

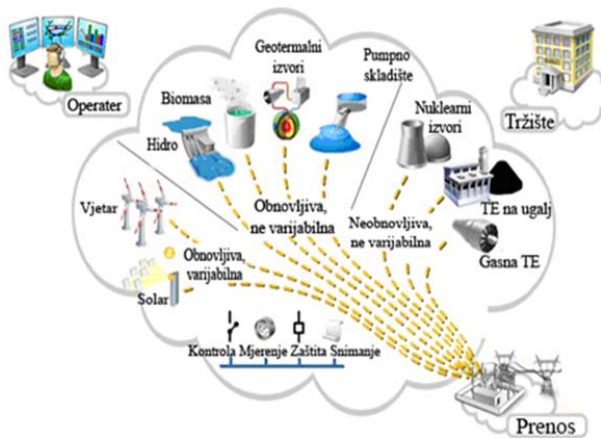
PLANIRANJE I RAZVOJ DISTRIBUTIVNIH MREŽA NOVI DIZAJN DISTRIBUTIVNIH MREŽA (AKTIVNE I INTELIGENTNE MREŽE)

Vojislava Cerović, Elektroprivreda Crne Gore
Marija Jakšić, Elektroprivreda Crne Gore
Miloš Đuričić, Elektroprivreda Crne Gore

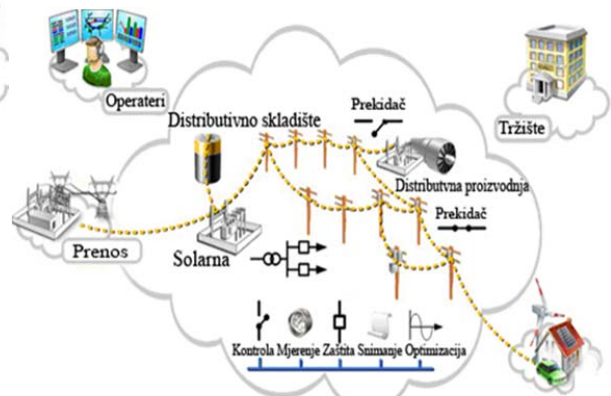
1. UVOD

Način korištenja i proizvodnje energije, danas, usko je povezan sa načinom života i pristupa razvoju koji preovladava. Da bi razvoj bio uspješan, potrebno je uvažiti efikasnost u proizvodnji energije i njenu racionalnu potrošnju. Takođe, i korištenje "čiste" energije, što sve skupa zahtijeva rješavanje mnogih problema vezanih za energetske izvore, kao i njenu transformaciju u druge oblike, u cilju zadovoljenja čovjekovih potreba. Proizvodnja, skladištenje, distribucija i korištenje energije, naročito one iz fosilnih goriva, sve više doprinose degradaciji životne sredine kroz zagađenje zemlje, vode, vazduha i biosfere. Da bi se smanjio uticaj ovih problema potrebno je da se sve vezano za energiju integriše u energetski sistem u kojem će se smanjiti globalna emisija CO₂ (ugljen dioksida). Moguća rešenja ovog problema leže u efikasnijem korištenju fosilnih goriva, favorizovanju nisko karbonskih fosilnih goriva, kao i korištenju nefosilnih izvora energije, što u krajnjem podrazumijeva intenzivniju upotrebu novih i obnovljivih izvora energije. Moderno društvo zavisi isključivo od sigurnog snabdijevanja električnom energijom. Ostarjela infrastruktura prenosa električne energije i distributivne mreže u Evropi sve više ugrožavaju bezbjednost, kvalitet i pouzdanost snabdijevanja. Vrijeme je da se redizajniraju mreže, što će zahtijevati značajne investicije kako bi se razvila i obnovila infrastruktura.

Smart Grid (napredne mreže) predstavljaju tehnološku platformu za ostvarenje ciljeva EU, koje je postavila kako bi se poboljšalo stanje današnje mreže. Misija Smart Grida je povećanje energetske efikasnosti i smanjenje negativnog uticaja na okolinu uz optimalan rad. Razvoj je usmjeren prema sigurnijem, održivijem i efikasnijem snabdijevanju električnom energijom, te mogućnosti preciznog upravljanja zahtjevima za električnom energijom. Od Smart Grida se očekuje da kupce poveže s energetskim tržištem i pruži im razne usluge povezane s električnom energijom. Uspjeh u takvoj zamisli nije moguć bez raspoloživosti potrebnih informacija i nadogradnje odgovarajućih elemenata sistema naprednom tehnologijom. Inteligentna električna mreža sastoji se od prenosnih vodova visokog učinka, inteligentnih strujnih brojlara, automatizovanih kontrola, digitalnih senzora i drugih tehnologija koje podržavaju pametnije ljudske odluke po pitanju korištenja energije. Inteligentna električna mreža može efikasnije da izbalansira ponudu i potražnju, tj. da rastereti špiceve sa najvećom potražnjom tako što će prebaciti potrošnju u vreme manje potražnje i da kroz pojačano učešće lokalne, raspršene proizvodnje električne energije smanji gubitke koje nastaju u dugim prenosnim mrežama. Inteligentna električna mreža je spremnija da izjednači oscilacije u proizvodnji električne energije iz obnovljivih energija, a koje nastaju usled promenljive snage vetra i sunčevog zračenja. Osim toga biće, kako njeni zagovornici kažu „samoizlečujuća“: senzori i drugi komunikacioni sistemi prepoznavaće greške u sistemu i automatski uvoditi odgovarajuće kontramjere. Na kraju, inteligentna strujna mreža dozvoljava privatnim domaćinstvima i preduzećima da suvišnu električnu energiju (iz kućnih solarnih postrojenja, automobila na električni pogon ili energetskih i toplotnih sistema) preusmjere u javnu mrežu. Pilot-projekti pokazuju da je moguće pomoću sistema za upravljanje energijom u inteligentnim mrežama električne energije smanjiti potrošnju struje ukupno za 10-15 % i potražnju u špicovima čak i do 43 %.



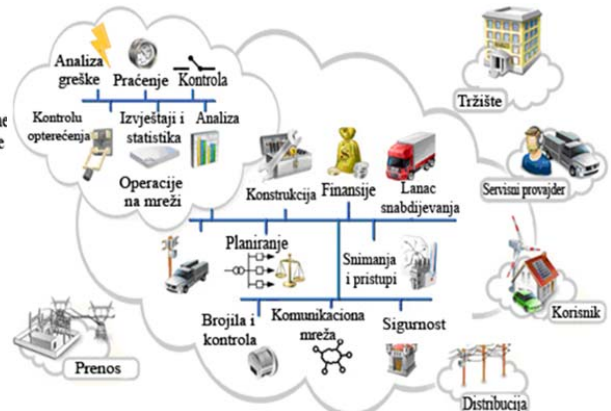
1.obimna proizvodnja



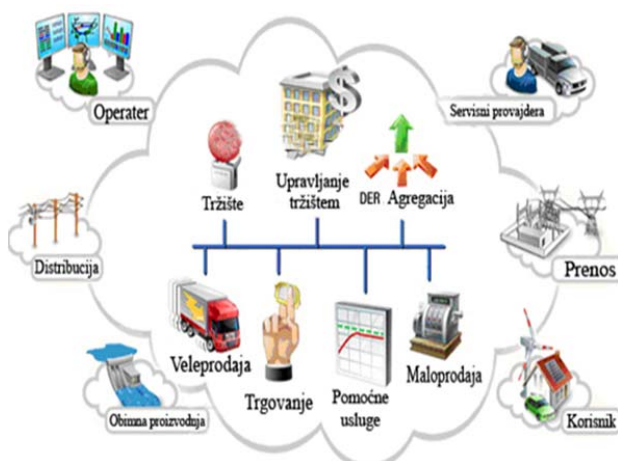
2.distribucija



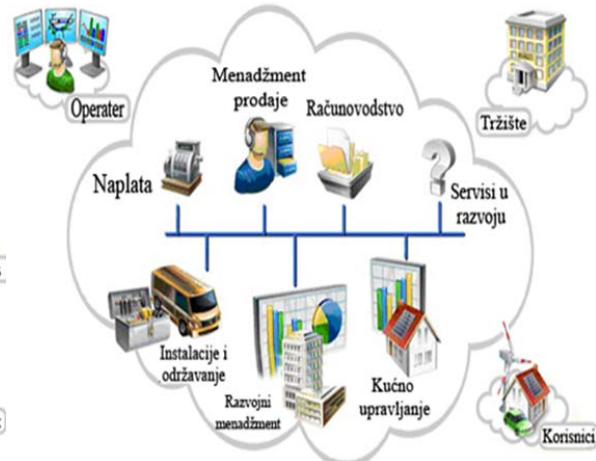
3.potrošač



4.operacije



5.tržište

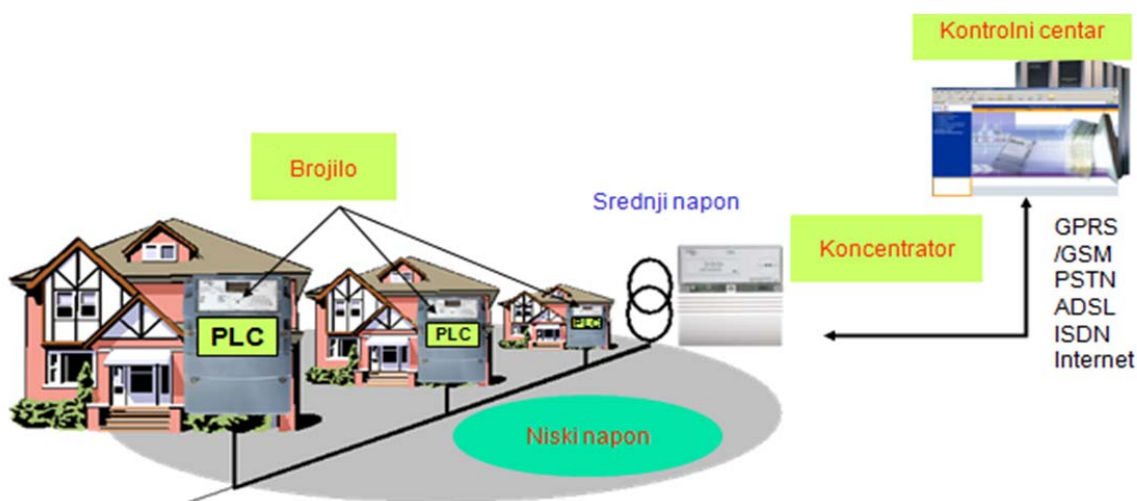


6.servisni provajder

2. RAZVOJ SMART GRID-A I SMART METERS-A

Jedan od osnovnih ciljeva Smart Grids-a jeste povezivanje kupaca sa energetske tržištem i pružanje raznih usluga povezanih sa električnom energijom. Uspjeh u takvoj zamisli nije moguć bez raspoloživosti potrebnih informacija i nadogradnje odgovarajućih elemenata sistema naprednom tehnologijom. Prvi korak ka evoluciji elektroenergetske mreže i neophodan dio Smart Grids je Smart Meter-pametno brojilo. Smart Meter je napredno brojilo koje identifikuje potrošnju detaljnije nego konvencionalna brojila. Radi se o infrastrukturi namijenjenoj distribuiranju vremenski preciznih informacija o korištenju električne energije do svih potrebnih lokacija elektroprivrede, kao i pružanju povratne informacije samim kupcima. Prelaz s analognog na digitalno očitavanje je učinio brojilo naprednijim, već se njegova inteligencija ogleda u dvosmjernoj komunikaciji između kupca i dobavljača koja prikazuje u realnom vremenu tačne informacije o korištenju energije. Takođe daju informaciju o trenutnim troškovima i mogu komunicirati sa svim električnim uređajima u kućama, a kupci uređaje mogu priključiti na mrežu te ih kontrolisati putem Interneta. To je posebno korisno u vrijeme vršnog opterećenja kada brojilo može, uz odobrenje korisnika, regulisati temperature u kući ili isključiti uređaje koji nisu u tom trenutku neophodni za rad, čime se smanjuju gubici u mreži te se ostvaruje značajna ušteda zbog neangažovanja skupih elektrana. Brojilo kontinuirano informiše potrošače o njihovom načinu potrošnje pa se kupci na taj način počinju odgovornije ponašati isključujući aparate kad ih ne koriste duže vrijeme. Smart Meters, za razliku od tradicionalnih, mogu mjeriti tok energije u oba smjera što kupcima omogućava prodaju energije nazad u mrežu, čime učestvuju u optimizaciji rada sistema. Veliku ulogu u ostvarivanju komunikacije između elektroprivrede i potrošača u budućnosti imaće operateri, koji predstavljaju treće lice koje će rukovoditi duž domena, tačnije pod ovim se podrazumijevaju web portali koji omogućavaju efikasno energetske upravljanje servisima do krajnjih potrošača, razmjenu podataka između potrošača i ustanova u pogledu energetske upravljanja, i u pogledu energetske snabdijevanja kuća i zgrada. Dalje, realizacija ove komunikacije biće omogućena primjenom SCADA sistema, bez koje bi rad pojedinih sistema bio znatno otežan. Uzmimo primjer vjetrogeneratora, gdje je SCADA nužan pri praćenju i predviđanju njegovog rada, koji dojavljuje kvarove i alarme, daljinski pokreće i zaustavlja turbine, vodi statistiku, povezuje pojedine vjetrogeneratore, trafostanice i meteorološke stanice sa centralnim kompjuterom. Tipovi podataka koje primamo od različitih djelova SCADA(kontrolor turbine generatora, trafostanice, meteorološki toranj) su:

- opšti podaci: dobijena energija, brzina vjetrova, brzina rotora, brzina generatora
 - električni podaci: napon, struja, reaktivna snaga, frekvencija, faktor snage
 - mehanički podaci: temperatura generatora, temperatura okoline, temperatura trupa, vibracije.
- Spajanje komunikacionih tehnologija i mjernih sistema rezultiralo je sistemima za automatsko očitavanje brojila (AMR-Automatic Meter Reading).U pitanju je tehnologija koja omogućava konstantno prikupljanje, obradu i distribuciju podataka svim učesnicima na tržištu i koja ima sposobnost uključenja i isključenja korisnika prilikom podmirivanja ili ne podmirivanja duga.Komponente koje čine AMR sistem su(sl. 2.1.):
- digitalna brojila električne energije,
 - telekomunikacioni sistemi,
 - kompjuterski kontrolni centar.



Slika 2.1. Opšta koncepcija i struktura ARM sistema

Digitalna multifunkcionalna brojila sa komunikacionim interfejsom, zavisno od mjesta i funkcije u sistemu, imaju:

- sposobnost da mjere i registruju energiju, opterećenje i druge električne veličine
- da memorišu registrovane podatke
- da registruju svako neovlašteno rukovanje brojilima
- da ograniče opterećenje, i
- izvrše kontrolno-upravljačke akcije (uključujući i daljinsko isključenje potrošača) saglasno komandama iz kontrolnog centra.

Brojila su instalirana kod potrošača i na NN izvodima trafostanica pilot traforeona. Njima se vrši mjerenje parametara potrošnje električne energije sa registrovanjem mjesečne potrošnje. Dodatno je obezbijeđeno funkcionalno prekidanje napajanja potrošača. U svakoj TS instaliran je koncentrator podataka koji komunicira sa potrošačkim brojilima posredstvom vodova NN mreže (Distribution Line Carrier – DLC tehnologija). Komunikacijom se obezbjeđuje učitavanje podataka, informacija o stanju brojila, kao i prosleđivanje komandi za uključenje/isključenje brojila. Koncentrator sadrži GPRS modul za komunikaciju sa AMR centrom. U trafostanicama su na svakom NN izvodu montirana brojila električne energije koja registruju protok energije ostvarene preko svakog izvoda.

Smart meter obezbjeđuje razdvajanje intra ili kućne mreže (*Home Area Network* - HAN) i inter ili mreže na velikom području (*Wide Area Network* – WAN). Unutar WAN mreže odvija se komunikacija između kućnih uređaja dok se u WAN mreži odvija komunikacija između brojila, koncentratora i kontrolnog centra. Radi osiguranja privatnosti korisnika od značaja je da se umanjuje količina informacija koja se prikuplja od strane kućnih uređaja i da se svede isključivo na informacije koje su neophodne da bi udaljeni entitet mogao da obavi potreban zadatak. Pametno brojilo praktično ima ulogu zaštitnog zida (Firewall) kućne mreže (HAN) jer kontroliše i istovremeno sprečava neželjeni prenos podataka.

Telekomunikacioni sistem omogućava dvosmjernu komunikaciju između brojila kod potrošača i kontrolnog centra, posredstvom koncentratora. Koncentratori se postavljaju u posebnim mjernim ormarima pri TS 10/0,4 kV, sa zadatkom da prikupljaju mjerne podatke i da ih prosleđuju kontrolnom centru. Za komunikaciju brojila i koncentratora koristi se DLC (Distribution Line Carrier) tehnologija preko niskonaponskih električnih mreža. Za komunikaciju između koncentratora i kontrolnog centra koristi se javni mobilni GSM/GPRS komunikacioni sistem ili PSTN i ISDN komunikacije.

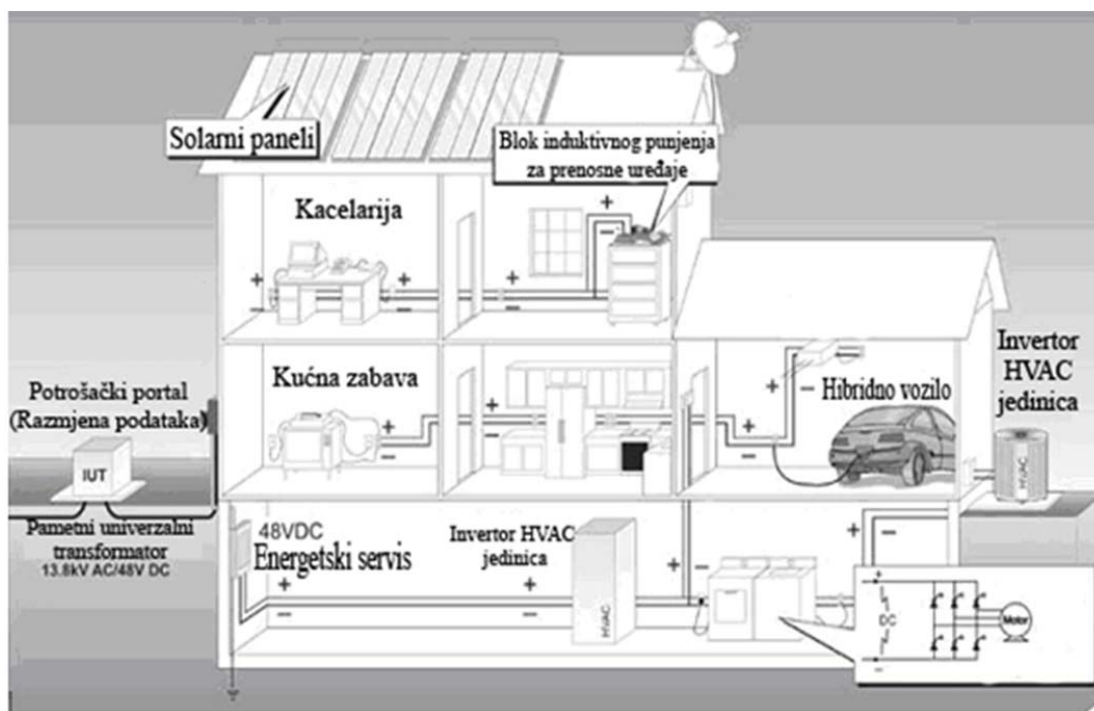
Kontrolni centar je informaciono upravljački kompjuterski sistem sa programom (softverom) koji obavlja:

- akviziciju podataka,
- formiranje baze podataka,
- procesiranje zadataka upravljanja potrošnjom (komande za uključenje/isključenje),
- parametrizaciju i testiranje koncentratora i brojila,
- kontrolne, komunikacione i slične funkcije neophodne za obezbjeđenje projektovane funkcionalnosti i pouzdanosti,
- obradu, analizu i izradu tabelarnih i grafičkih izvještaja,
- pripremu i transfer podataka za proces naplate potrošnje i kontrole u Biling kompanije.

3. OBNOVLJIVI IZVORI KAO DIO SMART GRID

Liberalizacija tržišta, povećanje potrošnje energije, zatim strah za energetske sigurnosti klimatske promjene doveli su do rekordnih ulaganja u distribuirane i obnovljive izvore energije. Solarni modeli, vjetrogeneratori, snaga mora i ostali obnovljivi izvori, mogu biti dio Smart Grid-a, ali ne kao sami za sebe, već kao jedinstvena cijelina. Korištenje obnovljivih izvora (sunce, voda, vjetar i energija biljaka) energije je investicija za budućnost. Da bi se mogli iskoristiti pomenuti izvori, neophodno je ne samo izgraditi još više vjetrogenjača ili solarnih kolektora, već ih međusobno povezati u odgovarajuću mrežu. Veliki problem energije iz obnovljivih izvora jeste što oni nisu konstantno na raspolaganju, tj. ako ne duva vjetar ili ne grije Sunce, nema ni proizvodnje energije. Smart Grid nudi rješenje za ovaj problem. Naime, u ovim mrežama su uključeni sistemi koji stalno preraspodjeljuju struju iz manjih elektrana, vjetrogenjača ili solarnih kolektora, kako bi osigurali ravnomjerno snabdijevanje potrošača električnom energijom. Uzmimo primjer iz svakodnevnog života kada bi imali ugrađen Smart Grid i kada se u nekom trenutku, recimo naoblači i solarni modeli (koji su dio Smart Grida) prestaju davati potrebnu količinu energije. U tom trenutku, dakle bez kašnjenja imamo sistem koji javlja drugom izvoru energije da poveća svoj doprinos električnom energijom u mrežu i tako nadoknadi privremeni nedostatak energije zbog nekog uticaja u Smart Gridu, što

može biti (iako kratkotrajno) napajanje iz akumulatora napunjenih pomoću solarne elektrane. Akumulatorske baterije nisu baš zahvalne jer im je pražnjenje u najboljem slučaju do 50%, nakon toga opet trebaju punjenje pa nisu dugotrajni izvor električne energije i obično se iz tog razloga i projektuju za dvostruko veći kapacitet nego što bi nam bio potreban pa i nisu baš jeftine. Jasno je da treba dobro izraditi i sam sistem koji bi bio u mogućnosti kontrolisati cijelu mrežu što može biti zahtjevno. U prosjeku, solarni moduli su 2 do 5 puta skuplji način za dobijanje električne energije nego fosilna goriva na primjer, ali energija koju dobijemo na ovaj način je besplatna, odnosno ulažemo samo u same module i troškove ugradnje. Takođe ne zagađuju okolinu i mogu se uključiti u sopstvenu električnu mrežu što je i cilj naprednih mreža. Jasno, energija koju dobijamo je čista, i nema štetnog uticaja po okolinu poput recimo spomenutih fosilnih goriva.



Slika 3.1. Energetski sistem budućih kuća

Ako govorimo o energiji mora, mislimo na energiju valova i energiju plime i osjeke. Kretanje vode u svjetskim morima i okeanima stvara veliku količinu kinetičke energije ili energije u kretanju. Kada bi se ta energija mogla iskoristiti i pretvoriti u električnu energiju domaćinstva, trgovina i industrija bi se mogle snabdijevati ekološki "čistom" energijom. Postoji i concept korištenja unutrašnje kalorične energije mora za korištenje termalne energije mora, međutim takve elektrane su neisplative, jer je visoka cijena njihove izgradnje. Pored pomenutih, more kao obnovljivi izvor energije podrazumijeva i strujanje mora, hidroelektrane bez brane i korištenje saliniteta mora. Salinitet mora bi takođe korištenjem osmoze mogao dati određen iznos osmotske energije.

Teoretski potencijal mora :

- 200GW(2000TWh/god)-osmotska energija;
- 1TW(10000TWh/god)-termalna energija;
- 90GW(800TW/god)-energija plime i osjeke;
- 1-9TW(8000-80000 TWh/god)-energija valova.

Bitno je napomenuti posebno električno vozilo koje će u bliskoj budućnosti predstavljati hibridno vozilo na električnom punjenju (plug-in hybrid electric vehicles - PHEVs). Kako je PHEV počeo da se razvija sve više i da se povećava njegov broj, raspoloživost kontrolisanog opterećenja i kontrolisanog terenskog skladišta energije će imati velikog uticaja na energetske sisteme. Hibridno vozilo predstavlja izuzetno

obećavajući pristup ka uvođenju značajne upotrebe električne energije kao transportnog goriva. PHEV je zasnovan na više od deceniju iskustva sa konvencionalnim hibridima kao sto su Toyota Prius i Ford Escape, koji koriste baterije i električne motore da bi povećali moć unutrašnjeg sagorijevanja. Ovom hibridnom obliku tehnologije, PHEV daje sposobnost da se baterije pune preko nisko-budžetne i minimalne električne energije iz mreže-dozvoljavajući vozilima da se kreću za samo 75 centi po galonu, ili čak i jeftinije po cijenama koje danas vladaju. PHEV angažuje samo 1.4-2 kW snage dok se puni, isto koliko i mašina za suđe. Sa sve većom rasprostranjenošću automobile na električni pogon pametne električne mreže će postati sastavni dio novog sistema saobraćaja. U ovu novu infrastrukturu spadaju stanice za napajanje i dalje razvoj niki-metalhidridnih i litijum jonskih baterija i akumulatora koji su neophodni kako za hibridna, tako i za čista električna prevozna sredstva. Bitan element buduće "zelene" infrastructure biće stanice za napajanje električnih vozila. Sa uvođenjem električnih automobile na jednoj široj osnovi, biće neophodno zamijeniti proizvodnju električne energije od fosilnih energenata proizvodnjom obnovljivih izvora energije. Bez ovakve zamjene bi plug-in vozila samo ojačala stari energetski sistem koji ugrožava globalni klimatski sistem. Usled oduševljenja električnim vozilima ne smije biti zaboravljena neophodna potreba za jednom obuhvatnom zelenom saobraćajnom politikom, koja ima za smanjenje ekstremne zavisnost i od motorizovanog individualnog saobraćaja. Ovo podrazumijeva jednu sve obuhvatnu i dugoročnu investiciju u sisteme javnog saobraćaja i željeznica. Još jedan bitan element "zelene" infrastructure su i strategije za korištenje zemljišta koje doprinose tome da opštine i gradovi postanu kompaktniji i samim tim podobniji za alternativne načine kretanja, uključujući hodanje i vožnju biciklom.

4. SMART GRIDS KAO EKOLOŠKE MREŽE

Danas se vodi velika borba kako bi se pokazale nove i postojeće društvene ili moguće buduće regulatorne obaveze – ublažavanje efekata emisije štetnih gasova, na prvom mjestu ugljen dioksida u namjeri da suzbiju globalne klimatske promjene i njihove potencijalne štetne implikacije na čovječanstvo.

Procjene prvog reda, koje se odnose na uštedu energije i smanjenje uticaja emisije ugljen dioksida su kvantifikovane u pet aplikacija, omogućenih zahvaljujući pametnim mrežama:

1. nadgledanje komercijalnih zgrada,
2. distributivno upravljanje naponom,
3. komunikacija sa potrošačem i upravljanje potrošnjom,
4. direktna povratna veza u dijelu korišćenja energije,
5. poboljšani program mjerenja energetske efikasnosti i verifikacija mogućnosti.

U vezi sa tim, prvorazredne procjene smanjenja emisije ugljen dioksida su izmjerene zbog dva mehanizma koja nijesu povezana sa uštedom električne energije:

- olakšavanje rasprostranjene integracije povremenih obnovljivih resursa;
- olakšavanje prodora na tržište hibridnih vozila.

Smanjenje emisije pod uticajem Smart Grid-a na bazi ovih mehanizama, se procjenjuje na nivo od 60-211 miliona metričkih tona ugljen dioksida godišnje do 2030. godini. U tabeli 4.1. je rezimirana potencijalna ušteda energije i odgovarajuće koristi koje bi se imale usled izbjegavanja emisije ugljen dioksida, za svaki od naznačenih mehanizama u 2030-toj godini. Svi mehanizmi koji su kombinovani imaju potencijal da doprinesu uštedi energije od 56-203 biliona kWh.

Tabel 4.1. SmartGrid - energetska ušteda i izbjegnuta emisija ugljen dioksida(do 2030. godine)

Mehanizmi koje su omogućile pametne mreže za smanjenje-emisiju	Ušteda energije, 2030. godina (bilion kWh)		Izbjegnuta emisija ugljen dioksida (2030. godine)	
	Nisko	Visoko	Nisko	Visoko
	1 Nadgledanje komercijalnih zgrada	2	9	1
2 Smanjenje linijskih gubitaka (kontrola napona)	4	28	2	16
3 Ušteda energije koja odgovara maksimalnom opterećenju	0	4	0	2
4 Komunikacija sa potrošačem i upravljanje potrošnjom	40	121	22	68
5 Ubrzani razvoj programa energetske efikasnosti	10	41	6	23
6 Velika integracija obnovljivih izvora	--	--	19	37
7 Olakšanje prodora hibridnih električnih vozila na tržište	--	--	10	60
Ukupno	56	203	60	211

5. ZAKLJUČAK

U svijetu, elektroenergetska mreža je na samom početku transformacije prema naprednoj elektroenergetskoj mreži. Ukoliko se približe osvrnemo na misiju Smart Grids, uočiti ćemo tri glavne komponente: efikasno, održivo i sigurno snabdijevanje električnom energijom. Upravo u tim komponentama leži značaj svakog pojedinog dijela tog kompleksnog sistema: proizvodnje, prenosa, distribucije, krajnjih korisnika, regulatornih tijela, mrežnih operatora, vlada i udruženja kao i nevladinih organizacija. Ideja Smart Grids temelji se na distribuiranoj proizvodnji iz „čistih“ tehnologija, visokom stepenu razvoja električne mreže i aktivnom učestvovanju svih potrošača u radu sistema. No, da bi se takva ideja u potpunosti realizovala potrebno je stvoriti okruženje u kojem će ona zaista zaživjeti. Time dolazimo do ključne uloge tržišta u procesu razvoja SmartGrids sistema. Nužna je kombinacija efikasnog zakonodavnog okvira i regulacije, standardizacija, mogućnost pristupa liberalizovanom tržištu i konkurenciji, intenzivniji fokus na usluge i korisnike, te kvalitetnija saradnja na međunarodnoj sceni.

6. LITERATURA

1. <http://www.boell.ba/>
2. <http://www.smartgrids.hr>
3. Clark W. Gellings: "The Smart Grid: Enabling Energy Efficiency And Demand Response" ,The Fairmont Press, United States of America, 2009
4. Janez Potočnik: "Vision and Strategy for Europe`s Electricity Networks of the Future", Belgija, 2006