

POSLOVNI MODEL I TEHNO EKONOMSKA ANALIZA INTEGRACIJE FOTONAPONSKIH SUSTAVA S BATERIJAMA U KUĆANSTVIMA

NIKOLA MATAK, LUCIJAN KLJUČEVIĆ, DAVID
ČAVAR, DOC. DR.SC. GORAN KRAJAČIĆ
FAKUTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE,
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

Uvod

- Varijabilnost OIE
 - Upravljanje potražnjom (Demand response)
 - Električna vozila – mala korelacija proizvodnje iz PV-a u kućanstvima i potrebe za punjenje vozila
 - Javni i uslužni sektor
 - Grijanje i hlađenje ima znatno veći potencijal
 - Povećanje prijenosnih i distribucijskih kapaciteta
 - Pohrana
 - Distribuirana pohrana energije u kućanstvima s proizvodnjom

Uvod

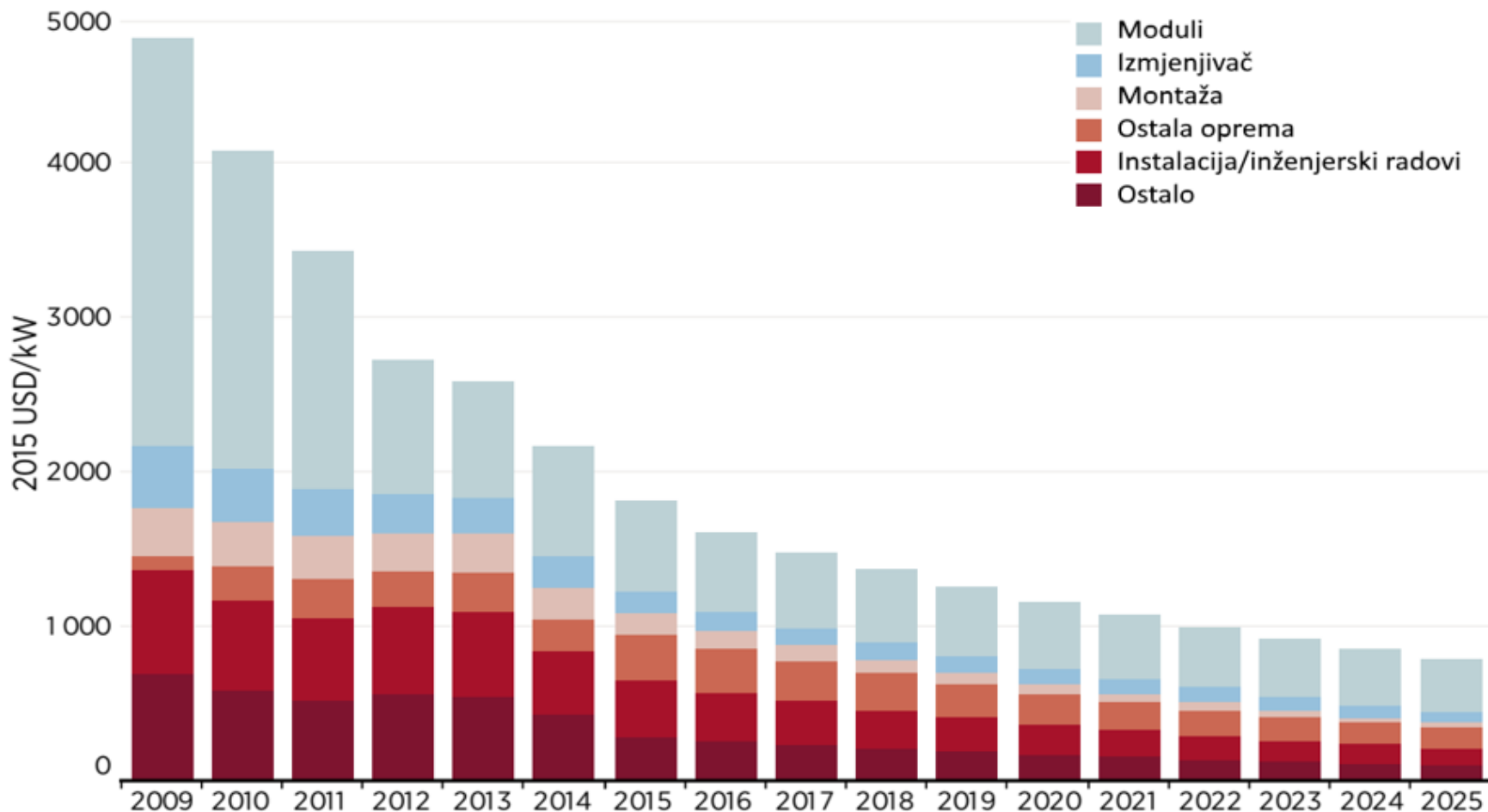
- Tehnologije fotonaponskih panela
 - 98% slučajeva koristi se silicij
 - Monokristalni – skuplja proizvodnja i veća učinkovitost 13 – 17%, životni vijek do 30 godina
 - Polikristalni ili multikristalni – učinkovitost od 10-14%, niža cijena, životni vijek 25 godina
 - Trakasti silicij – nije dovoljno razvijena proizvodnja
 - Amorfni
 - Nanokristalni
 - Tehnologije tankog filma

Uvod

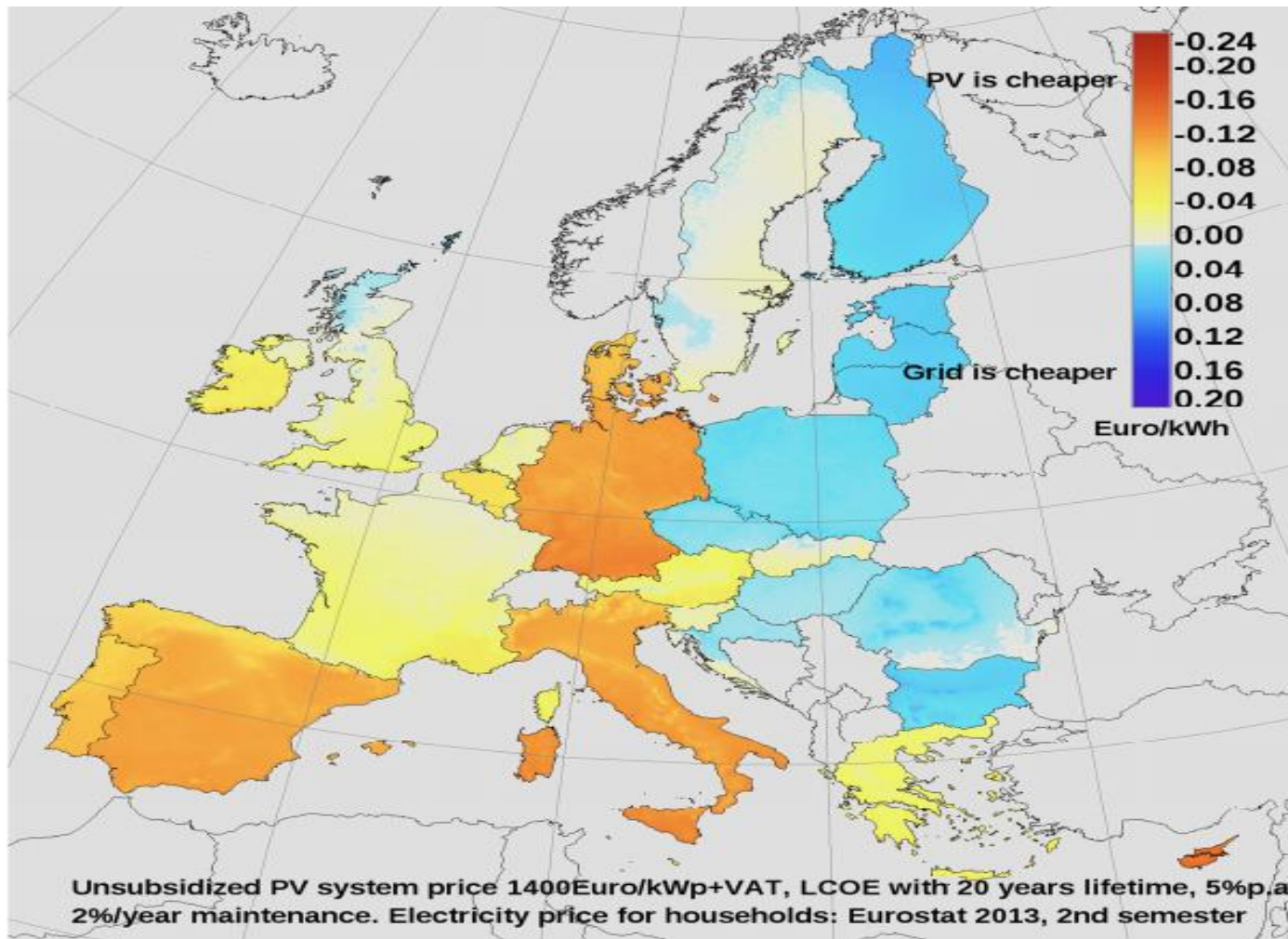
- Tehnologije baterija
 - otporne na česte cikluse punjenja i pražnjenja i otporne na neredovito punjenje do 100 %.
 - projektira na način da je moguće 5 dana autonomnosti
 - Olovno kiselinske i litij ionske baterije su najčešće u primjeni
 - *deep cycle* baterije ili solarne baterije
 - Litij željezo fosfatne baterije
 - nikal kadmij
 - *Flow* baterije - *Vanadium redox flow battery* (VRFB)

Cijena PV sustava

Izvor: IRENA, „The Power to Change: Solar and Wind Cost Reduction Potential to 2025,“ 2016



Paritet mreže u EU, 2013



Izvor: T. Huld, A. Jäger Waldau, H. Ossenbrink, S. Szabo, E. Dunlop i N. Taylor, „Cost Maps for Unsubsidised Photovoltaic Electricity,” Joint Research Centre of the European Commission, 2014.

Baterije za primjenu u kućanstvima

Vrsta baterije	Kapacitet [kWh]	Snaga [kW]	Troškovi [EUR/kW]	Troškovi [EUR/kWh]
Olovne baterije	10	5	3640-4500	1820
	20			1130
Zn/Br protočne baterije	9-30	3-15	1610-5070	630-1270
Li-ion baterije	7-40	1-10	1000-8850	640-1810

Izvor: EPRI , „Electricity Energy Storage Technology Options: A White Paper Primer on Applications, Costs, and Benefits,“ 1020676. , Palo Alto, CA, 2010

Komercijalno dostupne baterije za kućanstva

Naziv baterije	Korisni kapacitet [kWh]	Cijena baterije [EUR]	Specifična cijena [EUR/kWh]
Tesla Powerwall	13,2	4425	335
LG Chem RESU	5,2	2410	463
PylonTech	1,92	885	461
Aquion Energy	1,7	925	544
Narada Lead-Carbon	4	2090	523
BAE Gel Lead-Acid	14,6	7500	514
Nissan XStorage	4,2	3620	862
SonnenBatterie Eco	16	8000	500
Mercedes-Benz Energy Storage Homes	2,5	4020	1608
	20	10460	523

Izvor: <https://www.cleanenergyreviews.info/blog/2015/11/19/complete-battery-storage-comparison-and-review>.

<http://www.businessinsider.com/rechargeable-battery-options-compete-tesla-2017-5/#3-nissan-offers-a-rechargeable-battery-option-called-xstorage-which-holds-42-kwh-of-energy-storage-the-automaker-began-selling-the-xstorage-in-may-in-the-united-kingdom-when>.

<https://blog.pickmysolar.com/mercedes-benz-home-battery-market>

Poticaji za uvođenje baterija u kućanstvima

- Njemačka – poticaj u vidu nisko kamatnog zajma i rabata na troškove – 660 EUR/kW
- Švedska – 60 % troškova tj. Do 50 000 švedskih kruna za sustave u kućanstvima
- Kalifornija (SAD) – 500 dolara/kWh u višestambenim zgradama za pohranu energije
- Adelaide – rabat do 50% cijene instaliranog sustava, maksimalno do 5000 dolara

Izvor: Strategic Energy Technologies Information System, „Local storage: the way forward for solar PV?“, European Commission, 2013.

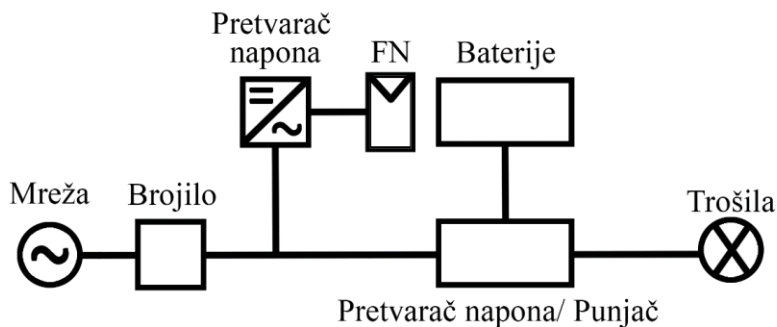
<http://www.renewableenergyworld.com/articles/2016/10/sweden-set-to-launch-residential-energy-storage-scheme.html>.

<http://www.cpuc.ca.gov/sgip/>

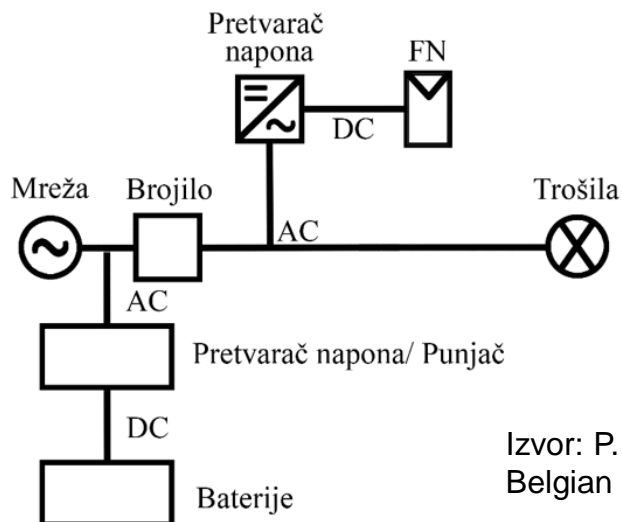
<http://www.adelaidecitycouncil.com/your-council/funding/sustainable-city-incentivesscheme/>

Shema sustava i potrošnja kućanstva

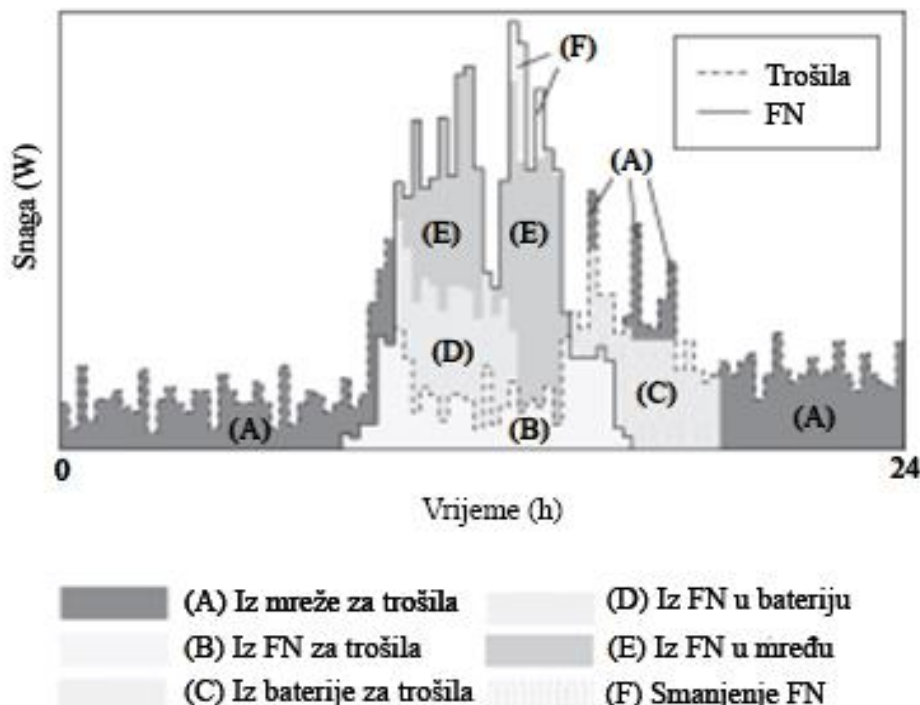
Baterija u kućanstvu



Baterija na mreži



Karakteristični uzorak dnevnih tokova električne energije u kućanstvu



Izvor: P. H. Guilherme de Oliveira e Silva, Photovoltaic self-sufficiency of Belgian households using lithium-ion batteries, and its impact on the grid, 2017.

Parametri tehnoekonomske analize

Parametar	Tvrtka A-baterija u kućanstvu	Tvrtka B- baterija na mreži
Snaga FN sustava	3120 W	3120 W
Diskontna stopa	5 %	5 %
Cijena FN sustava	4707 EUR	4707 EUR
Proizvodnja električne energije putem FN	4340 kWh	4340 kWh
Životni vijek opreme	10, 15 i 20 godina	10, 15 i 20 godina
Cijena baterije	6770 EUR Tesla Powerwall [45]	303 700 EUR – Tesla Powerpack [46]
Kapacitet baterije	14 kWh	1,03 MWh
Efikasnost sustava	Linearan pad do 80 % nakon 20 godina [44]	Linearan pad do 80 % nakon 20 godina [44]
Električne energije (HEP rujana 2017.)	0,1167 EUR/kWh	0,1167 EUR/kWh
Fiksno plaćanje za opskrbu i mjerno mjesto	27,84 EUR/godišnje	27,84 EUR/godišnje
Pretpostavljeni godišnji rast cijene električne energije	2 %	2 %

Rezultati

- Tvrtku A – baterija u kućanstvu
 - za niti jedan životni vijek ne dobiva se isplativost projekta
 - redom za 10, 15 i 20 godina IRR vrijednosti su od -10 %, -2 % te 1 %, a cijene baterije da bi se postigla isplativost su 366 EUR, 1963 EUR te 3387 EUR
- Tvrtka B – baterija na mreži 14 kWh po kućanstvu
 - za niti jedan životni vijek ne dobiva se isplativost projekta
 - IRR vrijednosti za 10, 15 i 20 godina su -6 %, 1 % te 4 %, cijene baterije da bi se postigla isplativost su 370 EUR, 2017 EUR te 3326 EUR
- Tvrtka B – baterija na mreži 10 kWh po kućanstvu
 - IRR vrijednosti redom -3 %, 3 % te 6 %.
- Tvrtka B – baterija na mreži 7 kWh po kućanstvu
 - IRR vrijednosti su redom za 10, 15 i 20 godina -1 %, 5 % te 7 %

Rezultati

Cijena električne energije pri kojoj je sustav isplativ

Životni vijek opreme (godina)	10	15	20
Tvrtka A (Tesla Powerwall 14 kWh)	0,26 EUR/kWh	0,20 EUR/kWh	0,16 EUR/kWh
Tvrtka B (Tesla Powerpack 14 kWh po kućanstvu)	0,20 EUR/kWh	0,15 EUR/kWh	0,13 EUR/kWh
Tvrtka B (Tesla Powerpack 10 kWh po kućanstvu)	0,18 EUR/kWh	0,14 EUR/kWh	Isplativo je- IRR=6%
Tvrtka B (Tesla Powerpack 7 kWh po kućanstvu)	0,15 EUR/kWh	0,12 EUR/kWh	Isplativo je- IRR=7%

Cijena električne energije pri kojoj je sustav isplativ

Zaključak

- analizirana je mogućnost integracije fotonaponskih sustava s baterijama u kućanstvima i baterijom na mreži na otoku Mljetu
- projekt je neisplativ za analizirane slučajeve u kojima svako kućanstvo ima na raspolaganju 14 kWh kapaciteta baterije
- bateriju od 1 MWh nudi maksimizaciju iskoristivosti kroz napredne sustave vođenja i pretpostavku da svako kućanstvo neće kontinuirano koristiti 14 kWh kapaciteta
- To je pokazano uz pretpostavku zakupa 7 kWh po kućanstvu, odnosno 10 kWh po kućanstvu te je ostvarena isplativost uz vijek trajanja opreme od 20 godina
- Trenutno nema aktivnosti na izgradnji ovakvih sustava te je razmatranje napravljeno teoretski
- Nije planirana suradnja s HEP ODS-om iako se analizirani slučajevi mogu uklopiti unutar projekata naprednih mreža

Hvala na pažnji! Pitanja?

Zahvala:

•Ovaj rad je sufinanciran od međunarodnog istraživačkog centra za razvoj 4 generacije centraliziranih toplinskih sustava (4DH) koji je financiran od strane Danskog vijeća za strateško istraživanje.

nikola.matak@fsb.hr