

IŠMANIOJO TINKLO DIEGIMO ANALIZĖ UŽSIENIO ŠALYSE

L.Galdikas¹, M. Sprogys², A. Karpavičius³

Klaipėdos universitetas, elektrotechnikos katedra, bijūnų g. 17, Klaipėda.

¹lukas.galdikas@gmail.com ²martynas2580@gmail.com ³karpavicius.arvydas@gmail.com

Anotacija

Šiandieninis elektros tinklas kurtas seniai. Šis tinklas reikalauja modernizacijos dėl kelių paprastų priežasčių: šiandien vartotojas yra pasyvus (kai galėtų būti aktyvus tiek gamindamas energiją, tiek reguliuodamas energijos vartojimą pagal tinklo būklę); tinklas nėra pritaikytas decentralizuotam energijos gaminiui iš atsinaujinančių energijos šaltinių dideliu mastu; tinklo apsaugos sistema dirba selektyvumo principu, t. y. jis gali atjungti didelę grupę vartotojų dėl vieno gedimo, užuot gedimą izoliavęs; ir kt... Būtent toks tinklas, kuris išsprendžia šias ir kitas problemas ir yra išmanusis (Smart Grid). Tačiau visam tinklui pakeisti reiktų daug finansiniu ir laiko investicijų, todėl tinklo modernizacija truks ilgą laiką. JAV, Vokietija ir kt. jau pradėjo šią modernizaciją, todėl būtina semtis žinių iš jų patirties. Šio straipsnio tikslas: apžvelgti šių šalių tinklų vystymo pobūdį, naudojamus standartus ir specifines sąlygas bei jų įtaką.

RAKTINIAI ŽODŽIAI: Išmanusis tinklas/mažasis tinklas/miestas; išmaniųjų tinklų standartizavimo organizacijos; atsinaujinanti energetika; aktyvus vartotojas; (de)centralizuota energijos gamybos sistema.

Abstract

Nowadays electricity grid has been developed long time ago. It emerges modernization because of many reasons: today consumer is passive (rather be active by producing electricity energy, managing energy consumption depending on electricity grid condition); grid is not developed for decentralized energy production from renewable energy sources in big amounts; electricity grid security system works on selective principle (that means that it cuts all branch of users instead of isolating the accident point from grid); and so on. The electricity grid, which can solve all these and other problems is called Smart Grid. Modernization of nowadays grid demands big financial and time response investments and that is why it is going to be a long term process. Countries like USA, Germany and others have started modernization and we need to learn lessons from their experience. The aim of this article is to review smart grid modernization in the world, institutes responsible of standardization and specific conditions in countries and their impact in the process of modernization.

KEY WORDS: Smart grid/micro grid/city; institutes of smart grid standardizations; renewable energy; active consumer (prosumer); (de)centralized energy production system.

Įvadas

Išmanusis tinklas yra sudėtingų struktūrinių komunikuojančių tarpusavyje grandžių visuma. Šio tinklo pagrindinės sudedamosios dalys: energijos gamyba; perdavimo ir skirstymo tinklai; aktyvūs vartotojai; operacijų centras; energijos birža; aptarnavimas, energijos akumuliacinio įrenginiai [1].

Išmanusis tinklas suteikia galimybę plėtoti atsinaujinančios energijos dalį tinkle, kadangi ji yra nepastovi ir gali susidaryti didelis energijos disbalansas, dėl kurio tinklas patiria stresinius režimus, galinčius sukelti avarijas tinkluose. Šiai problemai išspręsti turi būti naudojami akumuliacinio įrenginiai, kurie kaupią energiją, kai generuojamas jos perteklius, atsinaujinančios energijos šaltiniai ir automatinio valdymo sistemos, reguliuojančios energijos srautus [2].

Perdavimo ir skirstomieji tinklai bus modernizuoti prijungiant prie jų išmaniuosius jutiklius ir valdymo įrenginius, kurie atliks stebėjimo, kontrolės, apsaugos, duomenų įrašymo ir tinklo optimizavimo funkcijas. Taigi tinklas galės automatiškai izoliuoti regionus [1].

Operacijų centras vykdytų viso tinklo priežiūrą, valdydamas energijos srautus, stebėdamas sistemą, teikdamas ataskaitas apie sistemos būklę ir energijos kokybę bei prognozuodamas energijos vartojimą. Tai atliekama automatinio valdymo, išmaniaisiais matavimo įrenginiais ir ryšiais. Taigi tinklas bus automatizuotas, o operatorius atliks tik stebėjimo funkciją [1].

Energijos birža visoje sistemoje sudarys laisvos ekonominės rinkos sąlygas. Vartotojas galės rinktis energijos tiekėją, jos gamybos rūšį. Taip bus įgyvendintas visiškas rinkos liberalizavimas.

Energijos akumuliacinio įrenginiai turi atlikti energijos balansavimo funkciją. Šiuo metu kaupti elektros energiją labai sudėtinga. Šios technologijos yra tobulinamos. Viena iš jų yra diegiamos į elektromobilius - tai įvairios baterijos. Bendroje išmaniojo tinklo vizijoje yra daromos prielaidos, kad elektromobilių technologijos pakeis dabartines vidaus degimo variklių automobilių technologijas ir didelė energijos dalis

bus akumuluojama pasitelkiant elektromobilių baterijas. Tačiau kaupti didelius energijos kiekius galime ir kita forma – mechanine ar termine. Tai gali būti įgyvendinama hidroakumuliacinės elektrinės ar suslėgto oro kaupikliais bei kitomis energijos kaupimo priemonėmis. Norint realizuoti visą tinklo koncepciją energijos akumuliavimo įrenginiai yra vienas iš esminių išmaniojo tinklo sudedamųjų dalių, be kurios jis negalės tinkamai atlikti savo funkcijų ir išpildyti savo paskirties [3].

Išmaniajame tinkle vartotoją siekiama paversti aktyviu rinkos dalyviu. Dėl pingančių technologijų vartotojas gali įsirengti individualias elektros energijos generacinius įrenginius, tokius kaip saulės baterijas ir vėjo elektrines. Taigi jis ne tik vartoja energiją, bet ir ją generuoja bei tiekia energiją į tinklą, kai turi jos perteklių. Taip sukuriamas abipusis komunikavimo kanalas tarp vartotojo ir tinklo. Atsiradus šiam kanalui tinklo operatorius bendraudamas su vartotoju gali didinti tinklo stabilumą, mažindamos kritinių režimų susidarymo tikimybę [4].

Taigi išmanusis tinklas turi pasižymėti tinklo faktinės būsenos nustatymo ir tam tikrų parametrų valdymo galimybėmis. Šiam tikslui yra būtina sukurti ryšių infrastruktūrą, kuri būtų skirta abipusiam komunikavimui tarp išmaniųjų matavimo įrenginių ir vartotojų bei tinklo operatoriaus. Taip pat yra būtina įdiegti tinklo valdymo sistemą, leidžiančią energijai tinkle tekėti abejomis kryptimis. Vienas pagrindinis išmaniojo tinklo sistemos dalis yra aktyvus vartotojas, kuris gyvena automatizuotoje aplinkoje, t. y. išmaniajame name, biure, laboratorijoje, mažajame tinkle, mieste, regione.



1 pav. Išmaniojo tinklo koncepcija

Išmanusis tinklas Europoje

Europoje išmaniojo tinklo vystyme labiausiai yra pažengusi Danija. Vokietija, Didžioji Britanija, Prancūzija ir Italija vis daugiau investuoja į išmaniojo tinklo plėtrą. Europos komisijos paskaičiavimu į Išmaniojo tinklo Europoje plėtrą nuo 2010m. iki 2020m. bus investuota ~1000 milijardų eurų. Energijos efektyvumas yra prioritetas Europos darbotvarkėje. Vienas iš pagrindinių tikslų Europos Sąjungoje yra 20-20-20 planas: padidinti energijos vartojimo efektyvumą 20%, pasiekti, kad atsinaujinančios energijos dalis bendrame suvartojamos energijos dalyje sudarytų 20 %, sumažinti CO₂ emisiją 20% [5] [6].

Siekiant sukurti sklandų ir produktyvų išmanųjį tinklą Europoje iki 2012 jau buvo atlikti 281 projektas, kurie apėmė visą sferą susijusiu su šiuo tinklu.

ES siekia užtikrinti, kad strateginiai energetikos tinklai ir saugyklos bus baigtos iki 2020 m. Tai susijęs su energijos gamyba, perdavimu ir saugojimu. Europa privalo modernizuoti ir plėsti energijos tinklus, kad galėtų pasisavinti energiją iš atsinaujinančių šaltinių, užtikrinti saugų tiekimą, taupyti energiją ir optimizuotų tinklo valdymą [7].

Analizuojant išmaniojo tinklo vystymą Europoje bus analizuojama padėtis Europos sąjungos mastu.

Išmanusis tinklas Azijoje

Azijos regione pirmaujančios šalys elektros tinkle modernizavimo srityje yra Kinija, Indija, Japonija. Viena ryškiausių tinklo atnaujintojų yra Japonija. Ji pirmąja investicijų kiekiu, bei pastangomis modernizuojant elektros tinklus. Investicijų kaina, skaičiuojant nuo 1990 metų siekia daugiau nei 100 milijardų dolerių, kurios investuojamos į elektros gamybos, perdavimo ir skirstomųjų tinklų modernizaciją. Didžiuosiuose Japonijos miestuose diegiamos ir atnaujinamos SCADA, DSM (demand-side management) sistemos, silpnų srovių tinklai (angl. Last mile) ir individualūs saulės kolektoriai, ūkio subjektams [8].

Kuriant naujus ekologiškus technologijos sprendimus, nuo 2010 metų Tokyo Electric Power Company (TEPCO) ir Kansai Electric Power Company pradėjo naudoti išmaniuosius skaitliukus, kuriuos realizavo Agency for Natural Resources and Energy projekte [9].

Japonijos išmanaus miesto vizija – sukurti tokią struktūrą, kuri nenaudotų gamtos teršiančio iškastinio kuro (pvz. C), kurio sparčiai mažėja, o elektros energija apsirūpinti tiek iš atsinaujinančios, tiek ir branduolinės energetikos, kurių energetinis potencialas yra didelis [10].

Išmanusis tinklas Šiaurės ir Pietų Amerikoje

Šiaurės ir pietų Amerikoje vienos pirmaujančių šalių tinklo modernizavimo srityje yra Brazilija, Kanada, JAV. JAV savo ryžtą modernizuoti tinklą įtvirtino 2007 metų energetinės nepriklausomybės ir saugumo aktu [11], o jau 2009 metų Amerikos atsigavimo ir investicijų perorientavimo aktu (ARRA) numatomas valstijų skatinimas tyrimams susijusiems su išmaniojo tinklo technologijomis, kaip prioritetą išskiriant demonstracinius projektus [12]. Energetinės nepriklausomybės ir saugumo akte (EISA) pavedama energetiko departamentui įsteigti darbo grupę, skirtą užtikrinti vykdomos išmaniojo tinklo programos sąmoningumą, koordinaciją ir skirtingų mokslo sričių integraciją. Šiame akte taip pat numatoma, kad nacionaliniui standartų ir technologijų institutui (NIST) yra pavedama užduotis koordinuoti su tarptautinėmis ir regioninėmis organizacijomis, kad būtų sukurtas informacijos valdymo protokolų ir modelių standartų bazė. Taip pat EISA numatoma, kad kiekvienai fiskaliniams metais nuo 2008 iki 2012 buvo skirta po 100 mln \$. ARRA akte numatomas papildomas 4,5 mljrd \$ finansavimas tyrimų, susijusių su išmaniojo tinklo, akceleravimui, taip pat išlaikant EISA akte numatytus kasmetinius 100 mln \$.

Didžiąją dalį atliekamų tyrimų remia energetikos departamentas. Iš viso yra įgyvendinami 140 įvairių projektų, kurių vertė siekia 9,6 mljrd \$, iš kurių tik 3,4 mljrd \$ sudaro federacijos lėšos [13]. Taip pat reikia atkreipti dėmesį ir į tai, kad elektrinės galios tyrimų institutas (Electric power research institute) finansuoja 3 išmaniojo tinklo projektus užsienyje (Airijoje, Kanadoje ir Prancūzijoje).

JAV pasirinkta analizuoti iš šio regiono dėl to, kad jos investuojamos sumos į tinklo modernizavimą yra nuoseklios ir taip ji skatina prie tyrimų prisidėti ir verslo atstovus.

Išmaniojo tinklo vystymo palyginimas tarptautiniu mastu

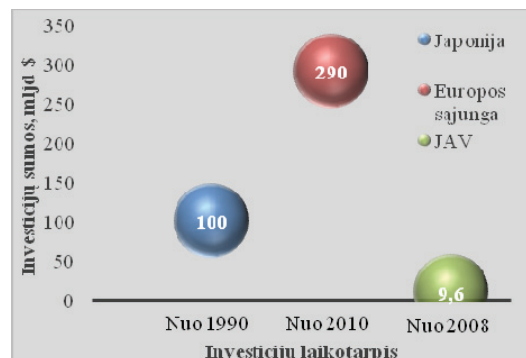
Išmaniojo tinklo vystymą, kiekviename regione koordinuoja ir skatina šalių vyriausybės kartu siekdamos pritraukti privačius investuotojus. Vyriausybės steigia įvairias organizacijas ir projektus skirtus vykdyti išmaniojo tinklo diegimą (standartizavimui ir standartų derinimui skirtos organizacijos: JAV – nacionalinis standartų ir technologijų institutas (NIST); Europos sąjungoje – ES delegavo mandatus į Europos elektrotechnikos standartizavimo komitetą (CENELEC), Europos standartizavimo komitetą (CES) ir Europos telekomunikacijos standartų institutą (ETSI); Japonijoje – Japonijos pramonės standartizavimo komitetas (JISC)) bei skatinti tyrimus susijusius su problemomis kylančiomis siekiant įdiegti išmaniojo tinklo koncepciją. Būtent standartų susiejimas visame pasaulyje yra svarbi veikla, norint palengvinti technologijų sklaidą ir tyrimų globalinį pritaikomumą. Būtent standartizacijos lygis nusako išmaniojo tinklo technologijų pritaikomumo laipsnį ir sklaidos platumą [14].

Šiuo metu pasaulyje eksperimentiniu lygiu yra kuriami išmanieji mažieji tinklai (Smart microGrids), norint ištirti išmaniojo tinklo ekonominę įtaką ir technologinių sprendimų pritaikomumą. Sukurti išmanųjį mažąjį tinklą yra reikalingi žymiai mažesnės finansinės ir laiko sąnaudos. Šių išmaniųjų mažųjų tinklų vizija dažniausiai įgyvendinama kaip išmaniųjų miestų projektai. Šiaurės Amerikoje vienas tokių projektų yra įgyvendinamas Vankuverio Burnabio bazėje, Europoje buvo sukurtas Manheimo projektas, Japonijoje įgyvendinamas projektas Yokohamos mieste. Visuose projektuose yra tiriamos ir diegiamos technologijos susijusios su visomis išmaniojo tinklo struktūrinėmis grandimis, tokiomis kaip mažos galios autonominės vėjo ir saulės elektrinės, energijos akumuliacijos, ryšių technologijos, išmaniųjų jutiklių ir t.t. [6][7][10].

Lyginant Japoniją, JAV, ES išsiskiria skirtingos prioritutinės kryptys, kurios nurodomos 2 pav. Investicijų į tinklų modernizavimą sumos ir laikotarpiai pavaizduoti 3 pav.



2 pav. Tinklų modernizavimo prioritetinės kryptys



3 pav. Investavimo tendencijos

Išvados

Siekiant patenkinti šiuolaikinio vartotojo poreikius, elektros tinklo būtinybę būti modernizuotam ir atsinaujinančios energetikos integravimą į šiuolaikinį tinklą pasaulyje yra diegiamos ir tobulinamos bei kuriamos naujos išmaniojo tinklo modelio sudarančiųjų dalių technologijos.

Straipsnyje pateikiamas išmaniojo tinklo koncepcinis vaizdas, apžvelgiamas viso pasaulio regionų veikla diegiant išmaniuosius tinklus, išskiriant ryškiausias atstovus, bei pažymint jų organizacijas, kurios atsakingos už standartizavimą, atliekami moksliniai tyrimai remiantis išmaniųjų mažųjų tinklų modeliais ir pažymint šių valstybių prioritetinius tikslus bei jų elektros tinklų rinkos tipą.

Literatūra

1. NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 2.0. 2012. 224 p.
2. H. Farhangi The Path of the Smart Grid. IEEE power & energy magazine. 2010. p. 18-28.
3. The Smart Grid: Introduction. Litos Strategic Communication. 43 p.
4. E. Negeri, N. Baken, Architecting The Smart Grid As A Hierarchy. Proceedings of the 1st International Conference on Smart Grids and Green IT Systems. *International Conference material*. SciTePress: 2012. p 73-78.
5. „Smart Grids development in Europe“, Eu Science – Global Challenges Global Collaboration, Per-Olof Granström, kovas 2013. [<http://www.globalsciencecollaboration.org/public/site/PDFS/SmartGrids/Granstrom%20.%20Smart%20Grids%20development%20in%20Europe.pdf>]
6. The 2020 climate and energy package, European Commission. [<http://ec.europa.eu/clima/policies/package/>]
7. V. Giordano, A. Meletiou, C. F. Covrig ir kt., Smart Grid projects in Europe: Lessons learned and current developments. *JRC scientific and policy reports*. Netherlands: 2013, p. 142.
8. A. P. A. Ling, S. Kokichi, M. Masao, The Japanese Smart Grid Initiatives, Investments, and Collaborations. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, Vol. 3, No. 7, 2012. p. 44-54.
9. A Review: The Natural Grid Concept and the Strategy of Asia's Energy-Balance Pioneer
10. T. A. Hosaka, Japan Creating 'Smart City' of the Future. 2010. p. 124–135.
11. Energy Independence And Security Act Of 2007, 110th Congress Public Law 140. 1494 p.
12. American Recovery and Reinvestment Act of 2009, 111th Congress. Public Law 111. 407 p.
13. V. Giordano, S. Bossart, Assessing Smart Grid Benefits and Impacts: EU and U.S. Initiatives. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2012. 82 p.
14. Standards of Smart Grid, CEN/CENELEC/ETSI. *Final report*. 2011. 141 p.
15. Blueprint For A Secure Energy Future, The White House, Washington: 2011. 44 p.

SMART GRID IMPLEMENTATION IN FOREIGN COUNTRIES

L. Galdikas, M. Sprogys, A. Karpavičius

Summary

This article aim is to examine the path of Smart Grid implementation in great countries, which characterizes as leading countries in technologies and long term technologies implementation into industry. In this article USA, EU and Japans strategies for Smart Grid are chosen and been reviewed. After this article it is planned to aim more in standardization researches and to examine situation in the Lithuania and possibilities in modernizing Lithuania electricity grid.