**SMART GRIDS U FUNKCIJI SIGURNOSTI SNABDEVANJA I RAZVOJA TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE**

Dž. Hadžiosmanović, JP ELEKTROPRIVREDA HZ H-B d.d. Mostar, Bosna i Hercegovina

N.Kulušić, JP ELEKTROPRIVREDA HZ H-B d.d. Mostar, Bosna i Hercegovina

I. Slišković, JP ELEKTROPRIVREDA HZ H-B d.d. Mostar, Bosna i Hercegovina

D. Marić, JP ELEKTROPRIVREDA HZ H-B d.d. Mostar, Bosna i Hercegovina

**REZIME**

Nastajanje snažnog energetskog tržišta zahteva pouzdan i efikasan rad elektroenergetskog sistema, pripremu investicija na osnovu tehno-ekonomskih analiza, osiguranje pomoćnih usluga, izradu programa mera za upravljanje potrošnjom i unapređenje energetske efikasnosti, prikupljanje i analizu podataka (mernih i anketnih) o kupcima i dr. Jedna od najvažnijih informaciono - komunikacionih tehnologija koja se usko veže uz nastajanje tržišta električne energije je pametna energetska mreža tzv. smart grids. Ova informaciono - komunikaciona infrastruktura će osigurati niz dodatnih mogućnosti kupcu i snabdevaču, te proizvodnim, prenosnim i distributivnim kompanijama. U radu su dati zahtevi koji se odnose na zahteve i mogućnosti koje pametna mreža nudi u proizvodnji, prenosu i distribuciji električne energije. Posebno su analizirani zahtevi u pogledu rešavanja problema nadzora i zaštite, izgradnje AMR/AMI, DSM/DR, te integraciju obnovljivih izvora i električnih vozila. S ciljem odabira optimalnih rešenja razmatrane su različite komunikacione tehnologije koje svoju primenu mogu naći u okviru koncepta pametnih mreža. Također je dat kratak pregled testiranja različitih komunikacionih tehnologija, te napravljena poređenja rešenja tehnologija u pogledu cene, mogućnosti nadogradnje, zahteva za brzinu prenosa podataka, odobrenih frekvencija, koegzistencije, interoperabilnosti i dr. U radu je urađena analiza isplativosti izgradnje pametne za JP Elektroprivreda HZ H-B d.d. Mostar.

**Ključne reči:** deregulacija tržišta električne energije, proizvodna, prenosna i distibutivna kompanija, pametna energetska mreža.

**UVOD**

Prema **[1],** sigurno snabdevanje električnom energijom od vitalnog je značaja za razvoj društva, provođenje održive politike klimatskih promena i poticanje tržišnog takmičenja na unutrašnjem tržištu. U tu svrhu trebalo bi dalje razvijati prekogranično međusobno povezivanje radi osiguravanja snabdevanja svim izvorima energije po najkonkurentnijim cenama potrošačima i industriji unutar tržišta. Elektroenergetski sistemi u razvijenim zemljama su izuzetno veliki i međusobno povezani sa drugim sistemima. U ovim sistemima svi generatori, izuzev malog broja generatora u obnovljivim izvorima rotiraju se sinhronizovano održavajući dinamičku ravnotežu sistema. Siguran i pouzdan rad elektroenergetskog sistema treba omogućiti i u neočekivanim radnim uslovima koji zahtevaju sofisticiran nadzor, tačnije ova ravnoteža se mora održavati i kada dolazi i do promene tereta i kod nekih drugih poremećaja koji se dešavaju u sistemu (ispada i sl).

Funkcionalno unutrašnje tržište zahteva siguran i pouzdan rad elektroenergetskog sistema, osiguranje energije uravnoteženja, rešavanje problema zagušenja na prenosnoj mreži, uvođenje novih tehno-ekonomskih modela planiranja investicija, integraciju obnovljivih izvora, blagovremeno informisanje kupaca o potrošnji električne energije, te promocija mera energetske efikasnosti.

Radi promocije energetske efikasnosti, nadležne institucije Evropske unije snažno preporučuju da elektroenergetska preduzeća optimizuju upotrebu električne energije, na primer pružanjem usluga upravljanja energijom, razvijanjem inovativnih formula za formiranje cena ili uvođenjem inteligentnih sistema merenja ili napredne mreže **[1]**. Jednostavno rečeno liberalizovano tržište električne energije zahteva izgrađenu komunikaciono-informacionu infrastrukturu i razmenu velikih količina podataka u stvarnom vremenu, a time se nameće potreba da se energetska mrežu učini „pametnom“, što podrazumeva visoko automatiziranu i samo-obnovljivu energetsku mrežu, koja će omogućiti prodor novih proizvoda i usluga na energetsko i telekomunikaciono tržište, osigurati kvalitetu električne energije za implementaciju digitalne ekonomije, optimizovati korištenje opreme i osigurati efikasan rad elektroenergetskog sistema, te predviđati i odgovarati na poremećaje u sistemu .

**STRUKTURA PAMETNE MREŽE**

Pametna mreža će pre svega obuhvatiti inteligentne uređaje koji mere, pokazuju i registruju energetske veličine, digitalnu inteligenciju za donošenje određenih odluka, te komunikacije za razmenu podataka i saradnju u donošenju odluka. Ova tehnologija će također obuhvatiti i daljinsko upravljanje, daljinski nadzor, pametno merenje i dr. Prema **[2]**, pametna infrastruktura elektroenergetskog sistema se deli na tri podsistema: pametni energetski podsistem, pametni informativni podsistem i pametni komunikacioni podsistem.

Pametni energetski podsistem obuhvata:

* proizvodnju električne energije;
* prenosnu mrežu;
* distributivnu mrežu;
* mikro mreže i
* električna vozila.

Pametni informativni pod sistem obuhvata:

* pametna brojila;
* senzore;
* PMU (Phasor Measurement Units) i dr.

Ovaj podsistem nudi mogućnost upravljanja informacijama, modeliranje podataka, analize informacija, integracije, optimizacije i dr.

Pametni komunikacioni podsistem koristi bežične komunikacione tehnologije, odnosno:

* bežične zamkaste mreže tzv. W*ireless Mesh Network*;
* mobilne komunikacione sisteme;
* radio veze;
* bežične komunikacije zasnovane na protokolu 802.15.4;
* satelitske komunikacije;
* mikrovalne veze i dr.

Pametni komunikacioni pod sistem koristi i žičane tehnologije, odnosno:

* optičke komunikacije;
* javnu telefonsku infrastrukturu (*PSTN-Public Switched Telephone Infrastructure);*
* komunikaciju putem energetskih vodova (*PLC-Power Line Communications*) i dr



**Slika 1.** *Pametna infrastruktura*

**PAMETNA MREŽA U PROIZVODNJI ELEKTRIČNE ENERGIJE**

Za proizvođače električne energije pametna mreža nudi:

* siguran i pouzdan rad postrojenja;
* lakšu prognozu proizvodnje;
* lakše odlučivanje o investiranju;
* lakše donošenje odluka o nastupu na tržištu električne energije i dr.

Pružajući informacije o ceni u realnom vremenu, pametne mreže daju snažan doprinos tržišnom nadmetanju vlasnika proizvodnih postrojenja jer informacija o ceni utiče na donošenje odluke vlasnika proizvodnih postrojenja o nastupu na tržištu ili odstupanja sa istog. Ukoliko je cena na tržištu veća od marginalnog troška proizvodnje u proizvodnom postrojenju kvalifikovanog proizvođača, kvalifikovani proizvođač donosi odluku o plasmanu električne energije na tržište, u protivnom isti odstupa sa tržišta. Ukoliko kvalifikovani proizvođač ima mogućnost proizvodnje električne energije iz više različitih izvora (čiji je marginalni trošak proizvodnje različit), pametne mreže mu omogućuju donošenje odluke o korištenju proizvodnog objekta koji ima najpovoljniji marginalni trošak proizvodnje u odnosu na tržišnu cenu. Isto tako ukoliko postoji mogućnost da se u proizvodnom objektu kvalifikovanog proizvođača proizvede više energije nego što je potrebno za zadovoljenje vlastitih potreba, kvalifikovani proizvođač će te viškove ponuditi na tržištu u trenutku za njega najpovoljnije cene.

Unutrašnje tržište električne energije koje dobro funkcioniše trebalo bi proizvođačima osigurati odgovarajuće poticaje za ulaganje u novu proizvodnju energije, uključujući i električnu energiju iz obnovljivih izvora energije, obraćajući posebnu pažnju na najizolivanije zemlje i regije na energetskom tržištu. Posebni zahtevi za pametnu mrežu u pogledu integracije obnovljivih izvora su dati u poglavlju V ovog rada.

**PAMETNA MREŽA U PRENOSU ELEKTRIČNE ENERGIJE**

Osnovi zahtevi kojima pametna mreža u prenosu električne energije treba udovoljiti su:

* siguran i pouzdan rad postrojenja i vodova ;
* povećanje prenosnih kapaciteta (što se postiže nadzorom sigurnosti i granica stabilnosti u realnom vremenu);
* bolje upravljanje mrežom i rešavanje zagušenja;
* planiranje novih investicija;
* sprečavanje širenja poremećaja u susedne sisteme;
* bolje trgovanje električnom energijom i dr.

Napred navedeni zahtevi se mogu realizovati izgradnjom različitih sistema kao što su PMU (*Phasor Measuring Units*), WAMPAC *(Wide Area Monitoring Protection and Control*), FACTS (*Flexible AC Transmisssion System*) i drugi uređaji u prenosu električne energije.

PMU jedinice također pružaju različite mogućnosti, poput merenja pojedinih faznih napona i struja, harmonika, lokalne frekvencije, stope promene frekvencije i sl. Moguće je ostvariti više merenja unutar jedne periode, mada je za mnoge aplikacije manji broj merenja poželjan.Vremensku overu prati standard za koordinirano svetsko vreme tzv. UTC (*engl. Universal Coordinated Time*) koji se postiže korištenjem GPS sistema (*eng*. *Global Positioning System*) za sinhronizaciju.

*WAMPAC-*Napredna zaštita je zasnovana na digitalnoj logici koja omogućuje da se daljinski iz kontrolnog centra prenose podaci arhivirani u relej i da se relejom daljinski upravlja. WAMPAC sistemi u realnom vremenu vrše proračun nad stvarnim stanjem elektroenergetske mreže **[3]**.

FACTS uređaji nude da buduća električna mreža bude pametna, tolerantna u pogledu kvarova, te da ima mogućnost i samostalnog lociranja i otklanjanja kvarova, mogućnost dinamičke i statičke kontrole, te kontrole opreme i dr.

**PAMETNA MREŽA U DISTRIBUCIJI ELEKTRIČNE ENERGIJE**

Pametna mreža u distribuciji električne energije treba osigurati:

* mogućnost uštede efikasnijim korištenjem energije;
* smanjenje troškova očitanja brojila i obračuna potrošnje električne energije;
* lakše planiranje potrošnje kupaca;
* upravljanje zahtevima kupaca;
* smanjenje gubitaka električne energije
* bolje upravljanje mrežom i zahtevima za proizvodnim kapacitetima;
* lakšu prognozu opterećenja sistema;
* lakše odlučivanje o investiranju u elektroenergetske objekte;
* kupcu bolji uvid u korištenje energije i cenu korištenja,
* Plaćanje prema stvarnoj potrošnji i dr.;

Pametna merenja *(eng. smart metering)* su najvažniji mehanizam koji se koristi u pametnim mrežama za dobijanje informacija od krajnjih korisničkih uređaja i aparata koji su priključeni na distributivnu mrežu. Prema **[4]**, automatska merna infrastruktura tzv. AMI *(engl. Automatic Metering Infrastructure*) i sistemi za automatsko očitavanje brojila i uređaja tzv. AMR (engl. *Automatic Metering Reading*) se smatraju logičnom strategijom za ostvarenje pametne mreže. AMR je tehnologija za automatsko prikupljanje dijagnostičkih, potrošačkih i statusnih podataka iz energetskih mernih uređaja. AMR podrazumeva prenos podataka u središnju bazu podataka za naplatu, rešavanje problema po zahtevu kupaca, provođenje analiza i dr. AMI se razlikuje od tradicionalnih AMR sistema u smislu da omogućuje dvosmernu komunikaciju sa brojilima. Napredno merenje igra važnu ulogu u infrastrukturi pametne mreže jer osigurava distributivnim kompanijama mogućnost da planiraju i upravljaju svojim resursima na efikasan i delotvoran način. Udruženje evropskih regulatora tzv. ERGEG je napravilo smernice za izgradnju AMR/AMI infrastrukture. Navedena infrastruktura treba da osigura: daljinsko očitanje brojila i podatke o intervalima merenja (merenje profila opterećenja); obradu podataka za učesnike na tržištu; daljinsko upravljanje brojilima (smanjenje snage, isključenje, upravljanje potrebama itd.); merenje potrošnje i proizvodnje elektrana priključenih na distributivnu mrežu; daljinsko parametriranje mernih uređaja kao što su strukture tarifa, ugovorena snaga, interval merenja itd.; daljinski prenos informacija od učesnika na tržištu do krajnjih kupaca (npr.signali za cenu); prikaz informacija na brojilu i/ili komunikacioni port za vanjski prikaz (displej) **[4]**. Neke od tehnologija koje se koriste za AMI uključuju: mobilne mreže, licencirane radijske mreže, mešavinu licenciranih i nelicenciranih radio komunikacija, te komunikaciju putem energetskih vodova tzv. PLC. Zahtevi za telekomunikacionu infrastrukturu obuhvataju: propusnost; pouzdanost komunikacionog sistema: brzinu prenosa podataka; kašnjenje i dr. Za daljinsko očitanje brojila koja se izvodi jednom dnevno potrebno je osigurati propusnost od 3 kB mesečno/brojilu **[5]**. Za ova očitavanja pouzdanost komunikacionog sistema ne treba biti velika, pa se smatra da je pouzdanost od oko 90 % prihvatljiva. Međutim, ukoliko razmišljamo sa aspekta AMI koji se sastoji od pametnih brojila s kojima se komunicira svakih 30 minuta, uključujujući i komunikaciju radi pružanja usluge kao što je uključenje, promena cene, nadogradnja softvera i slično (uz najgori mogući scenarij u kojem se merni podaci očitavaju svake minute), potrebno je osigurati propusnost od 225 kB-7,75 MB mesečno/brojilu. AMI treba da zadovolji i sledeće: ravnopravnu integraciju brojila različitih proizvođača i sa različitim komunikacionim protokolima; interoperabilnost i otvorenost sistema na svim nivoima od brojila, preko koncentratora do centra upravljanja; ima naprednu softversku arhitekturu na svim nivoima upravljanja od kupčevog obekta, preko trafostanica do centra upravljanja, koja omogućuje transparentnost, otvorenost i jednostavnu integraciju sa drugim aplikacijama u distribuciji električne energije.

Tržište koje dobro funkcioniše također bi trebalo potrošačima osigurati odgovarajuće mere za promociju efikasnijeg korištenja energije. Ovaj zahtev se može ostvariti izgradnjom DR *(Demand Respond) i* DSM *(Demand Side Management).* Smatra se da će DR *(Demand Respond)* omogućiti bolju kontrolu vršne snage, maksimizirati korištenje raspoloživih kapaciteta, povećati efikasno korištenje elektroenergetskog sistema kroz dinamične cenovne modele, te omogućiti korisnicima da aktivno učestvuju u provođenju mera energetske efikasnosti. Provođenje DR zahteva se izvodi uspostavljanjem veze (direktno ili indirektno, na primer preko gateway-a) između elektroprivrednih preduzeća i kućanskih aparata. DR *(Demand Respond)* predstavlja upravljanje kupčevom potrošnjom od strane samog kupca, a DSM *(Demand Side Management)* predstavlja upravljanje kupčevom potrošnjom od strane elektroprivrednih preduzeća.

Integracija obnovljivih izvora ima posebne zahteve za izgradnju pametne mreže. Ti zahtevi se posebno odnose na rešavanje problema vezanih za:

* Povećane tokove snaga na mreži;
* Bolju regulaciju napona i frekvencije,
* Efikasnijom zaštitom vodova i postrojenja;
* Varijabilnost proizvodnje i dr.

U periodima porasta obnovljive proizvodnje može se desiti da distributivni sistem ispadne iz ravnoteže. Pošto pametne mreže omogućuju upravljanje potrošnjom, to je lako izvedivo da se u realnom vremenu poveća potrošnja i da sistem ostane u ravnoteži **[6]**. Uzimajući u obzir navedeno, slobodno možemo reći da izgradnja obnovljivih proizvodnih postrojenja u uslovima liberalizacije tržišta električne energije nije izvediva bez pametnih mreža. Tehnološki razvoj u području ICT (napredne tehnike predviđanja, on-line ocenjivanje sigurnosti i dt.) može znatno doprineti razvoju interfejsa pametne mreže koji se zasnivaju na uređajima energetske elektronike i uređajima za arhiviranje podataka, koji će biti razvijeni za distributivnu frekvenciju i napon s ciljem osiguranja aktivnog rada distributivne mreže. Novi napredni interfejs na osnovu energetske elektronike i novih ICT rešenja, prema **[7]** treba omogućiti i sledeće:

* Analizu stacionarnosti-novi alati za ocenu verovatnosti tereta i analize kratkog spoja;
* Simulaciju prelaznih pojava-novi alati za analizu stabilnosti, primene frekvencijske i vremenske domene;
* Tehnike predviđanja zasnovane na stohastičkim varijablama, kao što su vetar, sunce, oborine, temperatura, opterećenje, cena energije i dr;
* Benchmarking sposobnost za softverska poređenja između različitih tehnika
i algoritama različitih proizvođača opreme i dr.

Realizacija projekta električnih vozila je uslovljena mogućnošću punjenja baterija potrebnih za pokretanje vozila putem priključka na distributivnu mrežu. Uređaji za punjenje baterija će značajno doprineti povećanju vršnog opterećenja sistema, te je mogućnost upravljanja opterećenjem prilikom priključenja ovih uređaja neminovna. (Prema tehničkim karakteristikama proizvođača navedene opreme snagom do 3,7 kW se omogućuje punjenje standardne 16 kWh baterije u roku 6h). Oprema za električna vozila je uglavnom smeštena u blizini porodičnih kuća, radnih mesta, aerodroma, autobuskih i železničkih stanica i dr. Komunikacijske veze između automobila i EVSE (*Electric Vehicle Supply Equipment*) će biti ključne za ove aplikacije jer trebaju osigurati koordinirano punjenje električnih vozila. Kako je prikazano u **[2]**, usled nekoordiniranog punjenja električnih vozila može doći do značajnije varijacije napona u elektro energetskom sistemu. Iz napred navedenog evidentno je da je za uspešnost primene električnih vozila neophodno izvršiti analizu komunikacionih tehnologija koje će se koristiti.

**KOMUNIKACIONE TEHNOLOGIJE I PROTOKOLI**

S obzirom da se u većini elektroprivreda optičke komunikacije koriste za SCADA sisteme, to će zasigurno iste imati značajnu ulogu u konceptu pametnih mreža. Ova komunikaciona tehnologija će se koristiti tamo gde se budu tražili veći zahtevi u pogledu prometa i brzine prenosa podataka.Tehnologija koja će osigurati komunikacioni put koji je pod direktnom i potpunom kontrolom elektroprivrede i što mu daje prednost u odnosu na druge tehnologije je PLC. Prednost korištenja postojećih PLC komunikacionih kanala ogleda se u činjenici da elektroprivredne aplikacije zahtevaju primenu redundancije u zaštitnim i kontrolnim aplikacijama, te potrebu postojanja redundancije u dostupnosti viška komunikacionih kanala **[8]**. Dodatna prednost u korištenju PLC-a za aplikacije pametne mreže je da PLC često predstavlja najdirektniji put između kontrolora i IED uređaja u odnosu na paketsku komutiranu javnu infrastrukturu. Ta prednost je veoma važna kod telemetrijske sigurnosne zaštite kada su mala kašnjenja vrlo važna. Pored navedenih prednosti, treba imati na umu danedavni rezultati merenja prikazani u IEEE P1901.2 upućuju na to da SN nadzemni vodovi pokazuju veća slabljenja PLC signala u odnosu na CENELEC frekvencijsko područje nego što se obično javlja u literaturi (slabljenju od 3 do 5 dB/km na 100 kHz). Dodatni podaci prikupljeni u SAD - u ukazuju na to da se prosečno slabljenje signala na kućnim instalacijama sa BB-PLC primopredajnicima kreće između 40 i 50 dB za urbane i sub-urbane kuće. Sugeriše se korištenje BB-PLC na NN mreži sa vrlo malom udaljenošću između repeatera u odnosu na visoke gubitke na prenosnom putu, dok se veći razmak repeatera može tolerisati preko VN/SN mreže, a posebno u slučaju nadzemnih mreža. NB-PLC imaju nekoliko prednosti u odnosu na BB-PLC kada su u pitanju AMR/AMI ili DR aplikacije, koje uključuju kontrolu uređaja. NB-PLC rešenja u usporedbi s BB-PLC daju prednosti kao što su niska složenost, mala snaga primopredajnika, niže brzine prenosa, manja cena i dr **[8]**. Zbog globalne pokrivenosti satelitske komunikacione mreže predstavljaju veoma dobro rešenje za komunikaciju sa vetroelektranama. Za razliku od PLC tehnologije, postoji nekoliko standardiziranih tehnologija, kao što su WiFi, WiMAX, Bluetooth i ZigBee, koje se mogu koristiti za aplikacije u pametnim mrežama. Dominantu primenu ovih tehnologija nalazimo u “ad hoc” senzorskim mrežama, koje se uključuju u koncept pametnih mreža. Kapacitet, odnosno brzina prenosa podataka koju pametni uređaji zahtevaju u okviru pametnih mreža će zasigurno uticati na odabir komunikacione tehnologije za implementaciju pojedinih servisa u pametnim mrežama. Ono što je veoma važno naglasiti je da će se pri izradi teho-ekonomskih analiza, trebati uvažavati činjenicu da će BB PLC zbog visoke cene sistema biti veliki broj brojila (kolektivni stambeni obekti), a tamo gde su obekti raspršeni (seoska i prigradska naselja sa pojedinačnim stambenim obektima) preporučuje se uskopojasni PLC. S tim da će se na ovim lokacijama, u obektima kupaca koristiti kombinacija uskopojasnog PLC-a i bežičnih komunikacija. Na ovim lokacijama, bežične komunikacije, pored instalacija kupaca, će naći svoju primenu i u području telemetrije i upravljanja distribuisanim izvorima električne energije.

**ANALIZA ISPLATIVOSTI IZGRADNJE PAMETNE MREŽE U JP EP HZ H-B**

U J.P.Elektroprivreda HZ-HB d.d. Mostar postoji AMR/AMM sistem kojim se očitavaju brojila i daljinski isključuju. Ukupan broj kupaca koje snabdeva ova elektroprivreda iznosi 189.950, a od toga se daljinski očitava 33.889 ili 17, 8 %. Ovaj sistem se koristi za:

* očitavanje potrošnje kupaca;
* isključenje i uključenje;
* promenu tarifne šeme;
* definisanje podloga za redizajn postojećih tarifnih stavova, kao i izradu novih tarifnih grupa;
* potpune primene tarifne metodologije kako bi ispravno alocirali troškove proizvodnje, prenosa, distribucije i snabdevanja električnom energijom na krajnje kupce ;
* pravilne raspodele troškova odstupanja planirane u odnosu na ostvarenu krivulju opterećenja;
* planiranja razvoja distributivne mreže ;
* efikasnog planiranja i optimalnu iskorištenost EES-a,
* zahteva Regulatorne komisije za električnu energiju u FBIH (FERK) propisanih u „Pravilniku za tarifnu metodologiju i tarifne postupke“ i „Pravilniku o izveštavanju“ ;
* procene gubitaka električne energije u mreži i uticaja pojedinih kategorija kupaca na ukupne gubitke;
* izrade programa mera za upravljanje potrošnjom i unapređenje energetske efikasnosti i dr.

Na konačnu analizu isplativosti izgradnje pametne mreže utiču troškovi koji se primarno odnose na:

* nabavku opreme za pametne mreže;
* rad na ugradnji i održavanju opreme za pametne mreže;
* nabavku nedostajućih količina električne energije;
* izgradnju novih proizvodnih i distributivnih kapaciteta;
* kontrolu sistema, lociranje kvarova i neisporučenu električnu energiju;
* usluge merenja (očitanje i održavanje mernih uređaja);
* obračun i ispostavu računa; naplatu;
* odnose s kupcima (informisanje kupaca, izdavanje opomena, naloga, isključenja neplatiša i sl.); zaštitu okoliša i dr.

Svaka elektroprivreda ima svoje specifičnosti koje utiču na konačnu odluku o izgradnji pametne mreže, a to se posebno odnosi na: regulatorno okruženje u kojem posluje (vlasništvo opreme, politika cena, poslovni modeli i dr.); mogućnost zatvaranja energetske bilance; stanje i perspektive distribuisane proizvodnje i električnih vozila; trendovi porasta proizvodnih, nabavnih i maloprodajnih cena; trendovi porasta potrošnje; lokacija, starost ugrađene energetske opreme i amortizacija; stanje izgrađenosti komunikacionih sistema; stanje i efekti pilot projekata pametne mreže i dr. U daljem tekstu su date prednosti od izgradnje AMR/AMI uzete iz lit. **[9]**.

* Upravljanje opremom 4-19 %;
* Tarife i regulacija1-4%;
* Ispadi i obnova sistema 3-8%;
* Očuvanje vegetacije 3-7%;
* DSM/DR2-22%;
* Usluge merenja 2-4%
* Obračun 2-7% ;
* Planiranje opterećenja 9-14% ;
* Sigurnost 2-5% ;
* Upravljanje r. snagom 3-7 %;
* Naplata 15-25 % ;
* Zadovoljstvo kupca 2-7 % ;
* Kontrola sistema 4-11% ;
* Standardi 15-20 % ;
* Ugovori 2-4 % i dr.

Analizu isplativosti izgradnje pametne mreže za JP EP HZ HB d.d. Mostar ćemo uraditi uvažavajući: prednosti prikazane u literaturi **[10]** i iskustvene podatke. Također treba uzeti u obzir i efekte postignute kroz dosadašnju izgradnju AMR/AMM sistema, te specifičnosti u kojima ova elektroprivreda posluje.

Pri analizi će se koristiti zvanični podaci koji se odnose na: trošak nabavke električne energije; trošak instalisanog proizvodnog kapaciteta; vršno opterećenje sistema; prosečnu proizvodno-nabavnu cenu; prosečnu prodajnu cenu električne energije; gubitke i trošak pokrivanja gubitaka na distributivnoj mreži; trošak održavanja i očitanja mernih uređaja; trošak obračuna i ispostave računa; nenaplaćena potraživanja, neisporučenu električnu energiju i dr **[11]**, **[12]**.

Na osnovu dobijenih troškova za nabavku i ugradnju opreme, te procenjenih ušteda, u lit **[13],** prikazani su periodi povrata investicije koji iznosi za pesimistički scenario 11,07 godina, a za optimistički scenario 5,91 godina.

**ZAKLJUČAK**

Energetska politika većine razvijenih zemalja ima za cilj uvođenje konkurencije i liberalizaciju tržišta električne energije, iz čega se nameće potreba za intenzivnim tehnološkim razvojem elektroenergetskog sistema kako u pojedinačnim segmentima tako i u celini. Razvoj pametne mreže ima za cilj:

* povećanje sigurnosti snabdevanja;
* razvoj unutrašnjeg tržišta;
* opšti ekonomski razvoj;
* zaštitu okoliša i dr. ;

S obzirom na trenutno visoki stepen tehnološkog razvoja, te nove tehnologije u telekomunikacionom i informacionom sektoru, možemo očekivati uspostavljanje novih načina vođenja i upravljanja elektroenergetskim sistemom koji će se realizovati kroz koncept pametnih energetskih mreža.

Pri izradi teho-ekonomskih analiza, treba uvažavati sledeće:

* područje primene;
* odabir optimalnih teho-ekonomskih rešenja;
* troškove održavanja i izgradnje ;
* beneficije proizvodnim, prenosnim i distributivnim kompanijama, snabdevačima, kupcima, regulatornim i zakonodavnim telima ;
* doprinos razvoju unutrašnjeg tržišta;
* utecaj na opšti ekonomski razvoj;
* utecaj na zaštitu okoline i dr. ;

Jedan od glavnih pokretača izgradnje pametne mreže trebaju biti regulatori. Regulatori moraju uvažiti činjenicu da investiranje u opremu namenjenu za telemetriju i automatizaciju mreže će osigurati povećanje efikasnosti sistema, podupiranje integracije na tržištu distributivne proizvodnje i električnih vozila, te osiguranje sigurnog snabdevanja. Regulatori će trebati uvesti dugoročni stabilni okvir koji će pružati mrežnim investitorima razumne stope povrata za troškovno efikasna ulaganja. Prema **[14]**, regulatorni okvir može da stimulišr zainteresovane strane za razvoj pametne mreže (dobro uspostavljena tržišna pravila od strane regulatornih agencija, tržišnih operatora, ODS, snabdevača i kupaca će zasigurno uticati na lakši razvoj pametne mreže), ali se može desiti i obrnuta situacija. Destimulacija se ogleda kroz krut regulatorni okvir koji nije prilagođen za međudelovanje više subjekata. Pametna mreža će zahtevati uklanjanje postojećih barijera i brisanje tradicionalnih granica između subjekata na tržištu električne energije. Sve aktivnosti na regulaciji predmetne oblasti trebalo bi da budu motivirajuće za potencijalne investitore.

**LITERATURA**

1. Direktiva 2009/72 EZ Evropskog parlamenta i Saveta od 13. jula 2009.

2. Xi Fang, Satyajayant Misra, Guoliang Xueand Dejun Yang-„Smart Grid – The New and Improved Power Grid: A Survey“, IEEE September 2011.

3. Skok.S; Ivankovic. I.; Cerina Z.: "Applications Based on PMU Technology for Improved Power System Utilization" - Power Engineering Society General Meeting, IEEE, 24-28 June 2007.

4. ERGEG-“Smart metering with a focus on electricity regulation”, October 2007, Bruxelles.

5. WGD2.29-“Communicati on access to Electrical Energy Consumers and Producers” CIGREE, april 2012.

6.www.smartgrids.hr/sg/smartgrids/studentski\_radovi

7. Vincenzo Giordano, Flavia Gangale, Gianluca Fulli, Manuel Sánchez Jiménez “Smart Grid projects in Europe: Lessons learned and current developments”, JRC-IE, LD-NA-24856-EN-N.

8. Stefano Galli, Anna Scaglioneand ZhifangWang-“For the Grid and Throughthe Grid: The Role of Power Line Communications in the Smart Grid”, IEEE Vol. 99, No. 6, June 2011.

9. Marek Woszczyk–“The Smart Grid and Smart Metering Polish Perspective”, ERRA Chairmen Meeting, Istanbul, 17 November 2009.

10. “Kratki pregled aktivnosti na istraživanju i razvoju krivulje opterećenje-metodologija izrade i dobiveni rezultati“- J.P.Elektroprivreda HZ HB Mostar, oktobar 2013 godina

11. “Godišnje izvješće o poslovanju J.P.Elektroprivreda HZ HB Mostar, za 2010 godinu”.

12. “Odluke o tarifnim stavovima za prodaju električne energije nekvalificiranim kupcima J.P.Elektroprivreda HZ HB Mostar, za 2012 godinu” - Peti tarifni postupak. FERK 24.02.2012 godine.

13. Džemal Hadžiosmanović, Magistarski rad „Konkurentnost telekomunikacijskih tehnologija u realizaciji koncepta pametnih energetskih mreža“, Univerzitet u Tuzli Fakultet elektrotehnike ‎.

14. I.Penava, A.Muharemagić, M.Čajić, „Utjecaj regulatorne politike na razvoj pametnih mreža u elektriprivredi“, BHK CIGREE, septembar 2013. ‎