
ULTRA-HIGH VOLTAGE NETWORK AND SMART NETWORK, GLOBAL ENERGY INTERCONNECTION FACTORS

Ivan Vucina

Sveučilište u Dubrovniku - Pomorski odjel, Croatia, ivan.vucina@unidu.hr

Žarko Koboević

Sveučilište u Dubrovniku - Pomorski odjel, Croatia, zarko.koboevic@unidu.hr

Anamarija Falkoni

Sveučilište u Dubrovniku - Pomorski odjel, Croatia, anamarija.falkoni@unidu.hr

Abstract: The purpose of this article is to review the achievements in the transmission of large amounts of electricity over long distances with the aim of reducing energy loss and supplying large consumer markets from remote renewable energy sources. The sustainability of the global electricity system is based on renewable energy sources. The research of this paper is based on the available study and published scientific papers, but also brochures and other publications primarily by the founders of the concept that can overcome these obstacles is global energy interconnection, Chinese State Grid Corporation of China. Ultra-high voltage, „smart grid“, and clean energy technologies have already been recognized and applied in various regions of the world. Global energy interconnection represents the ultimate stage of natural progression of energy networks towards an increasing degree of interconnection. It encompasses a globally connected energy system with smart grid infrastructure and the optimal use of ultra-high voltage technology for long-distance energy transmission. The result is visible in already tested in practice transmission lines of DC and AC voltage of 1100 kV. Over 20 ultra-high voltage networks have been built in China by the end of 2019. There is one network longer than 2000 km in Brazil, and two networks of ultra high voltage in India. Because energy consumption per capita is unevenly distributed around the world. (In North America and northern Europe, per capita energy consumption can be more than 10,000 kWh. In Central Africa and South Asia, per capita energy consumption is below 500 kWh) on the one hand, while on the other hand renewable energy sources are limited by time and space, it is necessary to build efficient electricity distribution networks with reduced losses.

Keywords: ultra high voltage, smart grid, energy interconnection, renewable energy resources.

MREŽA ULTRAVISOKOG NAPONA I PAMETNA MREŽA, ČIMBENICI GLOBALNE ENERGETSKE MEĐUPOVEZANOSTI

Ivan Vucina

Sveučilište u Dubrovniku - Pomorski odjel, Croatia, ivan.vucina@unidu.hr

Žarko Koboević

Sveučilište u Dubrovniku - Pomorski odjel, Croatia, zarko.koboevic@unidu.hr

Anamarija Falkoni

Sveučilište u Dubrovniku - Pomorski odjel, Croatia, anamarija.falkoni@unidu.hr

Sažetak: Svrha ovog članka je pregledn dostignuća u prijenosu velikih količina električne energije na velike udaljenosti s ciljem manjeg gubitka energije i opskrbljivanja velikih potrošačkih tržišta iz udaljenih obnovljivih izvora energije. Održivost globalnog sustava električne energije temelji se na obnovljivim izvorima električne energije. Istraživanje ovog rada temelji se na proučavanju dostupnih i objavljenih znanstvenih radova ali i brošura i drugih publikacija prvenstveno od strane utemeljitelja koncepta kojim se mogu premostiti navedene prepreke je globalna energetska međupovezanost, to je kineska korporacija State Grid Corporation of China. Tehnologije ultravisokog napona, pametne mreže i čiste energije već su prepoznate i primijenjene u raznim svjetskim regijama. Globalna energetska međupovezanost predstavlja krajnji stupanj prirodne progresije energetskih mreža prema sve većem stupnju međusobne povezanosti. Ona obuhvaća globalno povezan sustav energije infrastrukturom „pametne mreže“ i optimalno korištenje tehnologije ultravisokog napona za prijenos energije na velike udaljenosti. Rezultat je vidljiv u već testiranim u praksi dalekovodima od istosmjernog i izmjeničnog napona od 1100 kV. U Kini je sagrađeno preko 20 mreža ultravisokog napona do kraja 2019. godine. U Brazilu jedna mreža duža od 2000 km, i u Indiji dvije mreže ultra visokog napona. Pošto je potrošnja energije po glavi stanovnika nejednako raspoređena po svijetu. (U sjevernoj Americi i sjeveru Europe potrošnja energije po glavi stanovnika može iznositi više od 10 000 kWh. U centralnoj Africi i južnoj Aziji, potrošnja energije po glavi stanovnika je ispod 500 kWh) s jedne strane, dok

su obnovljivi izvori energije ograničeni vremenom i prostorom s druge strane, neophodno je graditi efikasne mreže za distribuciju električne energije sa smanjenim gubicima.

Ključne riječi: ultra visoki napon, pametna mreža, energetska međupovezanost, obnovljivi izvori energije

1. UVOD

Pariški sporazum o klimatskim promjenama prvi je opći pravno obvezujući globalni klimatski sporazum. Potpisalo ga je 195 zemalja, među njima i Europska Unija. Ovaj sporazum označava početak tranzicije iz doba koje je uvelike ovisno o fosilnim izvorima energije u moderno niskougljično društvo koje većinu svojih energetske potreba dobiva iz čistih i obnovljivih izvora energije. Za daljnji održivi razvoj industrije potrebno je zamijeniti fosilna goriva drugim izvorima energije. Jedno od mogućih globalnih rješenja za taj problem je globalna energetska međupovezanost. To je koncept koji je nastao u Kini, prvoj državi koja ga aktivno promovira u svijetu. Nastao je kako bi se udovoljila potreba za rastom globalne potražnje za električnom energijom. Vizija globalne energetske međupovezanosti je stvaranje globalno povezane pametne mreže s ultravisokim naponom kao okosnicom transportnog sustava. Ovakav sustav može poslužiti kao platforma za opsežan razvoj, raspoređivanje i korištenje čiste energije. Temelji se na principu ubrzanja energetske tranzicije s fosilnih goriva na obnovljive izvore energije. Izgradnjom mreže ultravisokog napona moguće je stvarati čistu energiju iz obnovljivih izvora energije u mjestima gdje je ima u izobilju te je koristiti na mjestima gdje je ona u tom trenutku potrebna. U radu je dat pregled o potrošnji električne energije u svijetu, pojašnjen je pojam globalne energetske povezanosti. Prikazani su dovršeni projekti i rezultati koje su oni ostvarili.

2. MATERIAL I METODE – ELEKTRIČNA ENERGIJA U SVIJETU I UVIJETI GLOBALNE MEĐUPOVEZANOSTI

Za bolje razumijevanje osnovnih ideja globalne energetske međupovezanosti, potrebno je proučiti trenutnu potrošnju i potražnju za električnom energijom. Ukupna potrošnja električne energije u svijetu iznosila je 20,9 bilijuna kWh. Od toga, u industrijskom sektoru udio potrošnje je 43%, a u komercijalnom sektoru i kućanstvima 48,1% ukupne potrošnje električne energije u svijetu. Iako je cestovni transport zaslužan gotovo za četvrtinu globalne potrošnje energije, on zauzima samo 0,02 % potrošnje električne energije. Ta činjenica ostavlja velik prostor za zamjenu klasičnih motora s unutarnjim sagorijevanjem s novim električnim tehnologijama.

Iz podataka za potrošnju električne energije u svijetu za 2016. godinu, vidljivo je da je potrošnja energije po glavi stanovnika nejednako raspoređena po svijetu. U razvijenim regijama poput sjeverne Amerike i sjeverne Europe potrošnja energije po glavi stanovnika može iznositi više od 10 000 kWh. U manje razvijenim regijama, poput centralne Afrike i južne Azije, potrošnja energije po glavi stanovnika je ispod 500 kWh, a neke još manje razvijene države unutar regije imaju ispod 100 kWh. Globalni distribucijski gubici u svijetu dosežu vrijednosti od 2.1 bilijuna kWh te u prosjeku iznose 10% od ukupne potrošnje električne energije. Ipak, manje razvijene regije u svijetu, poput centralne i južne Azije, srednje i južne Amerike i supsaharske Afrike imaju linijske gubitke čak do 25%. Za njihovo smanjivanje potrebno je unaprijediti infrastrukturu električne energije i promovirati bolju uporabu električne mreže (Zhenya L. 2017).

Pružanje pristupačne i stabilne cijene opskrbe energijom te potreba da sama energija bude održiva i da smanji negativan utjecaj na klimatske promjene osnovni je cilj gospodarskog napretka. Za njegovo ispunjenje potrebna su velika ulaganja u novu energetska infrastrukturu i tehnologiju te nadogradnja postojećih sustava isporuke energije. Energetski sustavi budućnosti koji bi ispunili navedene ciljeve najprije moraju uvelike smanjiti ovisnost o fosilnim gorivima, povećati efikasnost dobave i udio obnovljivih izvora energije.

Drugi korak prema cilju napretka je progresivno povezivanje takvih energetske sustava na globalnoj razini.

Obnovljivi izvori energije u velikoj su mjeri ograničeni vremenom i prostorom. Najveći izvori vjetrova i sunčeve energije često se nalaze daleko od centara njihove potražnje (npr. energija vjetrova na sjeveru Kine ili sunčeva energija na jugozapadu SAD-a). Tehnološki napredak iskorištavanja energije vjetrova i sunčeve energije omogućuje da se njihove elektrane grade u teško dostupnim područjima (primjerice, u dubokim morima, pustinjama, visokim nadmorskim visinama) pa je potrebno omogućiti uspješan prijenos te energije do mjesta uporabe. Gradnja hidroelektrana, kao danas najvećih izvora čiste energije, ograničena je zemljopisnim položajem pogodnih prirodnih resursa, a isto vrijedi i za manje korištene obnovljive izvore tehnologije poput geotermalne, valne ili energije plimnih valova.

Kako bi se zadovoljio zahtjev za električnom energijom na većim područjima, potrebno je međusobno povezati energetske sustave. Za povećanje ukupne efikasnosti energetske sustava poželjno je održavati potrošnju energije konstantnom. Primjerice, povezivanje zimske potrošnje energije jedne regije s ljetnom potrošnjom druge regije može dovesti do smanjenja vršnog opterećenja mreže. Do istog učinka došlo bi i kod umreženih regija u različitim vremenskim zonama.

Takvu ideju o globalnoj energetskej međupovezanosti prvi put je predstavila kineska korporacija State Grid Corporation of China (državna korporacija za električne mreže). (White Paper on Global Energy interconnection – Development Strategy »GEIDCO«, 2016).

Globalna energetska međupovezanost predstavlja krajnji stupanj prirodne progresije energetskih mreža prema sve većem stupnju međusobne povezanosti. Ona obuhvaća globalno povezan sustav energije infrastrukturom „pametne mreže“ i optimalno korištenje tehnologije ultravisokog napona za prijenos energije na velike udaljenosti. Takve velike energetske mreže tvorile bi okosnicu opsežne primjene čiste energije. One omogućuju da se elektrane raspodjele po mjestima gdje ima najviše resursa.

Stvaranje sustava globalne energetske međupovezanosti zahtijevalo bi mnogo veću potražnju za električnom energijom od današnje te povećanu razinu elektrifikacije. To se najviše odnosi na industrijske procese koji su se tradicionalno oslanjali na fosilna goriva (korištenje motornih vozila) te na povećanu potražnju za električnom energijom (grijanja, hlađenja i potrošnja energije uređaja za stambeni i komercijalni sektor).

Koncept globalne energetske međupovezanosti sagrađen je na tri principa (Global energy interconnection, 2016. International Electrotechnical Commission, Ženeva.):

- 1) prijenos energije na velikim udaljenostima, što zahtijeva tehnologiju ultravisokog napona,
- 2) razmještaj velikih razmjera čiste energije, posebno obnovljivih izvora energije, zajedno s visokom razinom elektrifikacije,
- 3) rješenja pametne mreže koja omogućuje inteligentno korištenje nadzora i kontrole na svim razinama napona.

3. REZULTATI I DISKUSIJA – ULTRAVISOKI NAPON I PAMETNA MREŽA

Prve studije o izvedivosti ultravisokog napona izmjenične struje pokrenute su već 1986. godine (Liu Z. 2015). U razdoblju od 1990. do 1995. godine provedene su prve demonstracije načina prijenosa energije na velike udaljenosti i naponske klase. Kina je postigla nekoliko rezultata u istraživanju prijenosa ultravisokog napona izmjenične struje do 2006. godine. Pritom su riješeni ključni problemi vezani za izgradnju demonstracijskog projekta ultravisokog napon te su bolje shvaćene osnovne karakteristike prijenosa ultravisokog napona izmjenične struje i mreže. Dobiveni su preliminarni rezultati za ključne tehnologije kao što su granična vrijednost elektromagnetskog okruženja ultravisokog napona, razina prenapona, reaktivna konfiguracija, koordinacija izolacije i zaštita od groma. Ti parametri bili su temelj studije izvodljivosti o prijenosu energije ultravisokim naponom i osigurali su veliku količinu pouzdanih i točnih podataka za izradu prvih dizajna.

U svijetu se pojavljuje sve više projekata prijenosa energije ultravisokim naponom za izmjeničnu i istosmjernu struju. Kina je trenutno prva zemlja u svijetu po broju takvih projekata. Projekt izrade sustava za prijenos istosmjerne struje ultravisokog napona (± 1100 kV) na relaciji Zhungdong – Wannan dovršen je 2019. godine. Ova mreža u 2020. godini ima najveću voltažu u svijetu, najveći transportni kapacitet i najveću udaljenost prijenosa energije (3324 km). (Liu Z. 2015).

Kina je postala pionir u razvoju prijenosa snage ultravisokim naponom za istosmjernu i izmjeničnu struju zbog velikih investicija u razvoj tehnologije i gradnju mreže ultravisokog napona. Do 2016. godine doprinijela je uvođenju 33 nacionalna standarda i čak 41 industrijski standard. Neki od važnih dostignuća kojima su doprinijeli projekti u Kini su (Zhenya L. 2017):

- 1) Provođenje studija potrebnih za razvoj tehnologije ultravisokog napona:
 - ✓ studija optimizacije dizajna ultravisokog napona za izmjeničnu struju,
 - ✓ studija o ključnim tehnologijama za hvatače groma koji se aktiviraju na sklopku (smanjena izolacija za 15%),
 - ✓ formulirana konfiguracija vanjske izolacije i planova zaštite okoliša od elektromagnetskih valova za projekte napona ± 1100 kV,
 - ✓ studija o utjecaju stvaranja leda i ostalih ekstremnih klimatskih uvjeta na 1100 kV mreži za ultravisoki napon istosmjerne struje.
- 2) Područje električne izolacije i kontrola onečišćenja okoliša elektromagnetnim valovima:
 - ✓ proučavanje karakteristika ± 1100 kV mreže na vanjsku izolaciju i udaljenost pri kojoj se pojavljuje električni proboj zraka,
 - ✓ istražene operativne sposobnosti izolatora pri uvjetima magle, kiše, snijega i prljavštine,
 - ✓ provedena ispitivanja za utjecaj elektromagnetnih valova 1100 kV mreže istosmjerne struje i njihov utjecaj na okruženje zakopanih naftnih i plinskih cjevovoda.
- 3) Razvoj opreme za prijenos istosmjerne struje ultravisokim naponom:
 - ✓ prvi put primijenjen silicijev kontrolirani ispravljač pri 5000 A,
 - ✓ projektiran transformator za napon 1100 kV.

- 4) Razvoj opreme za prijenos izmjenične struje ultravisokim naponom:
- ✓ razvijen plinski izolirani prijenosni vod i njihova primjeni kao sabirnice u elektranama,
 - ✓ razvoj transformatora za ultravisoki napon izmjenične struje snage 1500 MVA koji se mogu spojiti na terenu.
 - ✓

Ultravisoki napon u Kini

U Kini je sagrađeno preko 20 mreža ultravisokog napona do kraja 2019. godine. Trenutno je u izgradnji još pet mreža, tri za izmjeničnu struju i dvije za istosmjernu struju. Ovaj razvoj izgradnje električne mreže uvelike omogućuje uporabu velikih količina obnovljivih izvora hidroenergije iz rijeka Yalong, Yangtze i Mekong, energije vjetra iz gradova Zhundong i Jiuquan i solarne energije iz grada Hami. Kineska korporacija *State Grid Corporation of China* očekuje daljnji razvoj čiste energije temeljene na velikoj električnoj mreži, čiji se kapacitet planira proširiti do 220 GW (Zhenya L., 2017).

Ultravisoki napon u Brazilu

Prva faza izgradnje projekta nazvanog Belo Monte potpisana je u siječnju 2016. godine u Brazilu. Time je započeta izgradnja dalekovoda za transport energije ultravisokim naponom istosmjerne struje ± 800 kV. U prvoj fazi projekta sagrađeno je 2084 kilometra dalekovoda, jedna pretvaračka stanica Xingu (kapacitet 4 GVA) i jedna pretvaračka stanica Instanredu (kapacitet 3.85 GVA). Druga faza projekta je izgradnja dalekovoda na relaciji Xingu – Rio čija bi udaljenost trebala iznositi 2518 km. Pomoću ove dvije linije ultravisokog napona trebala bi se transportirati energija dobivena hidroelektranom Belo Monte. Ova hidroelektrana četvrta je po veličini u svijetu s instaliranim kapacitetom od 11.3 GW i trebala bi opskrbljivati energijom jug Brazila (Zhenya L. 2017).

Ultravisoki napon u Indiji

Indijska korporacija *Power Grid Corporation of India* (državna korporacija za električne mreže) je u fazi izvedbe projekta izgradnje dalekovoda za transport istosmjerne struje ultravisokog napona ± 800 kV. Cilj je spojiti gradove Assam na sjeveroistoku Indije i Agru na sjeveru Indije. Dalekovod je dug 1728 km i posjeduje transportni kapacitet od 6 GW. Prva faza projekta dovršena je u kolovozu 2015. godine čime je spojena pretvaračka stanica u Agri i stanica u Biswanath Charialiju. Drugi dio projekta izrada je druge pretvaračke stanice u Alipurduaru u kojoj će raditi tri terminala izmjenične struje. Ovim projektom planiran je dovod električne energije dobivene hidroelektranama na istoku zemlje u industrijske centre sjeverne Indije. Drugi projekt izgradnje dalekovoda za prijenos energije ultravisokim naponom istosmjerne struje pušten je u uporabu 2015. godine. On spaja gradove Champa i Kurukshetra i ima transportni kapacitet od 3 GW. Izgradnja ovog sustava omogućuje transport viška termalne energije u potrebne industrijske centre na sjeveru.

Čista energija

Resursi obnovljivih izvora energije nepresušni su i imaju velik razvojni potencijal. Energetska revolucija s energijom vode, vjetra i sunčeve energije treba postati pokretač ekonomskog i tehnološkog razvoja u svijetu, osobito ako se žele dosegnuti ciljevi zacrtani Pariškim sporazumom o klimatskim promjenama.

Globalni instalirani kapacitet obnovljivih izvora energije procjenjuje se na 2400 GW. Zbog velikih sigurnosnih rizika i potencijalnog zagađenja okoliša nuklearnim otpadom vrlo je vjerojatno da će se udio nuklearne energije smanjivati u budućnosti. Solarne energija ima najveći porast kapaciteta s godišnjim porastom od čak 30% (Zhenya L. 2017).

Svjetske investicije u obnovljive izvore energije iznosile su 287,5 milijardi dolara u 2016. godini. Solarne energija i energija vjetra imale su približno jednake investicije (oko 40% ukupnih investicija). Udio ostalih obnovljivih izvora energije (energija biomasa, geotermalna energija) u ukupnim investicijama iznosi otprilike 5%. Najveći porast od 40% u odnosu na godinu prije zabilježen je kod odobalnih vjetroelektrana (engl. offshore wind power). Investicije azijskih zemalja iznosile su 47% ukupnih investicija u obnovljive izvore energije za 2016. godinu. Investicije u Kini čine 65% svih ulaganja u Aziji čime se ta zemlja može smatrati globalnim liderom u investicijama u čistu energiju (Zhenya L. 2017).

Investicije u obnovljive izvore energije trenutno vode ekonomski razvoj zemalja koje u njih ulažu. Taj trend premješta se iz razvijenih ekonomija u Europi i sjevernoj Americi do ekonomija u razvoju, poput Kine i Indije. Projekti ulaganja u čiste izvore energije su kapitalno intenzivni te je potrebno dulje vrijeme do povratka investicije. Unatoč tomu, koncept čistog niskougljičnog razvoja, dobri tržišni mehanizmi i jaka infrastruktura Europe i sjeverne Amerike snažan su faktor za nastavak ulaganja. S razvojem tehnologije u svijetu i smanjenjem cijena, očekuje se da će azijske države biti vodeće u budućem razvoju čiste energije. To se vidi brzim porastom udjela u svjetskim investicijama.

Troškovi dobivanja električne energije solarnim elektranama ili vjetroelektranama smanjuju se u svijetu zbog tehnološkog napretka. Cijena vjetroelektrane na kopnu smanjena je za 18% u prvoj polovici 2016. godine. Sličan pad može se primijetiti kod solarne energije, a najveći pad primijećen je za odobalne vjetroelektrane. Tržišna cijena

proizvodnje čiste energije u odnosu na konvencionalne izvore energije znatno varira u različitim regijama. U bliskoj budućnosti postoji veliki potencijal daljnjeg smanjenja troškova čiste energije. (Lei V. 2017.)

Pametna mreža

Pametna mreža obuhvaća sve što se koristi za isporuku struje iz elektrane do potrošača (primjerice, električnu mrežu, mrežu dalekovoda, trafostanica, transformatora). Mora se automatizirati i upravljati sve većom složenošću i potrebama za električnom energijom u 21. stoljeću. Ono što pametnu električnu mrežu čini iznimnom je njezina sposobnost obavljanja dvosmjerne komunikacije između uslužnog programa i njegovih kupaca te sposobnost prikupljanja podataka o vlastitoj uporabi duž transportnih linija. Sastoji se od novih tehnologija i opreme koji rade u sklopu električne mreže, a potrebna je kako bi zadovoljila zahtjeve za ubrzanim mijenjanjem potreba potrošača za električnom energijom.

Primjena pametnih mreža prilika je za premještanje energetske industrije u novo razdoblje pouzdanosti, dostupnosti i učinkovitosti. Glavne prednosti unaprjeđenja mreže su (»SmartGrid.gov,« US Department of Energy, URL):

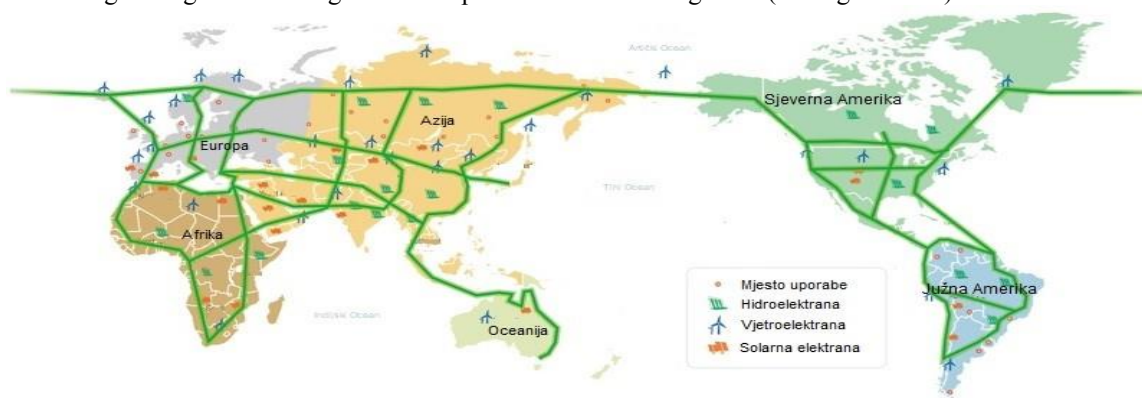
- učinkovitiji prijenos električne energije,
- brže vraćanje u funkciju električne energije nakon poremećaja,
- smanjeni troškovi rada i upravljanja komunalnim uslugama, pri čemu dolazi do nižih troškova električne energije za krajnje potrošače,
- smanjuje se vršna potrošnja energije, što također smanjuje cijenu električne energije,
- povećana integracija velikih sustava obnovljivih izvora energije,
- poboljšana sigurnost.

Nestanak struje može izazvati niz kvarova koji mogu utjecati na bankarstvo, komunikacije, promet i sigurnost. To je posebna opasnost zimi kada vlasnici kuća mogu ostati bez grijanja. Pametna mreža dodaje faktor sigurnosti elektroenergetskom sustavu i bolje se priprema za rješavanje izvanrednih situacija (oluje, potresi, i teroristički napadi). Ona omogućuje automatsko preusmjeravanje u slučaju kvara ili prekida opreme zahvaljujući dvosmjernom interaktivnom kapacitetu. Nove tehnologije pomažu da se oporavak električne energije nastavi brzo i strateški nakon nepredviđenih situacija. Na primjer, najprije će usmjeriti električnu energiju do hitnih službi. Tehnologija pametne mreže može poslužiti i za rješavanje problema starenja energetske infrastrukture koju je potrebno nadograditi ili zamijeniti. To je način da se istakne energetska efikasnost obrazovanjem krajnjih korisnika kako bi doprinijeli očuvanju okoliša.

Ministarstvo trgovine, industrije i energije Južne Koreje promoviralo je ideju o energetske neovisnom otoku na kojem će se koristiti pametna mreža (Kim and Matiew 2016). Ova ideja je poslužila kao demonstracija poslovnih prilika u energetske industriji. Otok Gaza u provinciji južna Jeolla ostvario je energetske neovisnost primjenom obnovljivih izvora energije. To obuhvaća rad četiri vjetroelektrane kapaciteta 100 kW i solarna elektrana kapaciteta 314 kW, kao i skladišni kapacitet od 3 MWh. Pametna mreža ograničava dobavu električne energije ovisno o količini energije koja se troši u realnom vremenu. Sav višak električne energije sprema se u skladišni kapacitet (do 24h) iz kojeg se otpušta za period smanjenja količine dostupne energije.

Rezultati planiranja globalne energetske međupovezanosti

Jedan od glavnih ciljeva globalne energetske međupovezanosti je povećati proizvodnju električne energije iz obnovljivih izvora energije te je dostaviti pomoću ultravisokog napona do mjesta na kojem će se ona koristiti. Takav pristup bi trebao zadovoljiti budući porast svjetske potrebe za električnom energijom i zamijeniti dio energije dobivene iz fosilnih goriva. Kineska korporacija State Grid Corporation of China je predstavila svoj plan kako bi trebala izgledati globalna energetske međupovezanost do 2050. godine (Billington 2018).



Slika 1. Dugoročni plan globalne energetske međupovezanosti (Yiu B., 2019.)

Europa je jedno od najvažnijih čvorišta potrošnje električne energije. Plan je dizajnirati električnu mrežu kako bi se omogućilo korištenje energije vjetra iz Arktika i Sjevernog mora, solarne energije iz južne Europe i sjeverne Afrike. Poželjno je udružiti djelovanje hidroelektrana i ostalih izvora energije u Europi za balansiranje vršnih potražnji za energijom.

Azija je najveći svjetski potrošač električne energije u svijetu s obilnim potencijalima obnovljivih izvora energije. Planira se izgradnja međukontinentalne mreže koja bi spajala najveća mjesta uporabe električne energije i baze obnovljivih izvora energije. Proizvedenu električnu energiju s Arktika i područja oko ekvatora treba omogućiti primiti u električnu mrežu, raspodijeliti prema potrebi pomoću pametne mreže i upotrijebiti.

Međupovezanost električne mreže u Africi treba omogućiti rad solarnih i vjetroelektrana u sjevernoj Africi s hidroelektranama centralne Afrike. Električnu mrežu u Africi je potrebno spojiti s Europom i zapadnom Azijom kako bi se omogućila uporaba različitih izvora energije i izvozila električna energija u potrebne regije.

Bolja povezanost električne mreže u sjevernoj Americi može iskoristiti potencijal vjetroelektrana u centralnim i zapadnim dijelovima kontinenta, baze solarne energije iz jugozapadne regije i hidropotencijal u Kanadi. Dobivena električna energija može se koristiti u industrijskim zonama na zapadu i istoku kontinenta. Uz navedene izvore energije može se uvoziti električna energija dobivena iz vjetroelektrana na Arktiku. Spajanjem s energetsom mrežom Azije kroz Aljasku može se ostvariti transkontinentalni premještaj velikih količina energije kako bi se efikasno koristili obnovljivi izvori energije unutar sjeverne Amerike, kao i Azije.

Južna Amerika ima velik potencijal uporabe obnovljivih izvora energije. Međupovezanost električne mreže na kontinentu planirana je kako bi se ostvarila povezanost uporabe energije između sjevera i juga na zapadnoj i istočnoj obali kontinenta, kao i za prijenos energije sa zapada na istok u centralnom dijelu kontinenta.

4. ZAKLJUČAK

Glavni cilj Pariškog sporazuma o klimatskim promjenama je smanjenje emisija ugljičnog dioksida u atmosferi i sprječavanje porasta prosječne globalne temperature. Kako bi se osigurale dovoljne količine energije za nastavak gospodarskog rasta i kako bi se postupno smanjila uporaba fosilnih goriva, potrebno je koristiti energiju koja ima povoljan utjecaj na okoliš.

Obnovljivi izvori energije jedan su od mogućih rješenja kojim se mogu osigurati dovoljne količine energije uz znatno manji negativni utjecaj na okoliš. Njihova je glavna mana što su u velikoj mjeri ograničeni vremenom i prostorom. Najveći izvori vjetra i sunčeve energije često se nalaze daleko od centara njihove potražnje. Tehnološki napredak iskorištavanja obnovljivih izvora energije omogućuje da se elektrane grade u teško dostupnim područjima (primjerice, u dubokim morima, pustinjama, visokim nadmorskim visinama). Stoga je potrebno omogućiti uspješan prijenos te energije do mjesta uporabe.

Jedan od koncepta kojim se mogu premostiti navedene prepreke je globalna energetska međupovezanost. Ideju je prvi put predstavila kineska korporacija State Grid Corporation of China. Tehnologije ultravisokog napona, pametne mreže i čiste energije već su prepoznate i primijenjene u raznim svjetskim regijama. Povećanje razine njihove primjene i spremnost za investicije mogu dovesti do povećanja udjela dobivene energije iz obnovljivih izvora. Tako se može osigurati daljnji održivi razvoj svjetskog gospodarstva uz sinergiju prirode i čovječanstva.

LITERATURA

- Billington, M. (2018). African Agenda, [URL]. Dostupno na: <http://africanagenda.net/china-goes-global-with-ultra-high-voltage-power-transmission/>. [Pristup: 09 Travnja 2020].
- Cameron, C. (2015). InHabitat, [URL]. Dostupno na: <https://inhabitat.com/v3solars-photovoltaic-spin-cell-cones-capture-sunlight-all-day-long/>. [Pristup: 15 Travnja 2020].
- Kim, S.-Y., & Mathews, J. A. (2016). Korea's Greening Strategy: The role of smart microgrids,« The Asia-Pacific Journal |, svez. 14, br. 24,
- Leal, M. (2016). China Dialogue, [URL]. Dostupno na: <https://www.chinadialogue.net/article/show/single/en/9266-Belo-Monte-power-line-passes-through-Brazil-s-Amazon-and-Cerrado-Savannah->. [Pristup: 14 Travnja 2020].
- Lei, V. (2017.) The age of „Grid Parity“ Starts for Wind Power, CFFC China Energy Journal, July 2017 Issue 26, pp.43-44
- Liu, Z. (2015). Ultra-High Voltage AC/DC Grids,
- Teranishi, K. (2018). Higashi-Matsushima City Disaster-Ready Smart Eco-Town,« Construction 21 International, [URL]. Dostupno na: <https://www.construction21.org/infrastructure/h/higashi-matsushima-city-disaster-ready-smart-eco-town.html>. [Pristup: 11 Travnja 2020].
- Yiu, B. (2019.) Dialogue on Energy Interconnection,« u Economic and Social Council – “Dialogue concerning Energy Interconnection”, New York,

Zhenya, L. (2017). Global Energy Interconnection Development and Outlook,« Global Energy Interconnection Development and Cooperation Organization,
White Paper on Global Energy interconnection – Development Strategy (2016). GEIDCO.
Global energy interconnection, (2016) . International Electrotechnical Commission, Ženeva.
SmartGrid.gov, US Department of Energy, [URL]. Dostupno na:
https://www.smartgrid.gov/the_smart_grid/smart_grid.html. [Pristup: 11 Travnja 2020].