HRVATSKI OGRANAK MEĐUNARODNOG VIJEĆA
ZA VELIKE ELEKTROENERGETSKE SUSTAVE – CIGRÉ

13. simpozij o sustavu vođenja EES-a
Rovinj, 5. – 7. studenoga 2018.

00-00

Mirna Gržanić[1]
Fakultet elektrotehnike i računarstva
mirna.grzanic@fer.hr

Zora Luburić[2]
Fakultet elektrotehnike i računarstva
zora.luburic@fer.hr

Željko Tomšić
Fakultet elektrotehnike i računarstva
zeljko.tomsic@fer.hr

PREGLED POSTOJEĆIH REGULATIVNIH OKVIRA ZA INTEGRACIJU SPREMNIKA ENERGIJE U EES – PREDNOSTI I BARIJERE

SAŽETAK

Spremnici energije sve više zauzimaju značajnu ulogu u okviru fleksibilnih rješenja kroz pružanje energetskih usluga i nadvladavanje postojećih izazova. Glavni uzrok proizlazi iz nestalne proizvodnje obnovljivih izvora energije čiji je ukupni instalirani kapacitet u stalnom porastu. Sukladno tome, velike su razlike u isporuci električne energije iz sata u sat (ograničenja rampa generatora). Definicija vlasništva spremnika energije još uvijek nije jasno definirana upravo zbog njihove dvojne funkcije sudjelovanja na tržištu kao proizvođača (proces pražnjenja) i potrošača (proces punjenja). U tržišnom okruženju spremnik energije može biti dio imovine operatora sustava, kada se smatra pasivnim, ili u vlasništvu neovisnog subjekta.

Spremnici energije moraju se promatrati u okviru usluga koje pružaju, ali i lokacija na kojima su instalirani. Važno je napomenuti da bi svaki spremnik trebao biti u mogućnosti pružiti više usluga kako bi se povećala njegova ekonomska isplativost te porezi ili naknade za priključenje na mrežu ne smiju spriječiti ili otežati integraciju spremnika u sustav. Trenutno se u Europi još uvijek ne mogu kapitalizirati sve usluge i povlastice koje spremnik energije može pružiti energetskom sustavu. Sam model tržišta vrlo je važan u integraciji spremnika u sustav, kao i regulatorni okviri koji će zakonski definirati dodatne vrijednosti koje spremnik može pružiti, imajući na umu da je vrlo važno oformiti jedinstvo tržište električne energije za čitavu Europu, pri tome i dalje pružajući slobodu nacionalnim tržištima sve dok ne narušavaju funkcionalnost jedinstvenog europskog tržišta. Pružanje reguliranih ili nereguliranih usluga sustavu trebalo bi se donositi temeljem tržišnih odluka, ali pri tome ne narušavati sigurnost sustava koja ima prioritetnu ulogu. Buduća tržišta i načini plaćanja spremnicima energije za pružanje usluga sustavu moraju biti definirani na nediskriminirajućoj razini dajući svakoj tehnološkoj izvedbi spremnika energije mogućnost ravnopravnog sudjelovanja.

U svijetu postoje instalirana postrojenja čiji su regulatorni okviri načelno definirani prema funkcijama koje obavljaju spremnici energije. Ovim člankom dat će pregled tih postojećih projekata kao i njihovih regulatornih okvira.

Ključne riječi: spremnici energije, regulatorni okviri, usluge

REVIEW OF EXISTING REGULATORY FRAMEWORKS FOR INTEGRATION OF ENERGY STORAGE IN ENERGY POWER SYSTEM - ADVANTAGES AND BARRIERS

[1] Stavovi izneseni u referatu su osobna mišljenja autora, nisu obvezujući za poduzeće/instituciju u kojoj je autor zaposlen te se ne moraju nužno podudarati sa službenim stavovima poduzeća/institucije.
[2] Stavovi izneseni u referatu su osobna mišljenja autora, nisu obvezujući za poduzeće/instituciju u kojoj je autor zaposlen te se ne moraju nužno podudarati sa službenim stavovima poduzeća/institucije.

SUMMARY

Energy storage has a significant role in providing energy services and overcoming the existing challenges through flexible solutions. The main problem is derived from an intermittent production of renewable energy sources whose total installed capacity is steadily increasing. According to mentioned problem, there are significant differences in the energy delivery from hour to hour (limitations of the generator ramp power). The definition of energy storage ownership is still not clearly defined due to their dual function of market participation as a generator (discharging process) and a consumer (charging process). In a market environment, energy storage can be a passive entity if owned by a system operator or it can be owned by an independent entity.

Energy storage must be considered according to the provided service and the locations they are installed at. It has to be noted that each storage should be able to provide several services to maximize its profitability. Taxes or network connection fees should not obstruct or aggravate the integration of energy storages into the system.

Services and privileges that energy storage can provide to the power system are still not fully capitalized in Europe. When it comes to the integration of the energy storage into the power system, the market model is very important, as well as the regulatory frameworks that will legally define the additional values of services provided by storage, having in mind that it is very important to form solely electricity market in Europe, but still having national markets if the functionality of a single European market is not undermined. Providing regulated or unregulated service to the system should be based on market decisions, but not violating the security of the power system as a main goal. Future markets and pricing mechanisms for services provided by energy storage must be defined at a non-discriminatory level, enabling market participation for each type of energy storage.

In already installed facilities around the world, regulatory frameworks are defined according to the services provided by energy storage. The paper will present an overview of the existing projects as well as their regulatory frameworks.

Key words: energy storage, regulatory frameworks, services

1. ULOGA SPREMNIKA ENERGIJE

1.1. Uvod

Povećanje energetske učinkovitosti i smanjenje štetnih emisija CO2 i ostalih stakleničkih plinova uz značajan porast obnovljivih izvora energije varijabilne proizvodnje, elektrifikaciju grijanja i transporta zahtijevaju nova rješenja u okviru pružanja usluga fleksibilnosti u vidu efikasnih, pouzdanih i ekonomski isplativih spremnika energije. Spremnici energije imat će veliku ulogu u dekarbonizaciji elektroenergetskog sustava kao izvori fleksibilnosti koji ne emitiraju štetne stakleničke plinove. Čak 53 % goriva za proizvodnju električne energije u Europi se uvozi [1], što će se integracijom spremnika energije smanjiti kao i omogućiti proces decentralizacije proizvodnje. Spremnici također mogu povezati različite izvore energije (električnu energiju, plinovita i tekuća goriva, toplinu) te poslužiti za pohranu viška proizvedene energije ujedinjujući pritom elektroenergetski sektor s plinskom sektorom.

Spremnici energije mogu se integrirati u svaki dio elektroenergetskog sustava, od proizvodnje, prijenosa i distribucije do krajnjih korisnika sustava. Europska udruga za pohranu energije (engl. „European Association for Storage of Energy, EASE“) podijelila je potencijalne usluge spremnika energije prema segmentu energetskog sustava na kojem se instaliraju [1]:

- Obnovljivi izvori energije (OIE): smanjenje ograničenja proizvodnje i poremećaja u sustavu, izravnjavanje proizvodnje (engl. „capacity firming“) i pružanje fleksibilnosti;
- Konvencionalni generatori: arbitraža, crni start;
- Pomoćne usluge: primarna, sekundarna i tercijarna regulacija;
- Prijenosna mreža: naponska i kutna stabilnost, odgoda investicija, poboljšanje frekvencijske stabilnosti u slabim mrežama;
- Distribucijska mreža: kompenzacija jalove snage, poboljšanje kvalitete energije, smanjenje poremećaja, dinamička lokalna kontrola napona, podrška mreži u nepredviđenim situacijama;
- Krajnji korisnici: kontinuirano napajanje, smanjenje vršne potrošnje, kompenzacija jalove snage, smanjenje poremećaja i niži troškovi električne energije.

2. TRŽIŠNI OKVIR

2.1. Preporuke

Razvoj spremnika energije i njihova integracija unutar europskog tržišta ovisna je o smjeru i količini poduzetničkih aktivnosti u razvoju i istraživanju novih pametnih rješenja u elektroenergetskom sustavu. Regulatorno okruženje koje će omogućiti spremnicima energije jednak položaj kao i ostalim pružateljima fleksibilnih usluga vrlo je važno za neprekidan razvoj industrije spremnika.
Navedene su preporuke od strane EASE:

1. Provedba demonstracijskih projekata bez regulatornih barijera;
2. Definicija spremnika energije unutar regulatornih okvira EU;
3. Definicija jasnih pravila prema kojima spremnici energije mogu sudjelovati na tržištu te nemogućnost operatora prijenosnog i distribucijskog sustava da posjeduju i upravljaju spremnicima energije;
4. Eliminacija neodobrenih/dvostrukih ulogu u koordiniranom pristupu na europskoj razini;
5. Tržišno orijentirana nabava električne energije i pomoćnih usluga podložna analizama troškova i koristi (engl. „cost-befit analysis“);
6. Definicija spremnika energije kao posebne vrste imovine.

2.1.1. Provedba demonstracijskih projekata bez regulatornih barijera
Demonstracijski projekti omogućuju prikupljanje vrijednih informacija i saznanja o tehničkim primjenama i tržišnim aspektima spremnika energije. Regulatorni okviri moraju omogućiti financiranje demonstracijskih projekata kroz odgovarajuću naplatu prihoda, mogućnost izbora vlasništva od strane određenih reguliranih entiteta (npr. operatora sustava), definiranje tehničkih i komercijalnih zahtjeva za priključenje na mrežu, posebno u području gdje upotreba spremnika energije nije uobičajena praksa te ravnopravno sudjelovanje na tržištu električnom energijom i pomoćnim uslugama.

2.1.2. Definicija spremnika energije unutar regulatornih okvira EU
Potrebna je robusna i precizna definicija spremnika energije kako bi se stvorila sigurnost ulaganja za europsku industriju koja će omogućiti međusektorsku povezanost. Ovdje se pri tom misli na sinergiju pohrane električne energije u spremnik te dobavu topline, plina ili goriva iz spremnika u mrežu. Na taj način se postiže dinamičniji rad elektroenergetske mreže s toplinskom i plinskom mrežom kao mogućnost pružanja fleksibilnosti kroz uslugu regulacije kao i pohrana energije proizvedene iz obnovljivih izvora koja sudjeluje u dekarbonizaciji drugih sektora. Defincija se mora odnositi na sve tipove spremnika energije, a ne samo tradicionalne, kao što su reverzibilne hidroelektrane ili baterije što će omogućiti razvoj novih tehnologija. Isto vrijedi i za definiranje usluga pruženih od strane spremnika energije. Uzak izbor mogućnosti rezultirati će ograničenu upotrebu spremnika energije, dok će širok spektar pružanja usluga omogućiti razvoj spremnika energije sukladno tehničkom razvoju i potrebama elektroenergetskog sustava. Definicija koja bi zadovoljila navedene uvjete prema radnoj verziji Energetske Direktive glasi: „Spremnik energije u elektorenergetskom sustavu znači odgađanje proizvodene električne energije za trenutnu upotrebu, bilo u obliku električne energije ili u nekom drugom energetskom obliku.“

2.1.3. Definicija jasnih pravila prema kojima spremnici energije mogu sudjelovati na tržištu te nemogućnost operatora prijenosnog i distribucijskog sustava da posjeduju i upravljaju spremnicima energije
Ukoliko se spremnik energije koristi za tržišne usluge (arbitražu), samo tržišni sudionici smiju posjedovati i upravljati spremnikom energijom za pružanje određene usluge. Tržište mora odražavati potrebe sustava. Nadalje, spremnici energije mogu upotpunjavati već postojeće infrastrukturne usluge, kao što su izgradnja vodova i kabela ili instaliranje FACTS uređaja. U nedostatku konkuretne ponude za pružanje usluga sustavu, tj. ako se pokaže da tržišno utemeljena usluga nije izvediva, vlasništvo spremnika energije od strane reguliranog subjekta je moguće, ali izvanredno i privremeno te podložno periodičnim provjeravama. Sukladno prvoj točki, regulirani subjekti mogu posjedovati i upravljati spremnikom energije u slučaju razvoja inovativnih demonstracijskih projekata s ciljem promoviranja razvoja novih tehnlogija i tržišnih mehanizama. Regulirani subjekti mogu posjedovati spremnik energije samo i jedino ako imaju odobrenje nacionalne regulatorne agencije te dugoročna nemogućnost pružanja tržišno utemljenih usluga od strane spremnika energije mora se pravno definirati i pravilno provesti.

2.1.4. Eliminacija neodobrenih/dvostrukih ulogu u koordiniranom pristupu na europskoj razini
Važno je naglasiti da spremnik energije nije niti proizvođač niti potrošač električne energije, njegova uloga je pohrana energije za kasniju upotrebu. Spremnik energije trebao bi se izuzeti od plaćanja mrežnih

naknada ili plaćati samo mali udio jer svojim uslugama pomaže razvoju mreže. Prema zakonima fizike, kWh električne enrgije može se proizvesti i konzumirati samo jednom pa prema tome ne može biti oporezivan dvostruko (prilikom punjenja i pražnjenja).

2.1.5. Tržišno orijentirana nabava električne energije i pomoćnih usluga podložna analizama troškova i koristi (engl. „cost-befit analysis“)

Pružanje usluga sustavu nije u svim članicama EU tržišno orijentirano što uzrokuje veće troškove potrošača i diskriminaciju tehnologija koje bi mogle pružiti određenu uslugu jeftinije i preciznije, ali im nije dozvoljeno.

2.1.6. Definicija spremnika energije kao posebne vrste imovine

Spremnik energije trebao bi se definirati kao četvrta stavka u elektroenergetskom sustavu, uz proizvodnju, prijenos i distribuciju te potrošnju. Time bi se spriječilo svrstavanje spremnika energije kao proizvođača ili potrošača ili u nekim slučajevima oboje. Samostalan status bi eliminirao svaku dvosmislenost koja proizlazi iz centralizirane definicije tržišta u kojima je bilo potrebno sve entite svrstati u gore navedene tri kategorije. Takva definicija spremnika kao zasebne četvrte stavke oslobodila bi spremnik energije od plaćanja dvostrukog poreza po kWh prilikom pohrane i pražnjenja energije.

S obzirom na to da spremnici energije pružaju usluge u svim segmentima elektroenergetskog sustava, od proizvodnje, prijenosa i distribucije do potrošnje, ne mogu se opisati unutar trenutnih regulatornih okvira. Kako bi se to promijenilo, potrebne su političke smjernice koje bi omogućile novčanu kompenzaciju spremnicima energije za pružanje različitih usluga te time omogućile daljnji razvoj tehnologije. Dodijeljena novčana sredstva temeljila bi se na kvaliteti električne energije, sigurnosti, pouzdanosti i povećanju efikasnosti. U tablici I su prikazani primjeri političkih smjernica za poticanje razvoja spremnika energije u državama u kojima se provode [2]:

Tablica I Političke smjernice

Političke smjernice	**Zemlje**
Subvencije	Njemačka
Istraživački, razvojni i demonstracijski projekti	Kina, EU, Japan, Južna Koreja
Izravni nalog za nabavu	Kalifornia (SAD)
Feed-in tarifa	Ontario (Kanada)
Razvoj tržišta i regulatorna revizija	Ontario (Kanada),SAD
Prednost u dokumentaciji	Japan, Južna Korja
Onemogućiti umjetno sniženje cijene za pruženu uslugu	SAD

2.2. Barijere

Tržišta u Europi, Japanu, Kini, Australiji i Sjedinjenim Američkim Državama klasificiraju spremnik energije kao proizvodnu jedinicu (proizvođača) jer do sada nije bilo potrebe za posebnom kvalifikacijom, budući da spremnici energije nisu bili ekonomski održivi, izuzev reverzibilnih hidroelektrana te su se praznili na zahtjev potrošnje, baš kao i generatori koji su pratili potrošnju. Neka tržišta pomoćnih usluga ne pružaju usluge crnog start, inercijskog odziva i kontrole frekvencije, što bi spremnik energije mogao pružiti. S obzirom na to da države članice EU imaju različite zakone i mrežarine, drugačije definirana tržišta prekograničnim kapacitetima, usluge uravnoteženja i pomoćne usluge, integracija spremnika energije će zasigurno biti otežana. Barijere koje spriječavaju razvoj spremnika energije su brojne. Prema studijima napravljenima u EU [6], najvažnije od njih su:

- Neodobrenost definicije spremnika energije i adekvatna klasifikacija;
- Nedostatak potražnje za potrebama spremnika energije;
- Nedostatak točno određenih uloga spremnika energije;
- Nedostatak verificiranih povlastica i manjak prepoznatljivosti povlastica;
- Nedostatak tržišta pomoćnih usluga;
- Dvostruke ili nestalne naknade za mrežno priključenje;
- Nedostatak regulatornih okvira unutar EU;
- Distorzija u nacionalnim tržištima električne energije;

- Nepotpuno, nestalno i kompleksno dobivanje dozvola za spremnike energije;
- Nesigurnost vezana za vlasništvo;
- Nedovoljno jasno definiran sam rad spremnika;
- Nedostatak ekonomičnosti i učinkovitosti u planiranju prijenosne mreže;
- Velika ovisnost spremnika energije o razvoju elektroenergetskog sustava;
- Nedostatak poticajnih mjera za investicije;
- Natjecanje s ostalim pružateljima usluga uravnoteženja i pomoćnim uslugama;
- Negativno mišljenje javnosti o spremnicima energije.

3. REGULATORNI OKVIRI U SVIJETU

U ovom poglavlju predstavljeni su regulatornih okviri u državama koje već imaju instalirane spremnike energije te će se opisati njihov pristup u radu sa spremnicima energije, prvenstveno iskustva s baterijskim postrojenjima.

3.1. Ujedinjeno Kraljevstvo

Spremnici energije imat će važnu ulogu u niskougljičnim elektroenergetskim sustavima budućnosti Ujedinjenog Kraljevstva [4]. Brojne inovacije smanjit će trošak različitih tehnologija spremnika energija, ali zastupljenost na tržištu koja bi potaknula te inovacije izostaje. Nedostatak precizne regulatorne definicije doveo je do klasifikacije spremnika energije kao proizvođača električne energije. Međutim, spremnici energije ne mogu proizvesti električnu energiju kao takvu te kvalificiranjem u proizvođače ne prepoznaje se potencijalni doprinos pomicanja električne energije iz perioda visoke potrošnje u period niske potrošnje. Potrebna je nova definicija koja će spremnik energije tretirati kao sastavni dio elektroenergetskog sustava. Spremnici energije moraju plaćati dvostruku tarifu za korištenje prijenosne mreže zbog uloge proizvođača i potrošača (ukoliko je snaga pražnjenja veća od 100 MW) te ujedno i naknadu za korištenje distribucije koja iznosi 16% ukupnog računa za električnu energiju. S obzirom na to da spremnik energije uklanja zagušenje u mreži prilikom pružanja usluge uravnoteženja, dvostruke naknade za korištenje prijenosne mreže ne odražavaju povlastice koje pruža sustavu. Potrebno je donijeti novu regulatornu klasifikaciju spremnika energije koja će uzeti u obzir negativan tok snage iz spremnika (ili nulu kao neto iznos) s ciljem postavljanja tarife koja će reflektirati kombinaciju proizvodnih i potrošačkih tarifa, iako bi se gledajući sa strane ostalih sudionika na tržištu, spremnicima energije zbog toga dala nepoštena prednost, npr. generatori koji pružaju usluge uravnoteženja.

Investicije u spremnike energije nisu ekonomski isplative ako se spremnici koriste samo za arbitražu. Tržište uravnoteženja i tržište pomoćnim uslugama i dalje preferiraju konvencionalne generatore. Na tržištu pomoćnim uslugama spremnici energije ostvaruju značajan profit, iako tržište nije u mogućnosti ponuditi brojne usluge koje bi spremnik energije mogao pružiti, kao što su brži frekvencijski odziv ili odgoda u pojačanje mreže.

Spremnici energije imaju visoke troškove investicije te za razliku od tehnologija s niskim kapitalnim troškovima i visokim operativnim troškovima s niskim premijama rizika, trebaju dodatnu podršku kako bi opravdali svoje sudjelovanje na tržištu. Manji spremnici energije povezani na distribucijsku mrežu mogu sudjelovati na veleprodajnom tržištu kroz portfelj opskrbljivača, dok sudjelovanje spremnika u uravnoteženju je i dalje nejasno definirano, a smanjilo bi tržišnu nesigurnost. Iako bi novo tržište kapacitetima (enfl. „capacity market“) moglo ponuditi brojne mogućnosti za nove tehnologije spremnika energije, na tom tržištu postoji efikasna obveza dostave otvorenih-zatvorenih ponuda i nije definirano vrijeme kada se usluga mora isporučiti što predstavlja prepreku spremnicima energije jer je njihovo vrijeme pražnjenja ograničeno te bi u slučaju ako se spremnik u potpunosti isprazni prije kraja zadanog roka, bio vrlo skupo penaliziran. Da se izbjegnu tako rigorozne kazne za tehnologije koje su tek u razvoju, potencijalno bi se spremnici energije mogli kažnjavati plaćanjem nižih penala, ali bi se to moglo reflektirati kao nekonkurenta mjera te naštetiti sigurnosti opskrbe.

Kako bi se ubrzao porast fleksibilnih kapaciteta, Ured za tržište plinom i električnom energijom (engl. „Office of Gas and Electricity Market, Ofgem“), dio Ministarstva vanjskih poslova i nezavisna regulatorna agencija su predložili usvajanje jednokratnih isplata za neravnoteže u pojedinačnim periodima. Nasuprot trenutno korištenoj metodi dualnih cijena (engl. „dual-price method“), predložena reforma će povećati porast isplata i poticaja za investicije u izvore fleksibilnosti. Usluga poboljšanog frekvencijskog odziva bila bi pouzdan izvor zarade za neke tehnologije spremnika energije. Usluga bi zahtijevala 100% odziv radne snage unutar 1 sekunde ili manje kao odgovor na odstupanje frekvencije.

Tržište uravnoteženja uvodi mogućnosti nabave usluga fleksibilnosti i za nekonvencionalne izvore kroz razne ugovore, iako bi dinamičke mjere znatno doprinijele raspodjeli resursa. Vlasnik

prijenosnog sustava u UK, National Grid, razmatra uvođenje usluge skupne brze rezerve. Spremnici energije mogu pružiti uslugu od 50 MW unutar 2 minute, ali bi takvo agregiranje usluga u određenoj mjeri moglo narušiti vrijednost spremnika energije.

3.2. Sjedinjene Američke Države

Federalne političke potpore spremnicima energije uvidjele su da spremnici energije mogu pomoći u postizanju nacionalnih energetskih ciljeva u vidu povećanja pouzdanosti, veće efikasnosti elektroenergetskog sustava i veće integracije obnovljivih izvora energije [5-6]. Potpore su dane na različite načine kroz strukturu tržišta, zakone odobrene od strane Kongresa za poticanje konkurentnosti spremnika energije te kroz regulativne direktive od strane Federalne Energetske Regulatorne Komisije. Brojni zakoni potiču financiranje istraživačkih projekata u cilju modernizacije elektroenergetske mreže kroz investicije u nove tehnologije. Zakon donesen za osnivanje istraživačkih laboratorija spremnika energije od strane vlade istaknuo je ciljeve demonstracijskih programa za moguće primjene spremnika energije:

- Upotreba spremnika energije u mikro-mrežama za povećanje pouzdanosti u ruralnim područjima;
- Integracija spremnika energije u samo-održivu mrežu (engl. „self-healing grid“);
- Upotreba spremnika energije za povećanje sigurnosti infrastrukture za izvanredne događaje i osiguranje izvanredne pomoćne snage napajanja za krajnje potrošače;
- Integracija obnovljivih izvora energije;
- Pružanje pomoćnih usluga sustavu (npr. usluga rotirajuće rezerve);
- Napredovanje elektroenergetskih sustava u vidu povećanja učinkovitosti, komunikacije i kontrole napona;
- Optimizacija rada prijenosne i distribucijske mreže te povećanje kvalitete koji bi mogli riješiti probleme preopterećenosti vodova te održavanje transformatora i transformatorskih stanica;
- Smanjenje vršnih opterećenja kućanstva, industrije i čitave mreže;
- Spremanje energije za vrijeme niskog opterećenja za bolje iskorištenje mreže.

U tablici II su dani iznosi financiranja spremnika energije od strane ARRA-e (engl. „American Recovery and Reinvestment Act“) :

Tablica II Financiranje spremnika

Kategorija	Snaga [MW]	Vrijednost projekta (milijuna $)	Iznos financiranja (milijuna $)
Baterije za arbitražu ili integraciju vjetroelektrana	57	145	61
Regulacija frekvencije	20	48	24
Distribuirani spremnici	7.5	44	20
Komprimirani zrak	450	481	55
Demonstracije novih projekata	2.8	53	25

3.3. Francuska

Iako je Francuska još od 2000. godine poduzela brojne reforme vezane za tržište električne energije, razdvajanje prijenosa, uvođenje konkurentnosti, djelomična privatizacija EDF-a (centralizirane regulirane elektroprivrede), obvezu kupnje električne energije po fiksnoj cijeni, proces liberalizacije tržišta odvija se vrlo sporo. Cijena električne energije je niska u usporedbi s drugim zemljama te više-tarifni sustavi cijena nisu široko raspostranjeni. Niske cijene električne energije za krajnje potrošače nisu poticajne za ugradnju spremnika energije.

3.4. Njemačka

Spremnici energije sastavni su dio njemačke energetske tranzicije [7-8].Trenutno se spremnici energije najviše koriste u uslugama frekvencijskog odziva, iako energetski zakoni ne pružaju regulatorne poticaje za primjenu spremnika energije. Za električnu energiju isporučenu za privremenu pohranu u spremnik energije, pravo naplaćivanja od strane operatora prijenosnog sustava se ne primjenjuje ako je energija iz spremnika u potpunosti ponovno vraćena u mrežu. Također postoji iznimka za mrežne

naknade za spremnike energije, koja se inače koristila za reverzibilne hidroelektrane. Vlasnicima spremnika energije omogućena je prijava kvalifikacije kemijskih spremnika kao komponente mreže čime se može izbjeći dvostruko oporezivanje prilikom punjenja i pražnjenja spremnika. Ne postoje posebni poticaji za operatore sustava za investiciju u spremnike energije. Privatnim kućanstvima za kupnju sustava solarnih panela i baterija omogućeni su krediti s niskim kamatama i investicijske potpore. Iznos novčane podrške ovisi o veličini solarnih panela i trošku baterije. Operator prijenosnog sustava nedavno je spremnicima energije odobrio sudjelovanje na tržištu uravnoteženja koje je još u razvoju.

Srednje i velike baterije snage iznad 1 MW instalirane su od strane operatora mreže i elektroprivrede za uravnotežnje i pružanje kontrole snage [9]. Trenutno su aktualni i projekti zajedničkog rada baterijskih spremnika i obnovljivih izvora energije u svrhu povećanja mrežne kompatibilnosti obnovljivih izvora i mreže istovremeno omogućujući sudjelovanje na tržištu. 2014. godine 14 % solarnih panela ugrađeno je zajedno s baterijama, dok se 2015. godina ostvarilo 41 % zajedničke ugradnje. Tvrtka STEAG (operator proizvodnih jedinica u sustavu) u Njemačkoj, posjeduje 5MW/5MWh litij-ion baterijski sustav i planira izgradnju novih 15 MW baterija unutar postojećih postrojenja.

U Njemačkoj ne postoji posebno definiran zakon za spremnike energije, nego se spremnici energije klasificiraju kao potrošači električne energije. Prilikom pohrane energije, spremnici moraju platiti sve pristojbe i novčane naknade kojima podliježu i potrošači električne energije, uz nekoliko izuzetaka koji olakšavaju korištenje samih spremnika. Njemački Federalni Energijski Industrijski Akt (engl. „The German Federal Energy Industry Act“) omogućio je da spremnici energije izgrađeni nakon 31. prosinca 2008. godine i pušteni u pogon unutar 15 godina ili nakon 4. kolovoza 2011. ne trebaju plaćati mrežne naknade niti EEG troškove (prema njemačkom aktu „German Renewable Energy Sources Act“) u periodu od 20 godina kad pohranjuju električnu energiju iz prijenosne ili distribucijske mreže. Navedena povlastica vrijedi samo ako je energija iz mreže pohranjena u spremnik i kasnije ponovno injektirana u sustav na istom mjestu. Prema trenutnoj regulaciji poreza, proizvodnja električne energije ne podliježe oporezivanju stoga se reverzibilne hidroelektrane smatraju proizvođačima električne energije i ne podliježu obvezi plaćanja poreza na električnu energiju. Međutim, ostale tehnologije spremnika energije nisu spomenute unutar regulatornih okvira i kao takve nisu izuzete od navedenih poreza. Predloženo je da se stacionarne baterije smatraju dijelom mreže ako je pohrana energije privremena i ponovno vraćena na isto mjesto u mrežu i izuzmu od plaćanja poreza na električnu energiju.

Kako bi se spremnicima omogućio pristup tržištu uravnoteženja, Njemačka Fedralna Nacionalna Agencija predložila je regulatorne promjene na tržištu uravnoteženja. Između ostalog, spremnici bi se izuzeli od definiranja minimalne vrijednosti na tržištu sekundarnih i tercijarnih rezerva.

Padajuće cijene solarnih panela i malih baterija te brojni modeli leasinga i iznajmljivanja povećati će ugradnju solarnih sustava u kombinaciji s baterijom na kućanstva te omogućiti pruženje usluge frekvencijske regulacije.

Izazovi s kojima su suočeni novi projekti spremnika energije su nesigurnost prihoda, poteškoće prilikom prekvalificiranja tržišta regulacije frekvencije te visoki operativni troškovi. Većina prihoda spremnika energije za promatrane projekte rezultat je sudjelovanja na tržištu regulacije frekvencije na kojem cijene pružanja usluge podliježu aukcijama i nisu dugoročno garantirane te su zbog toga promijenjive. Da bi spremnici mogli sudjelovati na navedenom tržištu regulacije frekvencije, moraju zadovoljiti sve zahtjeve pouzdanosti operatora prijenosnog sustava te su zbog toga prekvalificirani što ponajviše stvara poteškoće malim spremnicima koji ionako ne zadovoljavaju minimum snage.

3.5. Italija

Spremnici energije u Italiji se koriste kao reverzibilne hidroelektrane, ili toplinski spremnici na razini kućanstva ili komercijaliziranom stupnju [10]. Glavni projekt operatora prijenosnog sustava (TERNA) je povećanje sigurnosti elektroenergetskih sustava na Siciliji i Sardiniji koji se provodi kroz izgradnju dvije višetehnolgijske elektrane s različitim tehnologijama spremnika energije (tip snaga) s ukupno 16 MW instalirane snage na Siciliji i Sardiniji. U Apuliji se provodi integracija obnovljivih izvora sa spremnicima vodika kapaciteta 39 MWh s ciljem optimizacije proizvodnje iz obnovljivih izvora energija kako bi se zadovoljila potrošnja u sustavu osiguravajući sigurnost i stabilnost distribucijske mreže. TERNA je dodatno instalirala 35 MW natrij-sumpornih baterija na tri lokacije na jugu. Ovaj tip baterija pripada tipu energije budući da maksimalno napunjena baterija može pružati energiju u sustav do 6h, dok se maksimalna napunjenost baterije postiže unutar 8h punjenja. Glavna uloga projekta prevenstveno je bila otklanjanje zagušenja na jugu Italije gdje je većina instaliranih OIE te omogućavanje prijenosa energije prema sjeveru (većoj potrošnji).

Iako je tržište spremnicima energije u stalnom porastu, nepotpuni zakonodavski okvir ne pokriva sve karakteristike tržišta. Sve do nekoliko godina unazad zakonodavski okvir odnosio se samo na reverzibilne hidroelektrane i niti na jednu drugu tehnologiju spremnika energije. Neočekivan porast

instalacije solarnih panela povećao je rizike u talijanskom elektroenergetskom sustavu te je donesen zakon prema kojem operator prijenosnog sustava ima mogućnost investiranja u spremnike energije u svrhu povećanja proizvodnje iz obnovljivih izvora energije kao i sigurnijeg i pouzdanijeg vođenja sustava. Operatori prijenosnog i distribucijskog sustava mogu razvijati i upravljati spremnicima energije (baterijama) pa je upravo na temelju toga TERNA preuzela projekt na jugu Italije. Pomoćni zakon donesen od strane Talijanske Regulatorne Agencije definirao je zakonodavni okvir za spremnike energije spojene na mrežu od strane nereguliranih subjekata, kao što su proizvođači električne energije i krajnji korisnici.

Glavni problemi s kojima se suočavaju projekti integracije spremnika energije, koji bi mogli usporiti daljnji rast i razvoj, su nesigurnost zarade i visoki troškovi baterija i ostalih tehnologija potrebnih za integraciju. Trenutno ne postoje poticaji od strane vlade koji bi povećali isplativost u bližoj budućnosti.

2017. godine Nacionalna Energetska Strategija [11] navela je kao ciljeve do 2030. godine među kojima se garantira pristup tržištu distribuiranoj proizvodnji, uključujući i obnovljive izvore te izvore fleksibilnosti (spremnike energije) zajedno s povećanje instaliranih kapaciteta spremnika energije [12].

Iako je TERNA odgovorna za 90 % postojećih i planiranih projekata spremnika energija [13], talijanska najveća elektroprivreda Enel testira zajednički rad 2MWh litij-ionskog baterijskog postrojenja u Potenzi u kombinaciji s 18 MW instalirane snage vjetroelektrane te 1 MWh nikal-klorid baterijskog postrojenja s 10 MW instaliranih solarnih panela na Siciliji. Iako poslovni modeli nisu još ekonomski održivi, ostvaren je napredak u vidu zagušenja u mreži, balansiranja neravnoteže proizvodnje solarnih panela i smanjenje penala na tržištu dan unaprijed i unutardnevnom tržištu što zajedno sa smanjenjem troškova spremnika energije potiče njihov daljnji razvoj.

Italija je dugo odgađala instalaciju spremnika energije u kućanstvima zbog zakonodavnih prepreka. Do 2015. godine kućanstva opremljena solarnim panelima bila su izložena riziku od gubitka poticaja ukoliko ugrade baterijski spremnik. Problem je riješen poreznim olakšicama i subvencioniranjem 50 % troškova instalcije što znatno unaprijeđuje tržište spremnicima energije za kućanstva. Ekonomske prednosti mogu se ostvariti na temelju cijene električne energije i dohotku od injekcije energije iz solarnih panela u mrežu. Većina novih kućanstava opremljena solarnim panelima radi na principu tzv. neto mjerenja (tal. „Scambio Sul Posto“). Tipična neto-mjerenja omogućuju potrošnju električne energije iz mreže u jednakom iznosu u kojem je energija ranije injektirana u mrežu od strane solarnih panela omogućujući korištenje mreže kao savršenog spremnika električne energije što smanjuje mogućnosti za ugradnju spremnika energija u kućanstva. Međutim, Scambio sul Posto je baziran na cijeni u trenutku u kojem je energija injektirana u mrežu uzimajući u obzir mrežnu infrastrukturu.

3.6. Hrvatska

Regulatorni okvir za spremnike energije u Hrvatskoj još nije jasno definiran iako postoji namjera čija realizacija će se provoditi u sljedećih nekoliko godina. Trenutno se spremnici energije promatraju kako postrojenja proizvođača kad su u postupku pražnjenja budući da injektiraju energiju u mrežu, a postrojenja kupca kad su u postupku punjenja budući da pohranjuju energiju iz sustava u spremnik.
Prema tome, zahtjev za priključak spremnika energije na prijenosnoj ili distribucijskoj mreži spominje da spremnici električne energije u određenim režimima svoga rada troše električnu energiju pa prema definiciji Mrežnih pravila za priključenje kupaca Europske komisije koje kaže da „postrojenja kupca“ znači postrojenje koje troši električnu energiju i priključeno je na najmanje jednom mjestu priključenja na prijenosni ili distribucijski sustav spadaju u potrošače električne energije. Prema najnovijim pravilima za priključenje na distribucijski sustav spremnici energije se kao kategorija korisnika mreže u Hrvatskoj navode kao kupac s vlastitom proizvodnjom [14]. S druge strane, spremnici energije se kao „postrojenje kupaca“ definiraju prema uredbi Europske komisije o uspostavljanju mrežnih pravila za zahtjeve za priključenje proizvođača električne energije na mrežu.

Za budući razvoj i ugradnju spremnika energije bit će potrebna sinergija regulatornih tijela, privrede i drugih istraživačkih institucija kako bi se što prije krenulo u realizaciju mogućih demonstracijskih projekata koji će povećati stupanj integracije OIE u mrežu kao i fleksibilnost u vođenju sustava.

4. ZAKLJUČAK

Definiranje regulatornih okvira za spremnike energije relativno je zahtjevan i nov pristup u elektroenergetskom sektoru. Vode se različite nacionalne politike koje je često teško uklopiti u jedan zajednički pristup. Ovim radom dan je pregled postojećih regulativnih okvira u državama čija težnja za ugradnjom ovih jednica fleksibilnosti sve više raste. Pripremaju se regulativne politike koje će omogućiti nastup spremnika energije na tržištu pomoćnih usluga. Jednostavan primjer je Njemačka koja smanjuje

vremenski raspon za ponudu usluga na tržištu kapaciteta u periodu nekoliko godina unaprijed. S druge strane, Italija je istupila korak unaprijed i odlučila investirati u spremnike energije kako bi riješila probleme zagušenja u mreži na jugu zemlje te naknadno krojila zakonodavne okvire vezane za vlasništvo i primjenu spremnika energije od strane njihovog operatora prijenosnog sustava.

S predstojećim padom cijena spremnika energije, odnosno baterija u bližoj budućnosti, očekuje se i njihova sve veća instalacija u sustavu. Prema tome, očekuje se kako će se definiranjem što jasnijeg regulatorog okvira, pomoći njihovom jednostavnijem ulasku na tržište te mogućnost stvaranja što konkuretnijeg okruženja za spremnike energije.

5. ZAHVALA

Istraživanje je financirano u sklopu projekta SUCCESS Hrvatske zaklade za znanost, koji se financira u sklopu Programa Vlade Republike Hrvatske za poticanje istraživačkih i razvojnih aktivnosti u području klimatskih promjena za razdoblje od 2015. do 2016. godine, projekta 3smart DTP1-1-502-3.2 I koji su financira Europska unija kroz EFRR i IPA fond.

Rad autora sufinancirali su Hrvatska zaklada za znanost i Hrvatski operator prijenosnog sustava d.o.o. kroz projekt Smart Integration of RENewables - SIREN (I-2583-2015).

6. LITERATURA

[1] EASE EERA Storage Technology Development Roadmap 2017 HR, dostupno na poveznici : http://ease-storage.eu/wp-content/uploads/2017/10/EASE-EERA-Storage-Technology-Development-Roadmap-2017-HR.pdf

[2] M. Landry, Y. Gagnon, „Energy Storage: Technology Applications and Policy Options," 2015 International Conference on Alternative Energy in Developing Countries and Emerging Economies, May 28-29, 2015, Bangkok, Thailand

[3] European Energy Storage Technology Development Roadmap Towards 2030-update, dostupno na poveznici:https://www.eera-set.eu/wp-content/uploads/2017.01.16_Update-of-the-EASE-EERA-ES-Technology-Development-Roadmap_for-public-consultation.pdf

[4] Think, 2013, Electricity Storage: How to Facilitate its Deployment and Operation in the EU

[5] Energy Storage in Worl Markets Report, dostupno na poveznici https://www.eqmagpro.com/wp-content/uploads/2017/01/Energy_Storage_World_Markets_Report_2014-2020.compressed.pdf

[6] G.C. Gissey, P.E. Dodds, J. Radcliffe, „Regulatory barriers to energy storage deployment: the UK perspective"

[7] Mira Klausen, „Market Opportunities and Regulatory Framework Conditions for Stationary Battery Storage Systems in Germany," 11th International Renewable Energy Storage Conference, IRES 2017, 14-16 March 2017, Düsseldorf, Germany

[8] dostupno na poveznici: https://gettingthedealthrough.com/area/12/jurisdiction/11/electricity-regulation-2018-germany/

[9] dostupno na poveznici: https://eguides.cmslegal.com/energy_storage#germany

[10] dostupno na poveznici: https://eguides.cmslegal.com/energy_storage#italy

[11] dostupno na poveznici: https://uk.practicallaw.thomsonreuters.com/4-525-4301?transitionType=Default&contextData=(sc.Default)&firstPage=true&bhcp=1

[12] dostupno na poveznici: http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/BROCHURE_ENG_SEN.PDF

[13] dostupno na poveznici: https://www.apricum-group.com/your-guide-to-stationary-energy-storage-in-europe-part-2-uk-and-italy/

[14] HEP-ODS, "Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu, veljača 2018.