

DOPRINOS OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE I ELEKTRIČNIH VOZILA U DOSTIZANJU NACIONALNIH CILJEVA ENERGETSKE EFIKASNOSTI

Ilija Batas Bjelić, Nikola Rajaković, *Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu*

Sadržaj – Ciljevi evropske energetske politike u domenu energetske efikasnosti nalažu uštede 20% do 2020, 40% do 2030, i obavezujući su za sve članice Energetske Unije. Planiranje i implementacija u svakom nacionalnom energetske sistemu zasnovana je na tehničkim merama koje obuhvataju proizvodnju energije iz obnovljivih izvora, mere energetske efikasnosti i strukturne mere. Mera uvođenja obnovljivih izvora u sektoru proizvodnje električne energije, pored direktnog doprinosa u povećanju učešća obnovljivih izvora, doprinosi smanjenju primarne energije, za razliku od tehnologija sa Karnoovim ciklusom (termoenergetski sektor). Strukturna mera uvođenja električnih automobila doprinosi smanjenju primarne energije u sektoru saobraćaja, iz istih razloga. U radu je kvantifikovan doprinos kombinovane primene električnih vozila i fotonaponskih elektrana dostizanju nacionalnih ciljeva energetske efikasnosti u nekoliko različitih scenarija, na studiji slučaja Republike Srbije.

1. UVOD

Evropski ciljevi u pogledu energetike pored dekarbonizacije i većeg korišćenja obnovljivih izvora energije obavezuju na smanjenje primarne energije, a od skora i sa posebnim akcentom na smanjenju uvozne zavisnosti i na povećanju energetske bezbednosti Energetske Unije [1]. Ovi ciljevi mogu se predstaviti kao ograničenja u slučaju nacionalnih energetske sistema koji teže usaglašavanju svoje energetske politike sa Energetskom Unijom [2].

Poznati efekat Karnoovih gubitaka usled konverzije primarne energije u finalnu energiju za potrošnju u termoenergetskom sektoru integralne energetike kvantifikovan na nivou jugoistočne Evrope, [3], što je podstaklo istraživanje u pravcu kvantifikacije istih efekata na nivou Republike Srbije, jer je poznato da je odnos finalne i primarne energije u godišnjem energetske bilansu oko 0.5.

U radu [4] pokazano je moguće smanjenje gubitaka u distributivnoj mreži usled priključenja fotonaponskih elektrana, kao dodatni doprinos energetske efikasnosti elektroenergetskog sistema posebno u urbanim sredinama [5]. Simultani efekti primene mera uvođenja fotonaponskih izvora električne energije i električnih automobila na naponske prilike i gubitke u distributivnim mrežama detaljno je kvantifikovan u radu [6], ali bez prikazanog doprinosa ciljevima energetske efikasnosti.

U ovom radu prikazan je doprinos tehničkih mera uvođenja električnih vozila i obnovljivih izvora električne energije iz fotonaponske elektrane dostizanju cilja smanjenja ukupne primarne energije u nacionalnom energetske sistemu Republike Srbije radi usaglašavanja energetske politike sa Energetskom unijom.

2. METODOLOGIJA

Za godišnje satne simulacije nacionalnog energetske sistema Republike Srbije korišćen je alat EnergyPLAN [7], koji pokriva sektore od interesa za planiranje održive energetske politike, prikazane na Sl. 1. Rezultat ovih simulacija su tri kvantitativna indikatora nacionalnih energetske sistema:

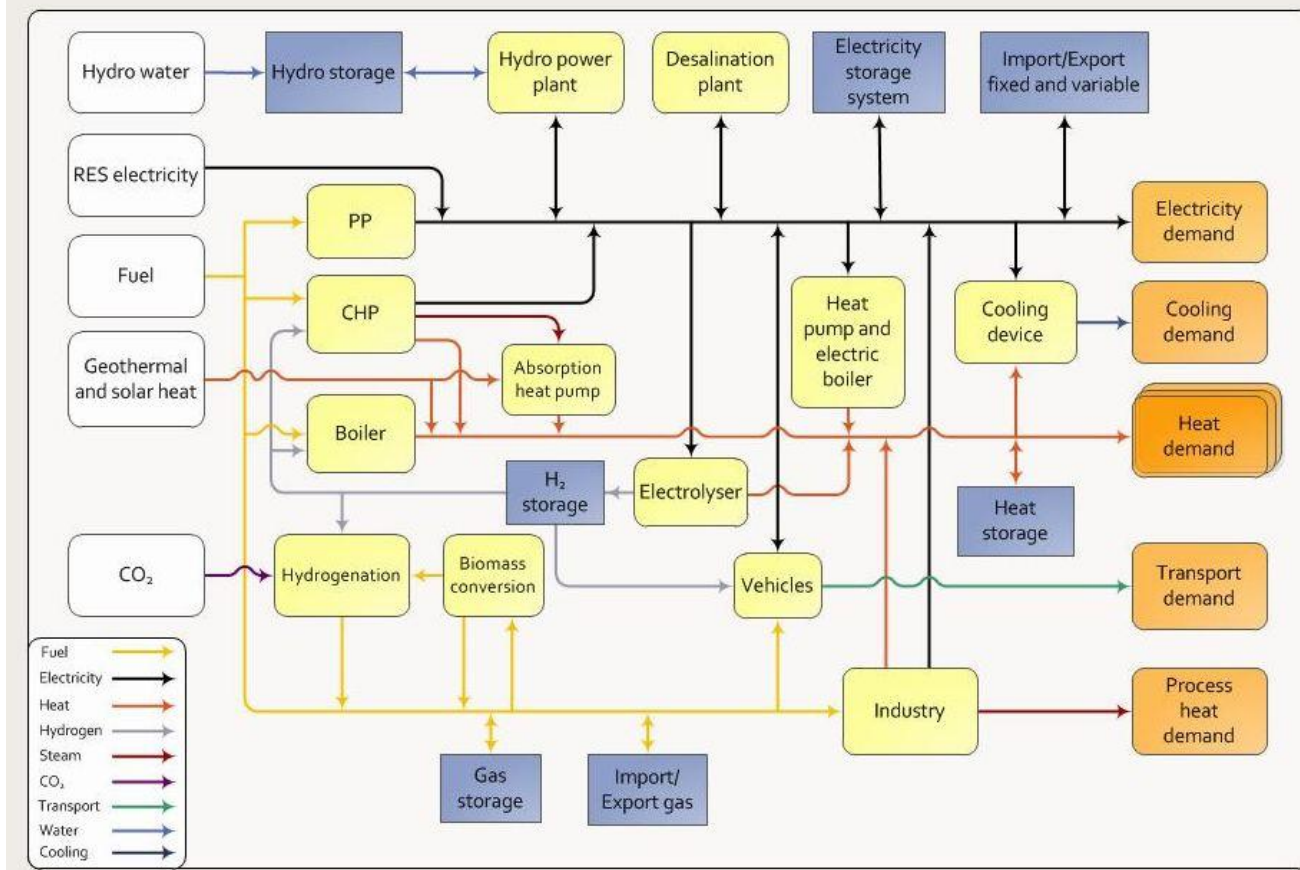
1. Ekonomski bilans godišnjih investicionih i proizvodnih troškova (obuhva proizvodnju, bilans trgovanja i takse na emisije),
2. Emisioni bilans CO₂,
3. Energetski bilans primarne energije razvrstan po tipovima energenata.

Na osnovu prvog indikatora moguće je poređenje scenarija radi pronalaženja tehničko-ekonomski optimalne strukture nacionalnog energetske sistema. Na osnovu trećeg indikatora moguće je poređenje scenarija na osnovu potrošnje primarne energije i provera dostignutosti cilja energetske efikasnosti.

Korišćenjem optimizacionog alata GENOPT (GENeric OPTimization program) moguće je odrediti tehničko-ekonomski optimalne scenarije, kod kojih se ukupni investicioni i proizvodni troškovi minimiziraju na planerskom periodu i kod kojih su dostignuti ciljevi energetske efikasnosti [2]. U radu su korišćena takvi scenariji sa različitim ograničenjima. Ovi scenariji bazirani su na pretpostavkama o potrošnji, cenama energenata, opreme i takse na emisije, efikasnosti i kapacitetu postojeće i opreme koja je kandidat za izgradnju itd. kao u radu [8]. U prvom scenariju BAU (Business As Usual), za razliku od druga dva, nema ograničenja usaglašavanja energetske politike i dostizanja cilja energetske efikasnosti. Dostizanje ciljeva energetske efikasnosti u scenariju "RES and PHEV" (Renewable Energy Sources and Plug in Hybrid Electric Vehicles) zasnovano je na primeni punog skupa tehničkih mera:

1. proizvodnje energije iz obnovljivih izvora (izgradnja vetroelektrana, izgradnja fotonaponskih elektrana, izgradnja hidroelektrana),
2. energetske efikasnosti (ušteda uglja zbog renoviranja stambenih objekata u sektoru domaćinstava sa individualnim grejanjem, zamena uglja gasom, zamena uglja biomasom, ušteda toplote zbog renoviranja stambenih objekata u sektoru domaćinstava sa daljinskim grejanjem, ušteda toplote unapređenjem toplovoda, uvođenje kombinovane proizvodnje električne i toplotne energije u industrijski itd.) i
3. strukturnih (uvođenje upravljive potrošnje, izgradnja reverzibilnih hidroelektrana i zamena dizel automobila električnim itd.)

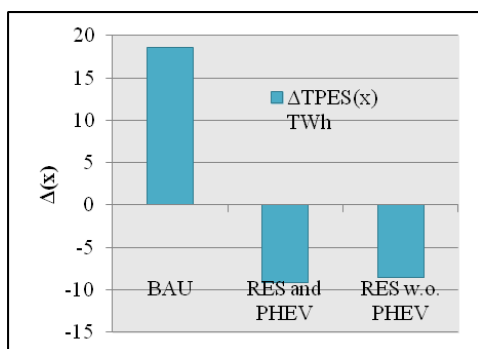
Radi kvantifikacije upotrebe električnih automobila iz punog skupa tehničkih mera u scenariju "RES w.o. PHEV" (Renewable Energy Sources with out Plug in Hybrid Electric Vehicles) izuzete su strukturne mere.



Sl. 1 Blok shema alata EnergyPLAN [7]

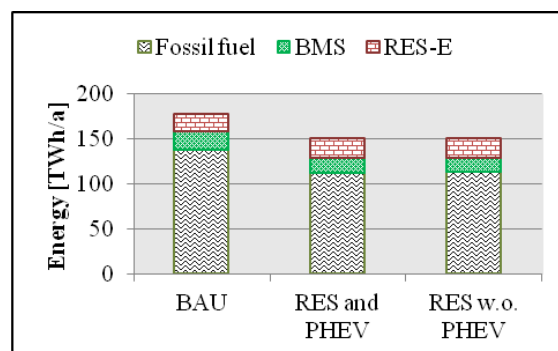
3. REZULTATI

Odstupanje u dostizanju cilja smanjenja ukupne primarne energije za scenario bez usaglašavanja energetske politike Republike Srbije sa Energetskom unijom prikazan je na Sl. 2, rezultat je spregnutog korišćenja simulacionog alata EnergyPLAN i optimizacionog alata GENOPT na studiji slučaja nacionalnog energetskog sistema Republike Srbije u 2030. godini.



Sl. 2 Odstupanje od cilja energetske efikasnosti 2030 za različite scenarije. "ΔTPES" (Total Primary Energy Supply)-odstupanje ukupne primarne energije od Evropskog cilja za 2030. "BAU"-scenario bez usaglašavanja, "RES and PHEV"-Evropska energetska politika korišćenja svih tehničkih mera, "RES w.o. PHEV" - Evropska energetska politika bez korišćenja mere električnih automobila.

U ekonomski optimalnom scenariju baznom slučaju, bez usaglašavanja (BAU), dominiraju tehnologije za proizvodnju energije bazirane na fosilnim gorivima, pa je ciljna vrednost uštede ukupne primarne energije premašena za 18.65 TWh/godišnje. U ekonomski optimalnom scenariju usaglašene energetske politike, primenom svih tehničkih mera, (RES and PHEV), ostvarena je značajna ušteda i premašenje postavljenog cilja za 9.15 TWh/a. Bez primene strukturne mere upotrebe električnih vozila, RES w.o. PHEV, moguće je dostizanje cilja energetske efikasnosti, uz primenu alternativnih, skupljih mera, usled kojih u ekonomski optimalnom scenariju dolazi do premašnja cilja od 8.58 TWh/a. Način na koji su ciljevi dostignuti i ukupni bilansi za grupe energenata dati su na Sl. 3.



Sl. 3 Smanjenje korišćenja fosilnih goriva usled primene obnovljivih izvora električne energije i električnih vozila. "Fossil fuel"- fosilna grupa energenata: lignit, nafta i derivati, "BMS"-biomasa, "RES-E" (Renewable Energy Sources - Electricity) - obnovljivi izvori električne energije

Ukupna primarna energija u ekonomski optimalnom scenariju bez usaglašavanja energetske politike, "BAU", iznosi oko 179 TWh/godišnje, od čega oko 138 TWh/godišnje iz fosilne grupe energenata, oko 22 TWh/godišnje iz biomase dok iz obnovljivih izvora električne energije učestvuje oko 19 TWh/godišnje. Primena punog skupa ekonomski optimalnih tehničkih mera, uz povećanje korišćenja obnovljivih izvora električne energije od samo 2.32 TWh/a (sa 19.3 na oko 21.6 TWh/godišnje), dovela je do smanjenja primarne energije za oko 28 TWh/godišnje, odnosno na oko 150 TWh/godišnje. Imajući u vidu i razlike uvoza/izvoza u ovim scenarijima, do smanjenja primarne energije bi takođe došlo ali u manjoj meri. U scenariju iz koga je izuzeta mera upotrebe električnih vozila, "RES w.o. PHEV", u odnosu na scenario sa punim skupom mera, "RES and PHEV", povećana je količina primarne energije za više od 1 TWh/ godišnje. Do ovog povećanja je došlo usled povećanja korišćenja fosilnih energenata, a smanjenja biomase i obnovljivih izvora električne energije.

4. ZAKLJUČAK

Primena izabranog skupa tehničkih mera dovodi nacionalni energetske sistem Republike Srbije na cilj dostizanja energetske efikasnosti i usaglašavanju energetske politike sa Energetskom unijom.

Dostizanje cilja energetske efikasnosti, smanjenjem potrošnje primarne energije ostvareno je na račun tehničkih mera energetske efikasnosti, ali i na račun korišćenja obnovljivih izvora energije i upotrebe električnih automobila.

Dodatno, u nekom budućem radu, treba kvantifikovati doprinos cilju energetske efikasnosti kombinacije električnih automobila sa fotonaponskim panelima u urbanim sredinama, smanjenje gubitaka usled prenosa i distribucije električne energije.

5. ZAHVALNOST

Ovaj rad finansiran je od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, projekat br. 42009.

6. LITERATURA

- [1] M. Šefčević, "Power & Empowerment: The EU's Energy Security Challenge," *Horizons: Journal of International Relations and Sustainable Development*, vol. Spring, pp. 176-188, 2015.
- [2] N.Rajaković and I. B. Bjelić, "Optimalno planiranje razvoja nacionalnog energetskeg sistema pomoću računarskih simulacija," *Energija, ekologija, ekonomija*, vol. 17, pp. 59-63, 2015.

- [3] N. Taso and A. Ranković, "South East Europe 2050 Energy Model," 2015.
- [4] I. Batas Bjelić, D. Šošić, and N. Rajaković, "Energy loss in distribution network related to placement of solar photovoltaic systems," in *The Second International Conference on Renewable Electrical Power Sources*, Belgrade, 2013, p. 47.
- [5] B. Stojkov, P. Kovačević, S. Vukanović, N. Rajaković, G. Jankes, and M. Ivetić, *Urban Challenges of the City of Belgrade*. Beograd: Siemens, 2012.
- [6] D. Tovilović and N. Rajaković, "The simultaneous impact of photovoltaic systems and plug-in electric vehicles on the daily load and voltage profiles and the harmonic voltage distortions in urban distribution systems," *Renewable Energy*, vol. 76, pp. 454-464, 2015.
- [7] H. Lund. "EnergyPLAN Advanced Energy Systems Analysis Computer Model Documentation Version 11.0," <http://www.energyplan.eu/wp/content/uploads/2013/06/EnergyPLAN-Documentation-V11-2013.pdf>.
- [8] I. Batas-Bjelic, N. Rajakovic, B. Cosic et al., "A realistic EU vision of a lignite-based energy system in transition: Case study of Serbia," *Thermal Science*, vol. 19, no. 2, pp. 371-382, 2015.

Abstract – European energy policy goals of saving in primary energy of 20 % until 2020 and 40% until 2030 are binding for the Energy union countries. Planning and implementation on the national level has been based on the certain types and amounts of technical measures which include renewable energy production, energy efficiency measures and structure measures. The technical measure of renewable energy production, besides direct contribution to increased share of renewable energy systems, contributes also to the primary energy savings, unlike technologies based on Carnot cycle. With the same reason, the structural measure of plug-in-hybrid-electric-vehicles contributes to the reduction of primary energy demand in the transport sector. This article quantifies the contribution of combined application of technical measures to the reaching the European energy efficiency goals, for the several scenarios in the Republic of Serbia case study.

THE CONTRIBUTION OF RENEWABLE ENERGY SOURCES AND PLUG IN ELECTRIC VEHICLES ACHIEVING THE NATIONAL ENERGY EFFICIENCY GOALS

Ilija Batas Bjelić, Nikola Rajaković