu se pronaći u Flammini, M.G.; Prettico, G.; Julea, A.; Fulli, G.; Mazza, A.; Chicco, G. Statistical characterisation of real transaction data gathered from electric vehicle charging stations. Electr. Power Syst. Res. 2019, 166, 36–150.*
3. Kolike su sličnosti a koje glavne razlike SN i NN distribucijskih mreža u EU spram SN i NN distribucijskih mreža u RH? Je li moguće modelirati sve EU distribucijske mreže sa sličnim/istim pretpostavkama?  
*Postoje razlike između vrijednosti indikatora opisanih u Prettico, G.; Flammini, M.G.; Andreadou, N.; Vitello, S.; Fulli, G.; Masera, M. Distribution System Operators Observatory 2018. Available online: [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC113926/jrc113926\\_kjna29615enn\\_newer.pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC113926/jrc113926_kjna29615enn_newer.pdf).*  
*Moguće ih je modelirati zbog toga što je DiNeMo platforma georeferencirana i svako područje se modelira na temelju podataka prikupljenih od strane operatora distribucijskog sustava odgovornog za to područje i na temelju parametara koje unese sam korisnik koji odgovaraju stvarnoj situaciji. Dodatno, modeli planiranja distribucijskih mreža su isti za svaki ODS i ovise o broju priključaka, granularnosti, instaliranim obnovljivim izvorima energije, itd.*
4. Osim prednosti, Koji su glavni nedostaci ovakvih modela referentnih sintetičkih mreža?  
*Vrlo je teško validirati algoritme koji modeliraju velike referentne mreže, nedostatak vremensko slijednih podataka o potrošnji i proizvodnji, geografska nereferenciranost i nedostatak geografskih koordinata potrošača (iako to nije slučaj kod DiNeMo platforme), dizajn mreže i prikupljeni podaci za modeliranje mreže najčešće su vezani za specifični cilj (minimizacija gubitaka, minimizacija troškovammaksimizacija integracije obnovljivih izvora) i mreže često nisu pogodne za simulacije za koje nisu*

*izvorno namijenjene. Dodatno, većina sintetičkih mreža ograničena je u broju čvorištu i vodova, a samim time i u broju potrošača.*

5. Je su li takvi modeli već korišteni u RH za neke analize i strateške odluke? Navedite primjere.

*Primjer takvog modela je programski paket CADDiN.*

#### **SO4-09 Aplikacija za optimizaciju naprednog upravljanja tokovima snaga u distribucijskoj mreži**

Paula Perović, Mirna Gržanić, Tomislav Capuder: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva

##### *Sažetak:*

Ovim radom predstavljena je programska platforma za planiranje i upravljanje razmjenom električne energije između pametnih potrošača i operatora distribucijskog sustava. Programska platforma omogućava direktnu komunikaciju između stranaka, a sami koncept temelji se na dugoročnom i kratkoročnim planiranjima, dan-unaprijed i unutar-dnevnim operacijama. Programska platforma omogućuje sklapanje dugoročnih ugovora između pametnih zgrada i operatora distribucijskog sustava (ODS). Glavne klauzule ugovora su volumen i vrijeme pružanja usluga fleksibilnosti, cijena usluge i kazna za odstupanja, a temelje se na financijskim analizama i proračunu tokova snaga. Za vrijeme trajanja ugovora, programski alat omogućuje aktivaciju rezervirane električne energije kroz kratkoročne operacije. Dan-unaprijed alat računa optimalne tokove snage (AC OPF) prema predviđenom ponašanju pametnih potrošača te optimizacijskim alatom određuje volumen i vrijeme pružanja fleksibilnosti s obzirom na uvjete definirane dugoročnim ugovorom. Unutar-dnevni modul omogućuje ODS-u da poboljša unutar-dnevni raspored aktiviranjem fleksibilnosti prateći stvarna dostupna mjerenja (SCADA).

##### *Izješće recenzenta:*

Korištenje novih tehnologija u elektroenergetskom sustavu zahtjeva rekonstrukciju postojeće infrastrukture. Predstavljena je aplikacija pomoću koje se operatoru u distribucijskoj mreži omogućuju usluge fleksibilnosti. Komuniciranjem između korisnika mreže i operatora moguće je koristiti fleksibilnost korisnika čime se omogućuje optimalni pogon distribucijske mreže. Takvim alatima uz prethodno reguliranje zakonske regulative distribucijska mreža postaje aktivna mreža.

##### *Pitanja za raspravu i odgovori:*

1. Kako ste odabrali metodu/cijene za korištenje usluge od strane operatora distribucijskog sustava? Postoje li takve metode/cijene u primjeni u stvarnosti? *Metoda za korištenje usluge od strane operatora distribucijskog sustava održana je na temelju odgode u investiciju u pojačanje mreže za godinu dana.*

2. Koliko je i kada je bilo potrebe usluge fleksibilnosti u distribucijskoj mreži u promatranom području?

*Potreba za fleksibilnosti javila se u siječnju, veljači, lipnju, srpnju, kolovozu i prosincu kako je prikazano u sljedećoj tablici:*

<i>Mjesec</i>	<i>Fleksibilnost [kW]</i>	<i>Start</i>	<i>Trajanje [h]</i>	<i>Fleksibilnost [kWh]</i>
2019-01	-11.38	11:30	3.50	-39.83
2019-02	-11.38	11:30	3.50	-39.83
2019-06	-23.22	10:30	0.50	-11.61
2019-06	-23.22	11:30	0.25	-5.81
2019-06	-73.63	13:00	0.50	-36.82
2019-06	-73.63	14:30	0.50	-36.82
2019-07	-23.22	10:30	0.50	-11.61
2019-07	-23.22	11:30	0.25	-5.81
2019-07	-73.63	13:00	0.50	-36.82
2019-07	-73.63	14:30	0.50	-36.82
2019-08	-23.22	10:30	0.50	-11.61
2019-08	-23.22	11:30	0.25	-5.81
2019-08	-73.63	13:00	0.50	-36.82
2019-08	-73.63	14:30	0.50	-36.82
2019-12	-11.38	11:30	3.50	-39.83

#### **SO4-10 Fleksibilnost mikromreža i sposobnost pružanja pomoćnih usluga operatoru sustava**

Marijo Knezović, SIGMATEK, Austrija; Tomislav Capuder: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva

##### *Sažetak:*

Tranzicijom energetske sustava prema konceptu koji stavlja krajnjeg korisnika u centar postaje izuzetno važno razviti odgovarajuće optimizacijske i upravljačke modele novih subjekata u elektroenergetskom sustavu. Pri tome koncepti poput mikromreža, koji imaju mogućnost pružanja više usluga tržištu i operatorima sustava, su od izuzetnog značenja u budućim sustavima. U ovom slučaju mikromreža radi kao energetska zajednica koja je spojena paralelno ostatku sustava te je njezin rad definiran tržišnim signalima. Međutim, mikromreža također mora biti u stanju da se odvoji od ostatka mreže te održi stabilan rad u izvanmrežnom režimu rada. Stoga su u ovom diplomskom radu izrađena dva modela mikromreže: i) Mješoviti cjelobrojni linearni optimizacijski model koji određuje optimalne veličine jedinica unutar mikromreže za njen rad u otočnom režimu; ii) Dinamički model stabilizacije mikromreže pri prelasku u otočni rad. Granice dobivene iz ovih modela se koriste kako bi se dobila monetarna vrijednost pružanja usluge fleksibilnosti prema operatoru sustava, ali i samim korisnicima.

*Izvešće recenzenta:*

Rezultati prikazani ovim radom pokazuju potencijal mikromreža u planiranju i upravljanju elektroenergetskog sustava. Koristeći višeenergijske sustave, moguće je postići efikasnije sustave s manjim troškovima i manjim emisijama. Optimizacijski model koji se koristi u ovom radu koristi ulaze iz stvarnih ili iskustvenih primjera pa je postignut model realne mikromreže koji omogućava primjenu i na druge primjere mikromreža. Buduća istraživanja na ovu temu imaju veliki potencijal: na primjer implementacija obnovljivih izvora energije u model mikromreže te izračunavanje optimalne instalirane snage prema nekim mjerenjima ili uključivanje spremnika električne energije, te mikromreža može pružati uslugu fleksibilnosti i bez prisustva CHP-a. Moguća su i poboljšanja na termičkom dijelu. Mikromreže u budućnosti mogu imati veliki značaj pri pružanju usluga fleksibilnosti koje postaju sve važnije ulaskom obnovljivih izvora energije u sustave. Sposobnost mikromreže da prijede u otočni režim rada bez narušavanja kvalitete električne energije svojim korisnicima čini ih savršenom organizacijskom jedinicom za očuvanje stabilnosti sustava. Upravo ta sposobnost mogla bi biti presudna u budućim niskougličnim elektroenergetskim sustavima.

**SO4-11 Konceptualno rješenje investicijsko-operativne platforme za energetske zajednice temeljeno na distribuiranim izvorima**

Alen Hrga, Mirna Gržanić, Tomislav Capuder: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva

*Sažetak:*

Tehnologije distribuiranih knjiga stekle su popularnost zbog mogućnosti definiranja novih vrsta digitalne imovine kojom se može upravljati na decentraliziran i siguran način.

Ovaj rad predstavlja koncept platforme temeljene na distribuiranim knjigama koja omogućuje investiranje u resurse energetske zajednice te upravljanje uložnim sredstvima pomoću mehanizama definiranih na temelju pametnih ugovora.

Platforma je nadopunjena sustavom upravljanja izvorima fleksibilnosti energetske zajednice s ciljem smanjenja perioda povrata investicije. Koncept je demonstriran za energetske zajednice s različitim izvorima fleksibilnosti i distribuiranim izvorima energije.

*Izvešće recenzenta:*

U procesu energetske tranzicije temeljene na distribuiranim izvorima energije iz obnovljivih izvora energije od samoga početka je bilo jasno da će velika razina automatizacije i upotrebe IT tehnologija odrediti budućnost sektora, možda i više nego tehnologije proizvodnje energije. Blockchain kao tehnologija je već sada na putu da omogući daljnju, prije svega financijsku digitalizaciju svijeta, te time donese nove mogućnosti poslovanja koje tek sada otkrivamo. Energetski sektor je od početka razvoja blockchain tehnologija uočen kao plodno tlo za razvoj istih i stvaranje novih poslovnih modela. Referat predstavlja konceptualno rješenje platforme koja je od samog početka opisana u mnogim projektima kao budući „sveti gral“ energetike fokusirane na potrošača (a koja je kao takva definirana i novim paketom energetskih zakona EU). Konceptualno rješenje prezentira načelne mogućnosti tehnologije, iako je jasno da iste danas u postojećim regulatornim okvirima još ne mogu biti primjenjene,

te je na tržištu vidljivo da se već razvijaju različiti poslovni modeli oko ovakve ideje, te da nije još do kraja jasno kako će ova tehnologija promijeniti energetske sektor.

*Pitanja za raspravu i odgovori:*

1. Možete li komentirati trenutni zakonodavni okvir EU, te smjer u kojem vidite da će se tehnologija i poslovni modeli morati razvijati da se uklape u regulative tržišta električne energije?

*Poslovni modeli moraju se razvijati u skladu s odredbama energetske politike koje potiču porast broja obnovljivih izvora energije, povećanje energetske učinkovitosti i stavljanje fokusa na krajnje potrošače koji su centar zelene energetske tranzicije. Također poslovni modeli moraju pogodovati integraciji novih tehnologija, kao što spremnici energije i električna vozila. S obzirom da su distribuirani izvori fleksibilnosti u mogućnosti pružiti pomoćne usluge sustavu, poslovni modeli trebaju osmisliti adekvatni način stimuliranja fleksibilnog ponašanja i/ili omogućiti nižu cijenu investicije kroz razne porezne ili druge financijske olakšice.*

2. Da li se kroz referat i prilikom pripreme konceptualnog rješenja vodilo računa ili proučavala zakonodavna regulative financijskog tržišta s aspekta tokenizacije koja se koristi za financijske transakcije unutar takve platforme?

*Zakonodavna regulativa nije bila u fokusu rada, ali se vodilo računa o tome da u pripremi konceptualnog rješenja ne postoje značajne regulativne prepreke za realizaciju - korisničke akcije u sustavu mogu se modelirati na način da su nefinancijske prirode.*

3. Da li ste razmišljali i o modeliranju korištenja baterija, kao i PV i VE sustava za pružanje usluga balansiranja sustava i nuđenja pomoćnih usluga na tržištu električne energije?

*Funkcija cilja (1) predstavlja kupnju i prodaju električne energije na tržištu dan unaprijed te minimizira troškove uravnoteženja energetske zajednice. Energetska zajednica ne nudi izravno pomoćne usluge na tržištu, no odgovorna je za svoja odstupanja, odnosno za svoje uravnoteženje te time nastoji smanjiti svoja odstupanja te na taj način pridonosi balansiranju sustava.*

#### **SO4-12 Naponske prilike u elektroenergetskoj mreži oko otoka Unije prilikom priključenja solarne elektrane i baterijskog spremnika**

Marko Mimica, Goran Krajačić. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje; Iva Širić, HEP ODS d.o.o.; Darko Jardas, REA Kvarner

*Sažetak:*

Dekarbonizacija elektroenergetskog sustava (EES-a) je postavljena kao jedan od prioriteta Europske unije u nadolazećem razdoblju s ciljem da Europa postane klimatski neutralan kontinent do 2050. godine. Zbog toga dolazi do sve većeg udjela obnovljivih izvora energije (OIE), posebice solarnih i vjetroelektrana, u proizvodnji energije. Zbog svoje varijabilnosti, solarne i vjetroelektrane unose nesigurnosti u (EES) poput većih varijacija u frekvenciji, naponu te samoj kvaliteti električne energije. Rješenje se sve češće nalazi u korištenju napredne tehnologije poput odziva

potrošnje i spremnika energije. INSULAE projektom će se ponuditi primjer za uspješnu integraciju solarne elektrane i baterijskog spremnika energije na otoku Unije. U ovom radu je provedena analiza naponskih prilika prilikom priključenja novih objekata na otoku Unije te su promatrane mogućnosti regulacije baterijskog spremnika za poboljšanje uvjeta u srednjenaponskoj mreži.

*Izvešće recenzenta:*

Otoci su predmet sve većeg interesa energetske tranzicije kao mjesta od posebne potrebe i specifičnih uvjeta koji omogućavaju bolju isplativost projekata obnovljivih izvora energije (posebno povezanih s drugim sektorima), ali i koji zbog specifičnih uvjeta imaju veću potrebu za rješenjima pametnih upravljanja energijom i pohranom energije. Cresko Lošinjski arhipelag jedan je od 4 hrvatskih otoka uključenih u energetska tranziciju Tajništva za otoke pri EU. Stoga je tema referata iznimno aktualna, te donosi prvi uvid u rješenja koja će se kroz sljedeće desetljeće primijeniti na svim većim i manjim otocima. Referat pokazuje koje prednosti će integracija sektora (u ovom slučaju, u sljedećim koracima proizvodnja vode desalinizacijom) uz sustave pohrane energije donijeti u upravljanju tokovima snaga i mrežom na otocima. Zbog daljnjeg pada cijena navedenih rješenja, kao i novog zakonodavnog paketa EU, jasno je da će ovakvi sustavi postati sastavni dio svake mreže, te da će na tržišnim osnovama morati pružati usluge mreži i cijelom sustavu na razini tržišta električne energije. A otoci su savršena mjesta za prvu primjenu takvih rješenja.

*Pitanja za raspravu i odgovori:*

1. Da li se kroz izradu referata i cijeli projekt INSULAE planiraju modelirati i financijski, a ne samo tehnički učinci za elektroenergetsku mrežu, tj. Operatora distribucijskog sustava?

*Financijska analiza nije provedena u sklopu ove studije, ali će u sklopu INSULAE projekta svakako biti provedeno više takvih analiza sa stajališta različitih dionika. Što se tiče distribucijskog sustava, može se pretpostaviti da će se ukupni gubici u mreži smanjiti posebice u vrijeme maksimalnog opterećenja što će dovesti do nižih troškova.*

2. Što smatrate da se treba promijeniti u hrvatskom zakonodavnom okviru, a da bude usklađen s novim EU paketom energetskog zakonodavstva da bi se ovakvi sustavi mogli tržišno implementirati na otoke, ali i u drugim slučajevima?

*Hrvatski regulatorni okvir bi, kao i europski, u centar trebao staviti potrošača. Potrošač električne energije bi trebao imati više prava ne samo u smislu odabira opskrbljivača već i mogućnosti da sam proizvodi električnu energiju te postane tzv. "prosumer". Regulatorni okvir kojemu treba težiti bi svakako trebao naglasiti ova pitanja i olakšati potrošaču odabir opskrbljivača kao i priključenje na mrežu.*

*Drugo pitanje regulative je vezano uz baterije koje mogu biti iznimno korisne za distribucijsku mrežu te značajno povećati fleksibilnost sustava. S obzirom na indikacije da će cijena baterijskih sustava i dalje padati može se očekivati sve veća količina instaliranih kapaciteta spremnika. Trenutačna regulativa vezana uz baterije ostavlja brojna otvorena pitanja te postavlja teškoće vezane za instalaciju takvih postrojenja. U bližoj budućnosti će svakako biti potrebno precizno definirati ulogu baterijskih spremnika energije kao i uvjete u kojima će one biti spojene na mrežu te uvjete njihova rada.*

3. Kako se u budućnosti planira povezivanje ove elektrane i sustava pohrane energije za desalinizacijom mora i V2G rješenjima? Posebno je interesantno V2G rješenje na otoku koji ima iznimno malo prometa?

*Povezivanje solarne elektrane i sustava za pohranu energije s desalinizacijskim postrojenjem se planira izvršiti već u sklopu INSULAE projekta. To će biti izvedeno na način da će se pametno upravljati sa desalinizacijskim postrojenjem na način da će postrojenje proizvoditi vodu u trenucima kada to odgovara pogonu elektroenergetskog sustava uz ispunjen uvjet da je potražnja za vodom uvijek zadovoljena. V2G predstavlja nešto kompleksniji izazov iz razloga što se ukupna količina vozila priključenih na mrežu neprestano mijenja. Iz tog razloga bi bilo potrebno razviti stohastičke modele ponašanja vozila temeljem kojih bi se provodila optimizacija takvog sustava. To je posebno zanimljiv problem na otocima jer bi uspješna implementacija takvog koncepta na otoku vrlo vjerojatno bila izvediva i u većim sustavima na kopnu. Na Unijama bi za takav pothvat trebala nešto veća investicija s obzirom da ne postoje adekvatne ceste, međutim za lakša vozila poput skutera bi bilo izvedivo.*

#### **SO4-13 Usluga gospodarenja energijom u zgradi zasnovana na prediktivnom upravljanju**

Mario Vašak, Anita Banjac, Nikola Hure, Danko Marušić, Hrvoje Novak, Paula Perović, Tomislav Capuder: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva; Leon Lepoša, HEP ESCO d.o.o.

##### *Sažetak:*

Rad je usmjeren je na platformu za gospodarenje energijom kroz interakciju zgrada i energetskih mreža, uz omogućavanje aktivnog sudjelovanja zgrada na tržištu usluga fleksibilnosti. Zbog projekta 3Smart na kojoj je iniciran njen razvoj ona se naziva 3Smart platformom. Organizirana je u programske module namijenjene jednostavnoj nadogradnji na postojeće sustave automatizacije u zgradi i mreži. Implementirana je na pilotskim lokacijama u Hrvatskoj, Sloveniji, Austriji, Mađarskoj i Bosni i Hercegovini. Prikazana je analiza rada 3Smart platforme na strani zgrada na pilotskoj lokaciji u Hrvatskoj, te su demonstrirane značajne mogućnosti pružanja fleksibilnosti i smanjenja operativnog troška zgrada.

##### *Izvešće recenzenta:*

U sadašnjim sustavima automatizacije koriste se reaktivni algoritmi upravljanja koji koriste samo trenutna mjerenja unutarnjih i vanjskih uvjeta i trenutne zahtjeve komfora korisnika zgrade te se dodatno upravlja programski ovisno o dobu dana. Drugo je obilježje stanja tehnike sustava automatizacije u zgradama slaba ili nepostojeća koordiniranost između različitih sustava (grijanje/hlađenje, pohrana, izvori). Opisana platforma trebala bi se funkcionalno nadodati na postojeće sustave automatizacije rješavajući tako njihove nedostatke u smislu koordiniranog i optimalnog gospodarenja energijom te omogućavanjem funkcionalnosti odgovora potražnje.

##### *Pitanja za raspravu i odgovori:*

1. U opisu 3Smart platforme navedeno je da meteorološka prognoza vremena jedna od važnih nadogradnji klasičnog sustava. U referatu je prikazan graf očekivane cijene



električne energije za dan unaprijed. Nije opisano na koji način je uključena i meteorološka prognoza za dan unaprijed u postupak optimizacije, samo je prikazan dijagram vanjske temperature što ne uključuje parametre poput vlažnosti zraka, itd. Možete li kratko objasniti kako i s kojim parametrima osim temperature zraka bi se uključila prognoza u algoritam prediktivnog upravljanja?

*Od vanjskih vremenskih veličina 3Smart platforma koristi temperaturu zraka, te direktnu i difuznu komponentu Sunčevog ozračenja. Kod odlučivanja o načinu optimalnog rada zgrade za različite tipične dane koristi se tipična evolucija navedenih veličina tijekom jednog cijelog dana. Kod on-line rada 3Smart platforme koristi se prognoza temperature i Sunčeva ozračenja. Najčešće su ti podaci dostupni u vremenskoj rezoluciji od jednog sata kroz narednih nekoliko dana, i direktno se implementiraju u odgovarajuće modele za tvorbu predviđanja koje se onda koristi u procedurama matematičke optimizacije 3Smart alata.*

*Vlažnost zraka, tlak, brzina i smjer vjetera, vjetar također mogu značajno utjecati na potrošnju energije pri održavanju odgovarajućih uvjeta komfora u unutarnjim prostorima zgrade, no zasad se ne uzimaju u obzir u 3Smart alatu.*

2. U slučaju da je zgrada dio portfelja agregatora potrošnje kako bi to utjecalo na tržišni dio optimizacijskog algoritma?

*Navedeni princip izračuna fleksibilnosti koju zgrada nudi u odgovarajućim vremenskim prozorima ne mijenja se neovisno o tome tko stoji s druge strane, bio to operator distribucijskog odnosno prijenosnog sustava ili pak posrednik u osiguranju fleksibilnosti – agregator. Brojne su varijante naravno moguće pri interakciji zgrada, agregatora i operatora mreža. 3Smart platforma je izvedena zasad na jedan specifičan način gdje entitet koji potrebuje fleksibilnost navodi vremenske intervale kada bi htio imati fleksibilnost na raspolaganju, njen smjer odnosno predznak i cjenovne parametre za fleksibilnost. Postoje i brojni drugi načini interakcije za osiguranje fleksibilnosti putem agregatora, primjerice način koji trenutno koristi HOPS gdje se fleksibilnost ograničenog trajanja zahtijeva u bilo kojem trenutku u danu, uz zajamčeno vrijeme oporavka za pružatelja fleksibilnosti. Brojni su također dodatci koji mogu pomoći zajednici zgrada okupljenoj oko određenog agregatora da efikasnije ispuni kumulativne zahtjeve na fleksibilnost zajednice, poput autonomnog trgovanja. Navedene varijante koje nisu obuhvaćene 3Smart projektom predmet su daljnjeg istraživanja prediktivnih sustava upravljanja na strani zgrada s primjenom u funkcionalnosti odgovora potražnje, primjerice na projektu PC-ATE Buildings koji je naveden na kraju rada.*

3. Ušteda potrošnje energije se može postići dodatno ugradnjom raznih pasivnih fasadnih sustava ili aktivnih fasadnih sustava kojima se može smanjiti atmosfersko toplinsko opterećenje zgrade ili smanjenje gubitaka topline u zimskom periodu. Da li se vašim modelom može napraviti usporedna analiza takvih sustava i dati preporuka za najisplativiji sustav? Ako je takav sustav ima mogućnost upravljivosti, npr. sjenila, na koji način bi se mogao ugraditi u vaše model?

*Aktivni fasadni sustavi poput sjenila ili ventilacijskih klapni kod višestrukih fasada mogu se pri razradi termodinamičkog modela zgrade, koji se koristi u prediktivnom upravljanju, uzeti u obzir. Zasad nisu uzimani u obzir jer niti jedna od pilotskih zgrada na 3Smart projektu nije imala takove sustave. Pritom takvi elementi unose nelinearnost u matematički model za prediktivno upravljanje, no ona se kod prediktivnog upravljanja*

*može tretirati sekvencijalnom linearizacijom uz male pomake upravljačkih veličina. Sličan princip koristi se i za druge nelinearnosti u modelu, primjerice na razini za centralnu pripremu ogrjevnog/rashladnog medija za zgradu.*

*Usporedna analiza korištenja različitih sustava i komponenata je moguća – pri čemu se, za svaku od konfiguracija takvih sustava, zgrada optimira da se ponaša čim bolje u cjelini, sa svim svojim upravljačkim elementima, pa se i može dati prava konačna ocjena isplativosti pojedinih varijanti. Pritom je važno napomenuti da je potrebno poznavati jednostavan makroskopski model za svaki od aktivnih fasadnih elemenata koje bi se uzimalo u obzir u takvom paralelnom testu.*