

# BATERIJSKI SPREMNICI ELEKTRIČNE ENERGIJE U DISTRIBUCIJSKOJ MREŽI

**IGOR ĐURIĆ, TANJA MARIJANIĆ**

HEP - OPERATOR DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA D.O.O.

**JAVOR ŠKARE**

KONČAR – INEM D.O.O.

# 1. UVOD

- Napredne elektroenergetske mreže



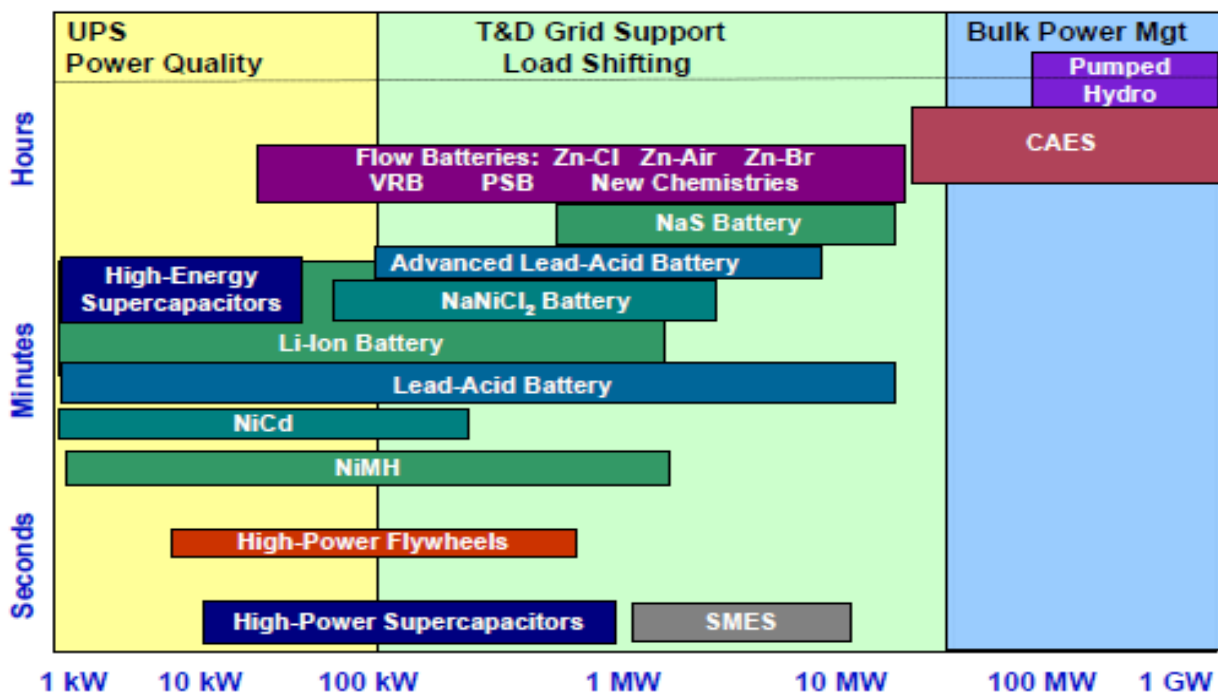
- OIE priključeni na distribucijsku mrežu:

- Porast proizvodnje u vjetroelektranama i solarnim elektranama ne posustaje
- Često ugrađeni daleko od centara potrošnje (VE, bioplin, biomasa)
- Vršna proizvodnja ovisi o vremenskim prilikama i dobu dana (SE)
- Promjenjivi tokovi snaga, ovisno o prilikama u mreži
- Povremena pogonska stanja prijete granicama dozvoljenog pogona

↳ Izazovi razvoja distribucijske mreže i upravljanja proizvodnjom/potrošnjom

## 2. TEHNOLOGIJE SPREMNIKA (ELEKTRIČNE) ENERGIJE

- Spremnik električne energije: element elektroenergetske mreže koji može ostvariti vremenski pomak između proizvodnje i potrošnje (primjene) električne energije (*eng. energy shifting potential*)
- Tehnologije i ključne značajke spremnika energije:



prema: DOE/EPRI: Electricity storage handbook, 2015.

### 3. BATERIJSKI SPREMNICI ELEKTRIČNE ENERGIJE 1/2

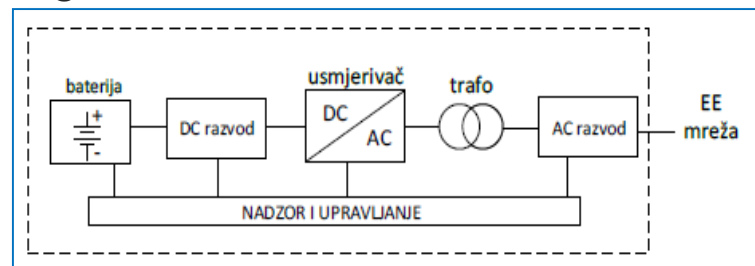
- Baterijski spremnici za pohranu električne energije (BSPEE) – praktična, poznata i prilagodljiva tehnološka platforma
- Predmet stalnog istraživanja i razvoja:
  - Pronalaženje bolje elektrokemijske osnove za pojedine primjene
  - Smanjenje proizvodne cijene baterija

	Olovne	NiCd	Li-ion	NaS	ZEBRA	VRB	ZnBr
<b>TEHNIČKE ZNAČAJKE</b>							
Dugotrajnost	≤20 god.	20+ god.	≤10 god.	≤15 god.	≤15 god.	≤20 god.	≤10 god.
Broj ciklusa (DoD 80%)	200-1.000	1.000-3.500	1.000-2.000	4.000-5.000	4.000-5.000	>12.000	2.000-3.000
Gustoća energije (Wh/kg)	15-40	15- 40	70 – 250	100-120	100-120	50	75-85
Nazivni napon članka (V)	2	1,2	2,4 - 3,7	2	2,5	1,2	1,8
Korisnost (%)	70-82	60-70	>90	80-90	85-95	70-85	60-75
Vrijeme punjenje / pražnjenje	5 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1	1 / 1
Vrijeme odziva	<1 ms	<1ms	<1 ms	5 ms	5 ms	5 ms	5 ms
Samopražnjenje (%/dan)	0,033-0,3	0,067-0,6	≤ 0,1	0 (nova)	0	malo	veliko
Radna temperatura (°C)	-10 - +40	-40 - +50	-20 - +60	+310 - +350	+310 - +350	+20 - +40	+20 - +50
Pogodne za snage (MW)	≤10	< 30	≤ 2	≤ 50	≤ 5	≤ 15	≤1
Vrijeme pražnjenja	do 5 h	< 1h	≤ 2 h	2-8 h	2-8 h	4-8+ h	2-4 h
<b>RASPON CIJENA</b>							
Cijena baterije (€/kW)	100-500	400-900	150 – 1.000	3.000-4.000	150-1.000	500-1.300	300-700
Cijena baterije (€/kWh)	100-200	450-1.100	700 - 1.300	400-600	550-750	100-400	450-550

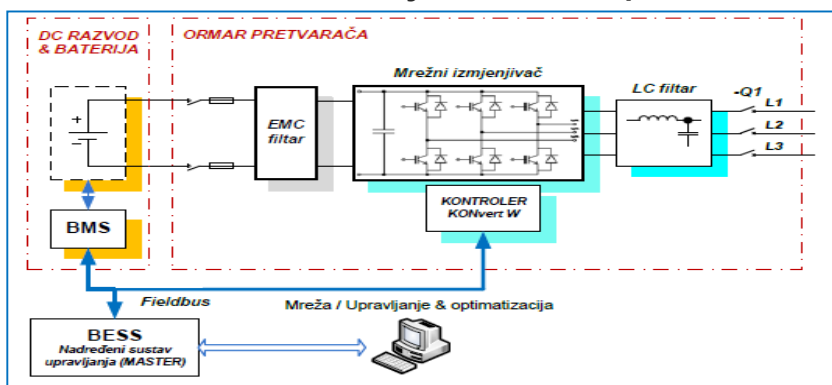
prema: *Baterijski sustavi za pohranu EE i mogućnosti primjene u distribucijskoj mreži, Končar-INEM, 2018.*

## 3. BATERIJSKI SPREMNICI ELEKTRIČNE ENERGIJE 2/2

- Baterijski modul u sklopu s naprednom energetskom elektronikom omogućuje proširenu funkcionalnost
- **Sustav za upravljanje i nadzor ćelija**
- **Sustav za vanjsku komunikaciju (prema operatoru mreže, tržišta...)**
- 2013. „European energy storage technology development roadmap 2030.“
- Od 2011. pilot projekti ([www.grid4EU.eu](http://www.grid4EU.eu), [www.gridplusstorage.eu](http://www.gridplusstorage.eu), [www.horizon2020-story.eu](http://www.horizon2020-story.eu))
- Od 2015. razvoj tržišnih i poslovnih modela



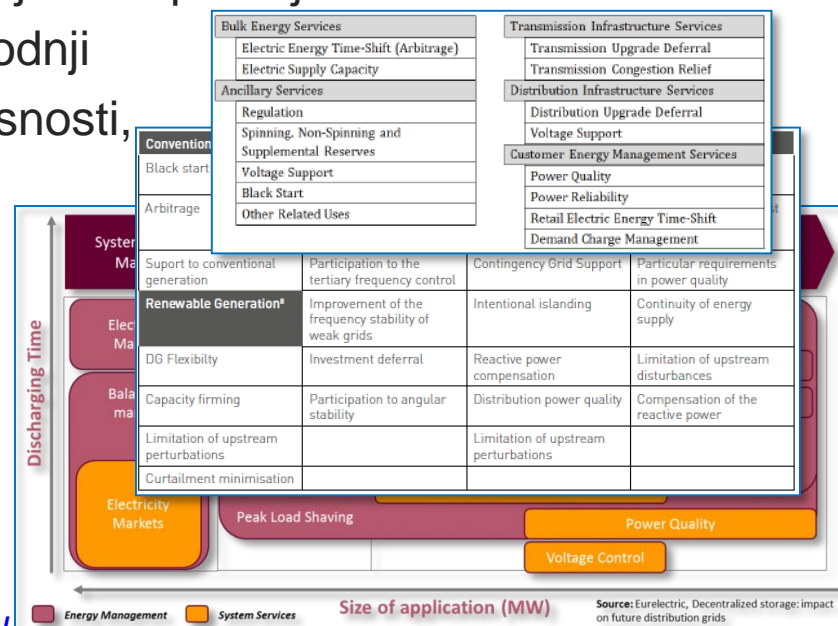
primjer BSPEE 1MVA/500kWh, Li-ion  
priključeno na Srednji napon, u pogonu od 2012.  
prema: Grid4EU, Demo4, ENEL Isernia project



## 4. PRIMJENA BSPEE

1/2

- Funkcionalnosti/primjene nisu standardizirane u literaturi
- Funkcionalnost/primjena korisna za više subjekata na EE mreži
- BSPEE ima veliki broj funkcija, ali istovremeno može obavljati samo jednu (kao švicarski nožić)
- **OIE:** umanjeње nepredvidljivosti proizvodnje, popravak kvalitete napona, pohrana energije u razdoblju kad nema uvjeta za predaju u mrežu
- **Kupci:** dodatna vrijednost vlastitoj proizvodnji doprinos energetske učinkovitosti i neovisnosti, mikromreže, energetske zajednice
- **Prijenosna mreža:**
  - Doprinos regulaciji frekvencije
  - Doprinos regulaciji tokova snage
  - Rasterećenje/pomak vršnih opterećenja
  - Dinamičko uravnoteženje na sučeljima
  - „Crni start“



pilot projekti HOPS d.o.o.: [fer.siren.hr](http://fer.siren.hr) ; [www.sincrogrid.eu](http://www.sincrogrid.eu)

## 4. PRIMJENA BSPEE

2/2

- Distribucijska mreža:**

Usluga BSPEE	Usluga BSPEE, termin na engleskom jeziku	Učestalost rada / vrijeme djelovanja / vrijeme odziva	Napomena
Upravljanje vršnim opterećenjem	<i>Peak shaving, capacity support, energy arbitrage</i>	Povremeno, dnevno / do nekoliko sati / odziv u minutama	U normalnom pogonu BSPEE može rasteretiti element ili dio mreže, na taj način smanjenjem vršnog opterećenja odgađa se potreba ulaganja u mrežu i povećava iskoristivost postojeće mreže, ključno područje za razvoj usluga fleksibilnosti
Doprinos regulaciji napona	<i>Voltage control</i>	Povremeno, dnevno / do nekoliko sati / odziv u minutama	Usmjerivač u BSPEE može prema potrebi upravljati jalovom ili djelatnom snagom kako bi održao napon u zadanim granicama, na ovaj način povećava se sposobnost prihvata OIE i smanjuje broj isključenja zbog prenapona
Povećanje kvalitete napona i pouzdanosti napajanja	<i>Power quality support, quality of service support</i>	Povremeno, mjesečno / do nekoliko sati / odziv u sekundama (milisekundama)	Skraćivanje trajanja ili ograničenje prekida napajanja, moguć brz odziv na događaje u mreži, napajanje korisnika u izvanrednom pogonu (otočni rad značajnih korisnika ili mobilni izvor napajanja), privremena mjera do uspostave novog uklopnog stanja
Povećanje kvalitete napona	<i>Contingency grid support</i>	Povremeno, mjesečno / do nekoliko sati / odziv u milisekundama	Za vrijeme rezervnog napajanja u poremećenom pogonu slabija su ograničenja na kvalitetu napona (dopušteni veći padovi napona nego u normalnom pogonu), BSPEE daje podršku pogonu mreže i podiže kvalitetu napona
Kompenzacija jalove snage	<i>Reactive power compensation</i>	Povremeno, dnevno / do nekoliko sati / odziv u minutama	Moguće smanjenje gubitaka i rasterećenje mreže, vrlo slabo učinkovito zbog velikih gubitaka energetskog ciklusa u BSEE
Upravljanje kvalitetom napona na sučelju prema prijenosnoj mreži	<i>Power quality support</i>	Povremeno, dnevno / do nekoliko sati / odziv u minutama	Skup mjera koje se koriste za usklađivanje pogonskih parametara na sučelju operatora

## 5. IZGLEDI RAZVOJA

- Nastavak povećanja udjela energije proizvedene iz obnovljivih izvora
- Elektromobilnost
- Razvoj tehnologije – smanjenje cijena baterija
- Razvoj usluga fleksibilnosti u okruženju
- Interes ne-operatora za sudjelovanje na tržištu EE
  
- *Nužnost učinkovitijeg korištenja postojeće mreže*
- *Ocjena varijanti odgovora na nedostatni kapacitet (rizik, trajanje, varijante tehničkih rješenja)*
- *Poslovni modeli i izvori prihoda operatora sustava*
- *Razvoj postojećih sustava mjerenja i vođenja*
- *Uvođenje naprednih analitičkih sustava za povezivanje baza prostornih, pogonskih i mjernih podataka (eng. bussines intelligence)*

**DEKARBONIZACIJA + DECENTRALIZACIJA + DIGITALIZACIJA  
= ZAHTJEVNIJE VOĐENJE POGONA I SLOŽENI ODNOSI U SUSTAVU**



## 6. PITANJA RECENZENATA

1/3

1. U kojim pilot projektima HEP ODS sudjeluje u pogledu korištenja baterijskih sustava za pohranu električne energije? Kakva su iskustva?

*3Smart projekt (6 zemalja dunavske regije, 13 partnera+5 pridruženih članova)*

*Planirani projektni rezultati:*

1. *Modularni softverski alat za upravljanje energijom na strani zgrada i strani distribucijske mreže*
2. *Pet pilot projekata u različitim zemljama dunavske regije, uključujući zgrade i lokalne distribucijske mreže s ukrštenim tehnologijama, kao i regulativnim instrumentima*
  - *HEP-ova stara upravna zgrada (Ulica grada Vukovara 37, Zagreb), BSPEE kapaciteta 32 kWh, završetak instalacije i integracije u CNUS planiran do lipnja 2018.*
  - *Primjena BSPEE u 4 pilota (Austrija x 1, Hrvatska x 2, BIH x 1)*
3. *Strategija za omogućavanje upravljanja energijom čitavim gradovima na regulatornoj razini u Dunavskoj Regiji*

↳ *Prva iskustva očekujemo u ljeto ove godine, rezultate i zaključke po završetku projekta u drugoj polovini 2019. godine.*

## 6. PITANJA RECENZENATA

2/3

2. Da li je HEP ODS napravio/naručio studijsku analizu konkretnih potreba, potencijala, poslovnih modela te načina vrednovanja i plaćanja korisnicima distribucijske mreže pružanja pomoćnih usluga operatoru distribucijskog sustava?

*Ne. HEP ODS je naručio izradu studije koja obrađuje tehnologije spremnika električne energije i mogućnosti primjene baterijskog spremnika za pohranu električne energije (BSPEE) kao **uređaja** u distribucijskoj mreži.*

*Baterijski spremnici električne energije se često promatraju kao temelj za ostvarenje novih usluga (pomoćne usluge, usluge fleksibilnosti) koje će energetske subjekti nuditi na tržištu električne energije na distribucijskoj razini.*

*Rezultati pregledne studije, uz strateški pogled na buduće poslovne ciljeve HEP ODS-a i uključivanje šireg kruga stručnjaka, svakako će biti dobra podloga za pripremu i pokretanje daljnjih studijskih analiza.*

## 6. PITANJA RECENZENATA

3/3

3. Što treba promijeniti u regulatornom okviru, tržišnom modelu, ulogama i odgovornostima sudionika na tržištu električne energije kako bi se uklonile prepreke uvođenju spremnika električne energije?

*Nužna je uspostava tržišta električne energije na distribucijskoj razini (uključivanje novih tržišnih sudionika; nove uloge, ugovori i usluge; širenje uloge ODS-a...).*

*ODS je samo jedan od sudionika u sve složenijim odnosima u distribucijskom sustavu i budućem tržištu električne energije na distribucijskoj razini, puno je zainteresiranih strana koje mogu pružati ili koristiti usluge BSPEE.*

*Prvi koraci su učinjeni, postoji dovoljno vremena za definiranje ciljeva čitave zajednice, izradu cjelovite studije troškova i koristi i definiranje odnosa prema uslugama fleksibilnosti.*

*Podloge:*

- *Studijske razrade (FER za HEP d.d., 2016. i 2017.) i CIRED seminar (2017.)*
- *3Smart projekt (2017.-2019.): analiza ograničenja postojećih regulatornih okvira i prijedlog strategije za uklanjanje prepreka u zemljama dunavske regije*

Hvala na pozornosti,

*Igor Đurić, dipl. ing.*

[\(igor.duric@hep.hr\)](mailto:igor.duric@hep.hr)

*Tanja Marijanić, dipl. ing.*

[\(tanja.marijanic@hep.hr\)](mailto:tanja.marijanic@hep.hr)

*dr.sc. Javor Škare, dipl. ing.*

[\(jskare@koncar-inem.hr\)](mailto:jskare@koncar-inem.hr)