

TRENDVOVI IMPLEMENTACIJE INTELIGENTNIH ELEKTROENERGETSKIH MREŽA

Čedomir Zeljković, Predrag Mršić, Đorđe Lekić, *Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Banjoj Luci*

Sadržaj – Upotreba savremenih informacionih i komunikacionih tehnologija omogućava da se tradicionalna elektroenergetska mreža transformiše u tzv. intelligentnu mrežu. Napredni sistemi upravljanja koordinišu rad svih subjekata koji se javljaju u modernoj mreži (sistema za upravljanje potrošnjom, pametnih brojila, distribuirane proizvodnje, sistema za skladištenje energije, električnih vozila i dr.) i tako obezbeđuju efikasno i održivo okruženje za pouzdano i kvalitetno snabdijevanje korisnika električnom energijom. Zadatak ovog rada je identifikacija trendova razvoja intelligentnih mreža u svijetu i istraživanje mogućnosti za primjenu u našem okruženju.

1. UVOD

Elektroenergetska mreža Republike Srpske nalazi se pred značajnim izazovima i promjenama koje su uslovljene:

- razvojem informaciono-komunikacionih tehnologija, koje omogućavaju nove metode za nadzor i upravljanje mrežom,
- liberalizacijom tržišta električne energije, koja ima za cilj da podstakne konkureniju i poboljša kvalitet, ali koja nesumnjivo usložnjava princip funkcionisanja mreže,
- razvojem tehnologija obnovljivih izvora energije i njihovim sve većim udjelom u elektroenergetskoj mreži,
- mogućnošću da korisnici učestvuju u elektroenergetskom sistemu kao proizvođači energije, a ne samo kao kupci, što je do skoro bio slučaj,
- razvojem tehnologija za upravljanje potrošnjom, sa ciljem efikasnijeg i ekonomičnijeg snabdijevanja, u skladu sa cijenom električne energije i, indirektno, u skladu sa ostalim elementima mreže i
- pojavom električnog vozila kao potrošača autentičnih karakteristika, sa velikom snagom punjenja baterija i mogućnošću za skladištenje viškova energije iz elektroenergetskog sistema.

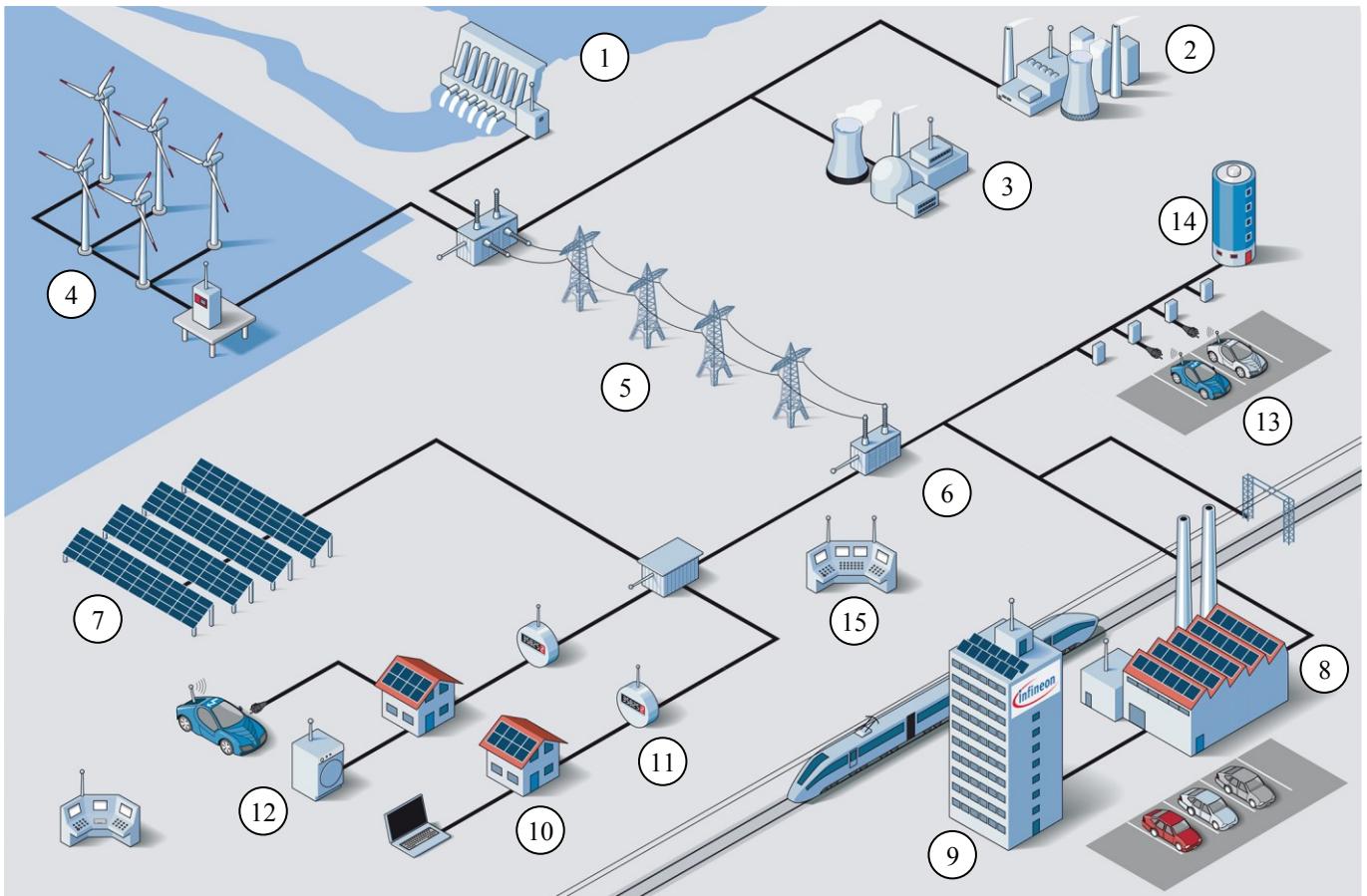
Svijet je prepoznao potrebu za osavremenjavanjem elektroenergetske mreže i ulaganja u ovaj sektor su se značajno povećala u posljednje vrijeme. Intenziviranjem upotrebe informacionih i komunikacionih tehnologija, tradicionalna elektroenergetska mreža se transformiše u intelligentnu (pametnu, naprednu) mrežu. Dosadašnji jednosmjerni tok energije od proizvođača ka potrošačima, pretvara se u dvosmjerni tok, kako energije tako i informacija. Koordinisano funkcionisanje svih subjekata u intelligentnoj mreži vodi ka efikasnom i održivom sistemu uz visok stepen kvaliteta i pouzdanosti snabdijevanja korisnika [1][2].

Poenta ovog rada je identifikacija trendova razvoja intelligentnih mreža u svijetu i istraživanje mogućnosti za primjenu u našem okruženju.

2. KOMPONENTE INTELIGENTNE MREŽE

Za sveobuhvatno sagledavanje koncepta intelligentne mreže korisna je slika 1. Najznačajnije komponente će biti opisane uz navođenje pozicije na slici.

U tradicionalnom elektroenergetskom sistemu proizvodnja energije bazirana je na centralizovanim elektranama velike snage izgrađenim u hidro (1), termo (2) ili nuklearnoj (3) tehnologiji. U novom konceptu, javljaju se takođe i velike elektrane realizovane u tehnologijama obnovljivih izvora energije, kao npr. velike farme vjetroelektrana (4). Energija se do potrošačkih centara prenosi visokonaponskom prenosom mrežom (5). Prenosna mreža se u konceptu intelligentne mreže oprema savremenim uređajima kao što su npr. PMU (*Phasor Measurement Units*) ili FACTS (*Flexible Alternating Current Transmission System*) uređaji. To se radi s ciljem efikasnijeg korišćenja kapaciteta dalekovoda, smanjenja gubitaka i povećavanja pouzdanosti. Distributivni podsistem (6) je izložen najvećim promjenama. U savremenim mrežama se, osim centralizovane proizvodnje, pojavljuje i distribuirana proizvodnja (7) - elektrane relativno male snage, koje su na mrežu priključene na distributivnom naponskom nivou, u blizini potrošača. Takođe, i sami korisnici energije, industrijski (8), komercijalni (9) ili rezidencijalni (10), mogu da investiraju u sopstvene proizvodne kapacitete. Time im se otvara mogućnost da balansiraju između vlastite proizvodnje i kupovine energije od snabdjevača. Korisnici umjesto klasičnih brojila dobijaju "pametna" brojila (11) koja se umrežavaju u tzv. naprednu infrastrukturu za mjerjenje (AMI - *advanced metering infrastructure*). Komunikacija postaje dvosmjerna, pa osim što snabdjevači očitavaju podatke o potrošnji, oni korisnicima šalju informacije o cijeni električne energije, daju statistiku potrošnje i savjete za uštedu. Određenim uređajima čije je vrijeme uključenosti fleksibilno (12), kao što su npr. bojleri, veš mašine, uređaji za grijanje i hlađenje, moguće je upravljati tako da se uključuju u periodima kada je cijena električne energije niža. Posebno karakterističan prijemnik energije je električno vozilo (13). Sa snagama i do pedesetak kilovata, električna vozila itekako utiču na vršnu snagu potrošnje i zakrčenje kapaciteta distributivne mreže. S druge strane baterije električnih vozila, predstavljaju alternativu za skladištenje energije u dužim periodima parkiranosti. Skladištenje energije je veoma važno s obzirom da proizvodnja iz obnovljivih izvora najčešće ne koincidira sa potrebama potrošnje. Na primjer, fotonaponski paneli najviše proizvedu oko podneva, a vršna snaga potrošnje se javlja u sumrak. Iz tog razloga se u sistem povezuju i posebni uređaji za skladištenje energije (14), koji pomažu oko balansiranja između proizvodnje i potrošnje, povećavaju ekonomsku efikasnost i pouzdanost. Očigledno je da moderna mreža postaje veoma kompleksan sistem i da su za optimalno koordinisanje svih njenih učesnika potrebni najsvremeniji upravljački informaciono-komunikacioni resursi (15).



Sl. 1. Komponente inteligentne mreže (www.infineon.com).

3. TRENOVI RAZVOJA

3.1. Metodologija istraživanja

S obzirom da obim istraživanja pokriven ovim radom nije suviše veliki, za reference su traženi izvori od najvećeg povjerenja. Najmodernije implementacije u svijetu su praćene u dokumentima koje izdaju tijela koja prave izvještaje za npr. Evropsku komisiju ili Kongres SAD. Zatim su korišćeni internet sajtovi uticajnih asocijacija, visokobudžetnih projekata i vodećih svjetskih kompanija iz oblasti inteligentnih mreža. Iz naučne sfere korišćeni su časopisi sa SCIE liste (npr. *Electric Power Systems Research* je cijelo izdanje 120 iz marta 2015. godine posvetio implementacijama inteligentnih mreža u svijetu), te zbornici radova sa vodećih konferencija.

Situacija u našoj zemlji je istraživana pregledom internet stranica bitnih učesnika u elektroenergetskom sistemu, dakle regulatorne agencije, operatora sistema, prenosne kompanije i distributivnih kompanija. Pregledan je set skorije raspisanih tendera. Na kraju, neizbjegno je intervjuisanje inženjera koji rade na poslovima koji se tiču implementacije inteligentne mreže.

3.2. Evropa

Evropska Unija je čvrsto orijentisana ka razvoju inteligentne elektroenergetske mreže, što potvrđuje niz direktiva [3]. Najnoviji izvještaj urađen u Institutu za energiju i transport JRC-a Evropske komisije potvrđuje da aktuelna baza broji 459 projekata u oblasti inteligentnih mreža [4]. Od navedenog broja 211 projekata pripada grupi istraživačkih i

razvojnih projekata (*Research and Development - R&D*), dok je 248 projekata iz grupe demonstracionih i fizički postavljenih (*Demo and Deployment - D&D*). Budžeti prevazilaze 830 miliona evra kod R&D i 2,3 milijardi evra kod D&D grupe projekata. Autori izvještaja se ograđuju da postoje i drugi projekti u EU koji zbog nedostatka podataka kasne sa evidentiranjem u bazu. Evidentirani projekti su bez izražene pravilnosti distribuirani po Evropi i različite zemlje su na drugačiji način rasporedile fokus na pojedine aspekte inteligentne mreže.

Projekat *Grid4EU* se navodi kao najskupljii projekat iz oblasti inteligentnih mreža kojeg finansira Evropska Unija [5]. Ukupan budžet projekta je 54 miliona evra. Nosioci projekta su 6 operatora distributivnih sistema koji pokrivaju 50% potrošača električne energije u Evropi (*ERDF*, *Enel Distribuzione*, *Iberdrola*, *CEZ Distribuce*, *Vattenfall Eldistribution* i *RWE*). Cilj projekta je da se u četvorogodišnjem periodu testiraju potencijali inteligentne mreže u pogledu integracije obnovljivih izvora energije i električnih vozila u sistem, automatizacije mreže, skladištenja električne energije, poboljšanja energetske efikasnosti i kontrole opterećenja. Dosadašnji rezultati projekta su opisani u više od 80 publikacija [6].

I ostali, uslovno rečeno jeftiniji projekti, su takođe izrodili niz zaključaka, koji su javno publikovani i koji mogu poslužiti kao korisne smjernice za naredne korake. Rezultati i diskusije su date na primjer o cjelovitom konceptu inteligentne mreže [7][8], naprednoj infrastrukturi za mjerjenje [9], integraciji obnovljivih izvora energije [10], upravljanju potrošnjom [11], skladištenju energije [12][13], integraciji električnih vozila [14], itd.

U implementaciji u realnim mrežama najviše je postignuto u segmentu inteligentnih brojila. Prema direktivi 2009/72/EC Evropske komisije, od država članica je traženo da provedu analizu isplativosti, te da se procedura uvođenja inteligentnih brojila pokrene tamo gdje rezultati analize budu pozitivni. Postavljen je cilj da do 2020. godine udio inteligentnih brojila u ukupnom broju dostigne 80%. Evropska komisija u svojim dokumentima izvještava da je zadovoljna sa progresom [15], dok postoje i primjeri kalkulacija nezavisnih institucija u kojima se tvrdi da je korist od prelaska na inteligentna brojila daleko manja od obećane i rentabilne [16]. Finska, Italija i Švedska prednjače sa 45 miliona instalisanih inteligentnih brojila do 2014. godine, što je oko 23% od cilja predviđenog za 2020. godinu. U još 13 zemalja (npr. Austriji, Danskoj, Francuskoj Grčkoj, itd.) rezultat ekonomske opravdanosti je bio pozitivan, tako da će se proces uvođenja inteligentnih brojila pokrenuti ili je već pokrenut. Kod 7 zemalja (među njima Njemačka, Češka, Portugal, i dr.) analiza isplativosti je bila negativna i inteligentna brojila će biti instalisana eventualno samo kod odabranih grupa korisnika.

3.3. Sjedinjene Američke Države (SAD)

Uz Evropu, veliki pokretač razvoja tehnologija inteligentnih mreža, definitivno jeste i SAD. Paket mjera za izlazak iz recesije, poznat pod originalnim nazivom *American Recovery and Reinvestment Act of 2009 (ARRA)*, značajno je podržao napredak u ovoj oblasti [17]. Tokom četvorogodišnjeg perioda (2010-2013) potrošeno je oko 18 milijardi dolara na postavljanje različite opreme, pri čemu su investicije javnog i privatnog sektora pod okriljem ARRA paketa iznosile oko 8 milijardi dolara. Četiri aspekta inteligentnih mreža su najviše razvijeni u aktuelnom trenutku: napredna infrastruktura za mjerjenje, tehnologije upravljanja potrošnjom na strani korisnika, upravljanje distributivnom mrežom i upravljanje prenosnom mrežom.

Slično kao i u Evropi, ispred svega se ističe visok stepen implementacije inteligentnih brojila, pripadajuće komunikacione infrastrukture i informaciono-upravljačkih sistema. Procjenjuje se da će do kraja 2015. godine broj inteligentnih brojila dostići 65 miliona, što predstavlja više od trećine od ukupnog broja. Ističu se pozitivni efekti kako za korisnike, koji dobijaju sugestije za efikasniju potrošnju energije, tako i za snabdjevače kojima se olakšava adekvatno iskorišćavanje elektroenergetske mreže.

Tehnologije upravljanja potrošnjom na strani korisnika takođe predstavljaju uspješan segment inteligentne mreže. Programabilni termostati u domaćinstvima i sistemi za energetski menadžment komercijalnih i industrijskih korisnika preuzimaju od inteligentnih brojila informacije o cijeni električne energije i raspoređuju korišćenje energije na vremenskom horizontu. Navodi se pozitivni primjer iz kompanije *Oklahoma Gas and Electric* gdje se sadejstvom tarife sa vremenski promjenljivom cijenom energije i uređaja za upravljanje potrošnjom postiglo odgađanje investiranja u elektranu od 170MW, koja je bila potrebna za pokrivanje vršnih opterećenja [17].

Treći značajan segment inteligentne mreže je napredna automatizacija u distributivnom podsistemu. Integracija senzorskih, komunikacionih i upravljačkih tehnologija poboljšava pouzdanost i efikasnost rada. Posebni zadaci koji se uspješnije rješavaju su brže nalaženje kvarova,

kontrolisanje naponskog profila i tokova reaktivnih snaga, te praćenje stanja komponenata mreže i vođenje optimalnog održavanja.

Konačno, primjetan napredak se postiže i u oblasti uvođenja informaciono-komunikacionih tehnologija u mrežama najviših napona. Primjera radi, savremeni uređaji za sinhrofazorno mjerjenje omogućavaju operatorima prenosnog sistema da mnogo brže reaguju na nestabilnosti napona i učestanosti u sistemu, a takođe im otvaraju mogućnost da u slučaju potrebe opterećenje prenosnih dalekovoda dovode do samih ivica tehničkih ograničenja.

3.4. Ostali karakteristični regioni u svijetu

U posljednjih nekoliko godina Kina dostiže i prestiže zapadne zemlje u raznim sferama, pa tako i u području razvoja inteligentnih mreža. Kao najmnogoljudnija zemlja na svijetu, Kina predstavlja ogromno tržište za elektro industriju. Izvještava se da je broj instalisanih inteligentnih brojila dostigao 370 miliona u 2013. godini, te se očekuje da će se do kraja 2015. godine dostići cifra od impozantnih 500 miliona ugrađenih primjeraka [19]. Brojila su domaće proizvodnje, a osim što se upotrebljavaju u Kini, izvoze se u 130 zemalja svijeta. Kina elektroenergetsku mrežu ojačava i u ostalim aspektima, od bazičnih komponenata kao što su konvencionalne elektrane i prenosni vodovi ultra visokih napona, do sofisticirane informaciono-komunikacione nadogradnje. Povećavanjem ulaganja iz godine u godinu, cilj Kine je da postane svjetski lider u oblasti inteligentnih mreža.

Indija je druga na listi najmnogoljudnijih zemalja i, slično kao i Kina, predstavlja ogroman poligon za razvoj inteligentne mreže. Od novijih tehnologija, Indija je posebno posvećena rapidnoj integraciji obnovljivih izvora energije i tehnologijama vezanim za interakciju mreže sa električnim vozilima [20]. S druge strane, u mnogim dijelovima zemlje, egzistiraju primarni problemi kao što su visoki gubici u prenosu i distribuciji, krađa energije, ili uopšteapsolutna nedostupnost mrežnog priključka za veliki procenat stanovništva.

Na kraju ovog kratkog pregleda, potrebno je još spomenuti zemlje azijsko-pacifičke zone Japan, Južnu Koreju i Australiju, te Kanadu iz sjevernoameričke [21].

3.5. Situacija kod nas

Nakon opisa trendova razvoja inteligentnih mreža u svijetu, slijedi kratak pregled aktuelnih karakteristika mreže u Republici Srpskoj i BiH. Ilustrativno je ponovo proći kroz komponente savremene mreže prikazane na slici 1 i povlačiti paralele između domaćih i svjetskih dostignuća.

Instalisani proizvodni kapaciteti u RS i BiH su izgrađeni u hidro i termo tehnologiji i stari su barem 25 godina. Trenutno su u stanju da pokriju potrebe našeg konzuma i da čak ostvaruju izvoz, ali zbog zastarijevanja i lošeg ekološkog stanja termoelektrana, potrebno je misliti na investiranje u nove elektrane. Investiranje u proizvodne kapacitete bazirane na obnovljivim izvorima energije nije trenutno isplativo, s obzirom da je cijena električne energije u BiH praktično najjeftinija u Evropi. Profitabilnost za investitora postiže se jedino uz pomoć podsticaja u vidu *feed-in* tarifa, ali iznos ovih podsticaja je veoma limitiran, jer predstavlja dodatni namet siromašnom stanovništvu. Iz tog razloga, stepen integracije obnovljivih izvora energije je skroman u

poređenju sa svjetskim liderima. Takođe, još se ne nameće potreba za koordinisanim djelovanjem obnovljivih izvora sa potrošnjom i tržištem.

Prenosna mreža je, slično elektranama, izgrađena prije ratnih godina 1991-1995. Zbog pada industrijske proizvodnje i smanjenja potrošnje električne energije, mnogi prenosni vodovi najvišeg napona su slabo opterećeni i uglavnom rade daleko od granica stabilnosti i maksimalne prenosne moći. Trenutno ne postoji prijeka potreba za ulaganje u napredne sisteme mjerena i upravljanja na prenosnom nivou (PMU, FACTS, i sl.). Komunikaciona mreža je razvijena, s obzirom da su važniji dalekovodi opremljeni zemljovodnim užadima koje sadrže optičke vodove (OPGW).

U distributivnom podsistemu situacija je nepovoljnija od situacije opisane za prenosnu mrežu. Distributivni vodovi su procentualno više opterećeni i daleko su više izloženi kvarovima. Vrijednosti pokazatelja pouzdanosti su trenutno ispod standarda koji se zahtijevaju od modernih mreža. Na primjer, u tabeli 1 je prikazan standard postavljen za inteligentnu mrežu u okolini Milana, Italija, za pokazatelje SAIFI (prosječan broj prekida po korisniku godišnje za mrežu) i SAIDI (prosječno trajanje isključenja po korisniku godišnje za mrežu) [7]. Da je ovaj standard visok za situaciju u BiH pokazuje izyještaj sačinjen u Elektroprivredi BiH, u kojem pokazatelji za SN mrežu u 2012. godini iznose 8,75 prekida po korisniku godišnje za SAIFI i 713,24 minuta isključenja po korisniku godišnje za SAIDI.

Tabela 1: Standard pouzdanosti u SN mreži
A2A Reti Elettriche, Italija

Oblast	SAIFI [prek/kor/god]	SAIDI [min/kor/god]
Gradska	1	25
Prigradska	2	40
Ruralna	4	60

Posebno su kritični dijelovi mreže u ruralnim oblastima, gdje su pokazatelji pouzdanosti daleko ispod sistemskog prosjeka, u kojima vrijeme isključenja po korisniku nerijetko iznosi i više stotina sati godišnje. Da je ovaj problem prepoznat od menadžmenta distributivnih kompanija, u prilog govore činjenice da su u 2015. godini raspisani tenderi za nabavku sistema za upravljanje i nadzor u distributivnim mrežama (SCADA/DMS) sa neizostavnom komponentom OMS (engl. *Outage Management System* - sistem za upravljanje ispadima), praktično kod sve tri elektroprivrede u BiH.

U posljednjih nekoliko godina određen napredak je postignut u oblasti infrastrukture za mjereno potrošnje energije. Kod značajnijih korisnika ugrađena su brojila nove generacije koja posjeduju mogućnost daljinskog očitavanja (engl. AMR - *Automatic Meter Reading*). Set podataka koji se očitava proširen je, pa je osim potrošene aktivne energije moguće očitavati i dodatne podatke kao što su npr. vršna snaga, aktivna i reaktivna energija na nivou 15 minuta, faktor snage i slično. Eventualno je aktivirana i mogućnost daljinskog isključivanja. Autorima nije poznato da su do današnjeg trenutka ugrađivana inteligentna brojila koja bi utrošak energije obračunavala u realnom vremenu, odnosno koja bi mogla da vrše uključivanja pojedinih prijemnika u intervalima kada je energija jeftinija (AMI).

Takođe, ne postoje primjetne akcije vezane za uvođenje najnaprednijih funkcija intelligentnih mreža - integraciju električnih vozila, integraciju sistema za skladištenje energije i uređaja za upravljanje potrošnjom na strani korisnika.

4. ZAKLJUČAK

Današnje elektroenergetske mreže nalaze se pred velikim izazovima, s obzirom da je potrebno da usvoje nove aspekte kao što su na primjer integracija obnovljivih izvora energije, distribuirane proizvodnje, sistema za skladištenje energije, sistema za upravljanje potrošnjom, električnih vozila i slično. Razvijene zemlje su prepoznale ovaj problem i sve veća finansijska sredstva se alociraju za projekte iz oblasti savremenih intelligentnih mreža. U našem okruženju, u skladu sa razlikom u stepenu razvoja, ulaganja su značajno manja. Bez obzira na sve, transformacija tradicionalne mreže u intelligentnu mrežu je neminovnost i potrebno je osnažiti akcije na ovom polju. U aktuelnom trenutku akcenat treba staviti na automatizaciju distributivnog podsistema sa ciljem povećanja pouzdanosti i kvaliteta snabdijevanja korisnika. Na taj način bi se najbrže i sa najmanjim ulaganjima postigli najveći pozitivni efekti. U drugoj fazi treba računati sa razvojem i ostalih komponenata intelligentne mreže, koje će se, iako uz određeno kašnjenje, neizostavno nametnuti i kod nas kao potreba.

5. ZAHVALNICA

Rad je finansijski podržan od strane Ministarstva nauke i tehnologije Republike Srbске u okviru projekta INGRID.

6. LITERATURA

- [1] M. G. Morgan, J. Apt, L. B. Lave, M. D. Ilic, M. Sirbu, and J. M. Peha, "The many meanings of smart grid", Tech. Rep., Carnegie Mellon University, July 2009.
- [2] A. Carvallo and J. Cooper, "The Advanced Smart Grid: Edge Power Driving Sustainability," Norwood: Artech House, 2011.
- [3] M. A. Brown and S. Zhou, "Smart-Grid Policies: An International Review," *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, vol. 2, no.2, pp. 121-139, 2013.
- [4] C. F. Covrig, M. Ardelean, J. Vasiljevska, A. Mengolini, G. Fulli, and E. Amoiralis, "Smart Grid Projects Outlook 2014," European Commission, Joint Research Centre, Institute for Energy and Transport, 2014.
- [5] L. Bertling Tjernberg, "The Smart Grid Experience in Europe," IEEE Smart Grid Newsletter, August 2014.
- [6] The Grid4EU project, "Publication & articles, " [Online]. <http://www.grid4eu.eu/dissemination/publications.aspx>
- [7] M. Delfanti, E. Fasciolo, V. Olivieri, and M. Pozzi, "A2A project: A practical implementation of smart grids in the urban area of Milan," *Electric Power Systems Research*, vol. 120, pp. 2-19, March 2015.
- [8] C. Gouveia, D. Rua, F. J. Soares, C. Moreira, P. G. Matos, and J. A. Peças Lopes, "Development and implementation of Portuguese smart distribution system,"

- Electric Power Systems Research*, vol. 120, pp. 150-162, [15] March 2015.
- [9] G. López, J. I. Moreno, H. Amarís, and F. Salazar, "Paving the road toward Smart Grids through large-scale advanced metering infrastructures," *Electric Power Systems Research*, vol. 120, pp. 194-205, March 2015.
- [10] G. Bianco, C. Noce, and G. Sapienza, "Enel Distribuzione projects for renewable energy sources integration in distribution grid," *Electric Power Systems Research*, vol. 120, pp. 118-127, March 2015.
- [11] E. Karfopoulos, L. Tena, A. Torres, Pep Salas, Joan Gil Jorda, A. Dimeas, and N. Hatziargyriou, "A multi-agent system providing demand response services from residential consumers," *Electric Power Systems Research*, vol. 120, pp. 163-176, March 2015.
- [12] M. Koller, T. Borsche, A. Ulbig, and G. Andersson, "Review of grid applications with the Zurich 1 MW battery energy storage system," *Electric Power Systems Research*, vol. 120, pp. 128-135, March 2015.
- [13] S. Barsali, M. Ceraolo, R. Giglioli, and D. Poli, Storage applications for Smartgrids," *Electric Power Systems Research*, vol. 120, pp. 109-117, March 2015.
- [14] D. Sbordone, I. Bertini, B. Di Pietra, M.C. Falvo, A. Genovese, and L. Martirano, "EV fast charging stations and energy storage technologies: A real implementation in the smart micro grid paradigm," *Electric Power Systems Research*, vol. 120, pp. 96-108, March 2015.
- [15] European Commission, "Benchmarking smart metering deployment in the EU-27 with a focus on electricity," Report from the Commission, June 2014.
- [16] T. Zgajewski, "Smart electricity grids: A very slow deployment in the EU," Egmont Paper No. 74, The Royal Institute for International Relations, Brussels, Belgium, February 2015.
- [17] US Department of Energy, "2014 Smart Grid System Report," Report to Congress, August 2014.
- [18] JP EPBiH, "Godišnji izvještaj 2012," Sarajevo, 2013.
- [19] Research in China, "China Smart Meter Industry Report, 2014-2018," Report, October, 2014.
- [20] Ministry of Power - Government of India, "Smart Grid Vision and Roadmap for India," Report, August, 2013.
- [21] Global Smart Grid Federation, "2012 Report," Report, 2012.

Abstract – The use of modern information and communication technologies makes it possible to transform the traditional power grid in the so-called smart grid. The advanced control systems coordinate all the entities participating in the modern grid (demand response, smart meters, distributed generation, energy storage, electric vehicles, etc.) and thus provide efficient and sustainable surroundings for reliable and quality supply of electricity consumers. The aim of this study was to identify trends in the development of smart grids in the world and explore possibilities for use in our environment.

THE SMART GRID IMPLEMENTATION TRENDS

Čedomir Zeljković, Predrag Mršić, Đorđe Lekić