

Informacinės technologijos ir elektros energetikos sistemų ateitis

Albertas Nargėlas

*KTU Elektros sistemų katedra,
Studentų g. 48,
LT-51367 Kaunas*

Elektros energetikos sistemos nuo pat jų atsiradimo rėmėsi naujosiomis technologijomis. Šis šimtmetis joms kelia naujus reikalavimus. Vienas pagrindinių ateities EES tikslų yra elektros tiekimo vartotojams patikimumo ir kokybės užtikrinimas bei totalinių avarių prevencija. Elektros tiekimo patikimumas yra labai svarbus užtikrinant nenutrūkstamą informacinių sistemų ir skaitmeniniais metodais paremtų valdymo sistemų bei įtaisų funkcionavimą. Sprendžiant šias problemas ateityje būtina sukurti bendrą energijos bei informacijos perdavimo struktūrą ir intelektualias elektros energijos gamybos, perdavimo, skirstymo bei vartojimo technologijas.

Straipsnyje nagrinėjamos naujos elektros tiekimo bei valdymo technologijos: save gydantys tinklai, paskirstyti išteklių, mikrotinklai bei valdomi vartotojai. Aptariamos Lietuvos elektros energetikos sistemos plėtros perspektyvos atsižvelgiant į informacinių technologijų keliamus reikalavimus bei galimybes.

Raktažodžiai: elektros energetikos sistema, elektros tiekimo patikimumas, informacinės technologijos, intelektualus valdymas

1. ĮVADAS

Elektros energetikos sistemų (EES) sukūrimas yra vienas didžiausių žmonijos XX a. laimėjimų. Ateities elektros energetikos pagrindinis tikslas yra užtikrinti valstybės saugumą ir darnią plėtrą atsižvelgiant į aplinkos apsaugos reikalavimus. Tam būtina patenkinti elektros vartojimo poreikius naudojant įvairius pirminės energijos šaltinius, padidinti elektros gamybos, perdavimo, skirstymo bei vartojimo efektyvumą, garantuoti prieinamą elektros energijos kainą, užtikrinti elektros energetikos sistemos saugumą, elektros tiekimo patikimumą ir energijos kokybę. Laikoma, kad ateityje restruktūrizacijos nebus atsisakoma, o elektros rinka bus plečiama ir tobulinama. Visuose savo raidos etapuose EES buvo modernių technologijų vartotoja ir skatintoja. Dabar niekas neabejoja, kad EES tolesnė plėtra įmanoma tikrai sparčiau diegiant informacines technologijas [1]. Čia nagrinėjamos elektros tiekimo operatyvinio patikimumo užtikrinimo problemos susiejant jas su informacinių technologijų plėtra.

2. ELEKTROS TIEKIMO PATIKIMUMO UŽTIKRINIMO ATEITIES IŠŠŪKIAI

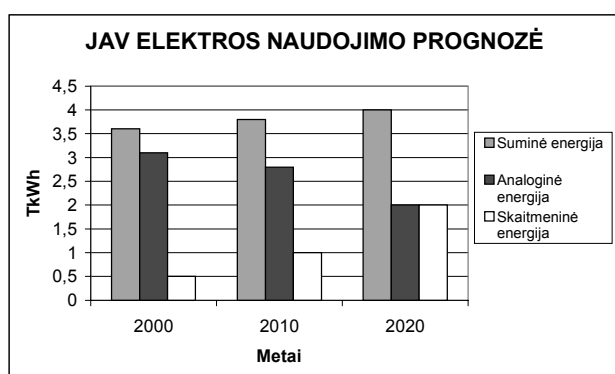
Elektros tiekimo patikimumo užtikrinimo pagrindas yra ilgalaikis ir trumpalaikis EES saugumas. Ilgalaikį saugumą užtikrina pirminių resursų (kuro) nuolatinio tiekimo galimybės, elektros sistemos (generacijos bei tinklų) ir rinkos adekvatumas. Trumpalaikį saugumą užtikrina tinkama EES struktūra bei operatyvinis režimų

valdymas. Galima tvirtinti, kad trumpalaikio EES saugumo problemos iki šiol dar nėra tinkamai išspręstos ir ateityje joms turi būti skiriama daug dėmesio [2, 3].

Elektros tiekimo patikimumu (trumpalaikiu EES saugumu) labai susidomėta 2003 m., kai įvyko 4 stambios totalinės avarijos: JAV bei Kanadoje, Danijoje bei Švedijoje, Londone ir Italijoje, kai plintant pradinei avarijai buvo sustabdyta daug elektrinių ir nutrauktas elektros tiekimas milijonams gyventojų. Totalinės avarijos metu po atsiradusio iš anksto numatomo (tikėtino) gedimo, kurį turėtų greitai likviduoti relinė apsauga ir automatika, prasideda nesuvaldomi savaime plintantys kaskadiniai procesai (pvz., kampo bei įtampos stabilumo pažeidimai), dėl kurių išjungiami daugelio elektrinių blokai bei nutraukiamas elektros tiekimas dideliame vartotojų skaičiui. Šios avarijos ne tik atnešė didelių nuostolių, bet ir pademonstravo esamos EES struktūros ir operatyvinio bei automatinio valdymo akivaizdžius trūkumus. Tyrimai rodo [2], kad šiuolaikinėse EES jos yra neišvengiamos dėl pačios sistemos savybių (didelio elementų skaičiaus, procesų įvairovės bei sudėtingumo). Avarių tikimybę didina stichinės nelaimės ir dažnėjanti terorizmo (fizinio bei kibernetinio) grėsmė [3]. Todėl tvirtinama, kad ir ateityje totalinės avarijos, esant dabartinei EES struktūrai, ir jų sukelti nuostoliai bus neišvengiami. Investicijos į dabartinės struktūros EES gali neduoti efekto.

Naujas ateities iššūkis – skaitmeninės visuomenės kūrimas, kuris remiasi informacinėmis (skaitmeninėmis) technologijomis. Pastarosios savo ruožtu negali sėkmingai funkcionuoti be itin patikimo elektros tiekimo. Tai de-

monstruoja glaudžią EES ir informacinių technologijų sąveiką. Pagal patikimumo reikalavimus siūloma elektros energiją skirstyti į analoginės ir skaitmeninės kokybės energiją. Analoginės energijos vartotojams, kuriems priskiriama dauguma tradicinių technologijų įtaisų bei sistemų, pakanka trijų devintukų patikimumo (99,9%, atitinkantis metinę elektros tiekimo nutraukimo trukmę, lygią 8,7 h). Skaitmeninės energijos vartotojams (informacinių technologijų įtaisams) reikalingas devynių devintukų patikimumas (99,9999999%, atitinkantis metinę elektros tiekimo nutraukimo trukmę, lygią 32 ms). Šiuo atveju patikimumo reikalavimai sutampa su elektros kokybės reikalavimais. Skaitmeninės energijos vartotojų dalis nuo bendro energijos sunaudojimo nuolat didėja. Prognozuojama [1], kad JAV jos dalis nuo bendro sunaudojimo 2020 m. sudarys 50%, dabar sudaro apie 13% (1 pav.).



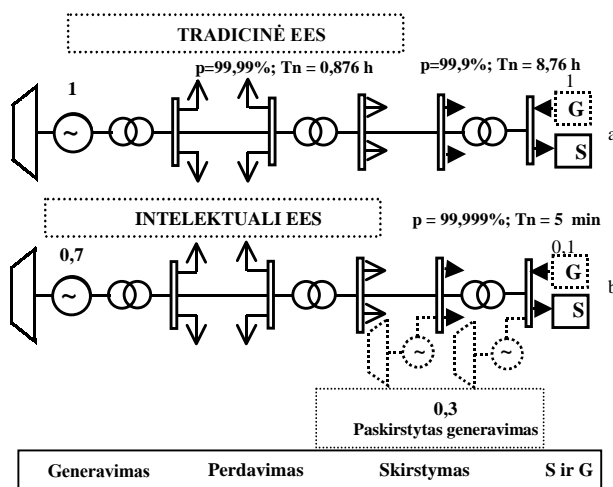
1 pav. Skaitmeninės kokybės energijos naudojimas JAV

Kalbant apie skaitmeninės kokybės energijos poreikius reikia turėti galvoje, kad padidės jos vartotojų skaičius, be to, dauguma jų bus mažos galios ir prijungti prie žemosios įtampos elektros skirstymo tinklų. Didėjantis skaitmeninių vartotojų kiekis reikalauja naujoviškos elektros tiekimo sistemos, tačiau vargu ar galima tikėtis, kad modernizuotas elektros tinklas ateityje atitiks devynių devintukų patikimumo reikalavimus. Užtikrinant aukštus patikimumo reikalavimus vis dėlto teks panaudoti garantuoto maitinimo šaltinius ir vidinius informacinių technologijų įtaisų išteklius (pvz., didesnę maitinimo blokų inerciją). Tačiau elektros tiekimo sistemą pageidautina modernizuoti didinant elektros tiekimo patikimumą, nes tai turėtų sumažinti sumines investicijas užtikrinant normalų skaitmeninių technologijų funkcionavimą nei sprendžiant šią problemą vien skaitmeninių elektros vartotojų pastangomis. Labai svarbu pažymėti, kad priemonės, didinančios elektros tiekimo vartotojams patikimumą, įmanomos didinant EES atsparumą totalinėms avarijoms.

3. SKIRTINGI POŽIŪRIAI Į EES PLĖTRĄ

Egzistuoja du požiūriai į EES ateitį. Pirmas požiūris – pripažinti, kad totalinės avarijos yra neišvengiamos ir toliau tobulinant EES infrastruktūrą nebus apčiuopiamų rezultatų. Visą dėmesį reikia sutelkti į esminių visuomenės struktūrų funkcionalumo išsaugojimą po totalinių avarijų sukeltų elektros tiekimo nutraukimų taikant vie-

šias, atskirų vartotojų naudojamas priemones [2]. Šios priemonės – tai garantuoto maitinimo šaltiniai, vietiniai greitai paleidžiami elektros generatoriai, energijos kaupikliai ir kt., – užtikrinančios tikrai kritinių sistemų funkcionavimą. Antras požiūris – keisti ateities EES struktūrą ir tobulinti operatyvinį bei automatinį valdymą, didinant atsparumą totalinėms avarijoms ir tiekimo kokybės sutrikimams, sukuriant intelektualias elektros energijos gamybos, perdavimo, skirstymo, vartojimo technologijas [3–5]. Naujojoje EES struktūroje greta stambių elektrinių yra būtini nuolat veikiantys paskirstyti išteklių (elektros generatoriai ir kaupikliai), tinkamai išdėstyti EES tinkluose, ir intelektualus elektros gamybos, perdavimo, skirstymo ir vartojimo valdymas taikant modernius automatinio valdymo metodus.



2 pav. EES plėtros būdai: a – tradicinis, b – intelektualus

Šiuos du požiūrius į EES plėtrą atspindi dvi elektros tiekimo schemas (2 pav.).

2 paveiksle parodytos dvi skaitmeninio vartotojo (S) maitinimo schemas. Dauguma skaitmeninių vartotojų jungiami prie žemos įtampos tinklo. Todėl labai svarbu užtikrinti elektros tiekimo patikimumą žemos įtampos skirstymo sistemoje. Tradicinėje sistemoje (2 pav., a) žemos įtampos šynose yra 3 devintukų patikimumas ir metinė nutraukimo trukmė (T_n) lygi 8,7 h; antroje schemoje (2 pav., b) yra 5 devintukų patikimumas ($T_n = 5$ min). Galutinį elektros tiekimo patikimumą užtikrina garantuoto maitinimo šaltiniai (G). Šie šaltiniai naudojami abiejose schemose, tačiau antruoju atveju jo galia dešimt kartų mažesnė. Šioje schemoje yra mažesnės apimties generavimas, tiekiamas perdavimo tinklu (0,7), kurį kompensuoja paskirstytas generavimas (0,3). Patikimumą didina intelektualus EES valdymas, todėl ši struktūra atsparesnė totalinėms avarijoms. Galima tikėtis, kad šiuo atveju efektyviau panaudojami pirminiai energijos ištekliai. Todėl yra pagrindo tvirtinti, kad ateityje būtina orientuotis į intelektualias EES.

4. ELEKTROS TIEKIMO SISTEMOS KOKYBĖS ĮVERTINIMAS

Ateities EES turi garantuoti tam tikrą elektros tiekimo sistemos pažeidžiamumą (elektros tiekimo nutraukimas,

neleistini kokybės rodiklių nuokrypiai) laipsni, kuri bū-
tina vertinti kompleksiskai. Laikoma, kad tiekimo siste-
mą apibūdina keturi pagrindiniai rodikliai [6]: saugu-
mas, elektros kokybė, patikimumas ir parengtis. Saugu-
mo rodiklis taikomas visai EES arba jos daliai ir turi
įtakos kokybei, patikimumo bei parengties rodikliams,
kurie taikomi EES tinklo ar vartojimo mazgams. Toliau
apibūdinami šie rodikliai.

Saugumas (elektros tiekimo ir rinkos sistemų saugu-
mas) – tai sistemos atsparumo gamtos stichinėms nelai-
mėms, įrenginių gedimui, personalo klaidoms ar teroris-
tinėms atakoms matas. Jis daugiausia priklauso nuo EES
struktūros ir užtikrinamas projektavimo metu parenkant
tinkamą režimų valdymą.

Elektros kokybę apibūdina trumpalaikiai įtampos pa-
žemėjimai, viršįtampiai, harmonikos ir kiti trikdantys
veiksniai, kurie normaliai funkcionuojant elektros tieki-
mo sistemai turi būti tam tikro dydžio. Kokybė gali
būti įvertinama tam tikrų rodiklių pažeidimo trukme per
metus. Vieni elektros vartotojai (analoginiai) yra mažai
jautrūs elektros kokybės pablogėjimui. Kiti vartotojai,
pirmiausia skaitmeninės sistemos, yra ypač jautrūs ko-
kybės rodiklių nuokrypiams, kuriems atsiradus jų nor-
malus funkcionavimas gali sutrikti.

Elektros tiekimo patikimumas vertinamas gedimų
skaičiumi ar jų trukme per metus. Elektros tiekimo pa-
rengtis (buvimas) vertinama vidutine trukme per metus,
per kurią tiekimo sistema atitinka patikimumo ir koky-
bės reikalavimus.

Ateities elektros energetikos sistemose reikia iš anksto
žinoti, kuriuos patikimumo bei kokybės rodiklius gali
užtikrinti elektros tiekimo sistema (vartojimo mazgas).
Todėl bus privaloma turėti ir šių rodiklių apskaitą.

5. ELEKTROS TIEKIMO SUTRIKIMŲ SUKELTI NUOSTOLIAI

Už prastą patikimumą ir totalinių avarių pasekmes iš
principo moka visi elektros vartotojai. Kiekvienas elek-
tros tiekimo sutrikdymas (tiekimo nutraukimas ar koky-
bės pablogėjimas) yra iš prigimties parazitinis (net jei-
gu jis nėra pastebėtas) ir perduodamas per verslą vi-
siems vartotojams per prekių ir paslaugų kainas bei pa-
bloginus gyvenimo kokybės standartus. Todėl naudinga
šiuos nuostolius apskaičiuoti ir gautųjų duomenų pa-
grindu spręsti, į kurias elektros tiekimo sistemos gran-
dis tikslinga investuoti kapitalą. Literatūros duomenimis
[5], jau dabar yra elektros vartotojų (pvz., skaitmeninės
įmonės), kurie sutiktų mokėti už elektros energiją kelis
kartus daugiau, jeigu tiekėjas garantuotų tam tikrus elek-
tros tiekimo patikimumo rodiklius, nes prasta elektros
kokybė kur kas labiau veikia produkcijos kainą nei elek-
tros energijos sąnaudos. Tai turėtų būti šaltinis, iš kurio
būtų galima finansuoti EES modernizavimą plačiau tai-
kant informacines technologijas.

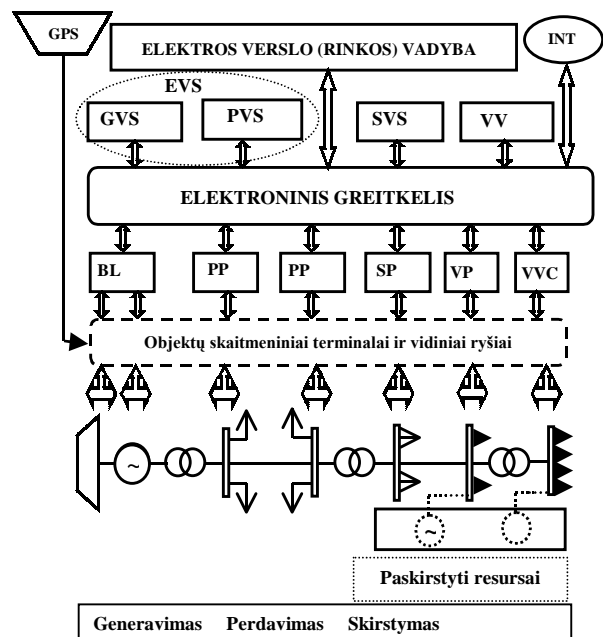
Atlikti tyrimai [7] rodo, kad JAV metiniai nuostoliai
(2000 m. duomenimis) dėl elektros tiekimo nutraukimo
siekia nuo 104 iki 164 mlrd. JAV dol., nuostoliai dėl

elektros kokybės sutrikimų įvairiose įmonėse – nuo 15
iki 24 mlrd. JAV dol.

Norint finansuoti elektros tiekimo sistemų moderni-
zavimą, dėl kurio sumažėtų šie nuostoliai, būtini eko-
nominiai signalai, skatinantys elektros tiekėjus reaguoti
į elektros tiekimo patikimumo rodiklių pažeidimus. Bū-
tina ir atitinkama įstatyminė bazė.

6. INTELEKTUALI EES

Jau minėta, kad elektros tiekimo kokybės problemas ga-
lima išspręsti sukūriant intelektualią EES, kurioje integ-
ruojama į vieną visumą elektros ir informacijos perda-
vimo bei apdorojimo sistemos. Jos struktūra parodyta 3
paveiksle. Jame matyti intelektualios EES fragmento
(valdymo rajono) struktūrinė schema. Joje panaudoti šie
žymėjimai – valdymo sistemos: BL – elektrinės bloko,
PP – perdavimo tinklo pastočių, SP – skirstymo tinklo
pastočių, VP – vartotojų pastočių; VVC – vartotojų val-
dymo centrų; GVC – generacijos valdymo sistema ir
PVS – perdavimo valdymo sistema, kurios sudaro ener-
gijos valdymo sistemą EVS; SVS – skirstymo valdymo
sistema; VVS – vartojimo valdymo sistema; GPS – glo-
balinė pozicionavimo sistema; INT – internetas.



3 pav. Intelektualios EES struktūra

Sistemos pagrindą sudaro tam tikrų objektų skait-
meniniai terminalai, kurie vykdo tinklo apsaugos ir au-
tomatinio valdymo funkcijas bei elektrinių blokų pirmini-
nį reguliavimą. Jie veikia didele sparta. Šie terminalai
gali būti integruoti į pirminius pastočių įrenginius (pvz.,
jungtuvus) ir turėtų užtikrinti automatinį naujų duome-
nų įvedimą į informacines sistemas pasikeitus EES kon-
figūracijai po naujų (ar atnaujintų) objektų įvedimo nau-
dojant vadinamąjį “plug and play” principą [8]. Greta
to jie yra pirminės informacijos aukštesnėms valdymo
grandims davikliai. Tai garantuoja tinklo konfigūracijos
stebėjimą realiaame laike. Turint skaitmeninius termina-

lus galima tvarkyti ne tik tai energijos, bet ir patikimumo bei kokybės rodiklių apskaitą. Jie įgalina registruoti avarinius įvykius bei procesus ir tuo pagrindu diagnozuoti pagrindinės įrangos gedimus.

Elektroninį greitkelį sudaro įvairios fizinės prigimties ryšio linijos su skaitmeniniais kanalais bei valdymo kompiuteriais. Jos įgalina ne tikai perduoti duomenis, bet ir vykdyti paskirstytus skaičiavimus.

Elektros tiekimo sistemos dalių automatizuotos valdymo sistemos užtikrina operatyvinį valdymą. Intelektualioje EES atsiranda galimybės padidinti valdymo sistemų adaptyvumą ir lankstumą geriau prisitaikant prie konkrečių sąlygų. Ji turi pageidaujama valdymo vietinį intelektualumą ir globalinį koordinavimą. Galima plačiau taikyti decentralizuotą ir perteklinį valdymą, kurie didina EES funkcionavimo patikimumą. Operatyvinio valdymo sistemos duomenų pagrindu organizuojama elektros verslo vadyba, įgalinanti realizuoti įvairius elektros rinkos modelius. Ji gali optimizuoti pirminių išteklių bei įrenginių naudojimą atsižvelgdama į atitinkamo momento naudingumo kriterijus. Šios sistemos gali užtikrinti bendrą fizinių ir ekonominių (elektros rinkos) procesų valdymą ir jo stabilumą. Jos gali atsižvelgti į institucinius apribojimus, pvz., skirtingose valstybėse veikiančius norminius aktus ar reikalavimus. Prisitaikant prie elektros rinkos sąlygų galima operatyviai keisti valdymo rajonų ribas ir pagal sudarytus kontraktus organizuoti virtualius valdymo rajonus [9, 10].

Intelektualioje EES galima įdiegti valdymo paslaugų, tiekimo kokybės bei patikimumo rodiklių apskaitą ir sukurti jų apmokėjimo sistemą, kuri garantuotų tinklų valdymo modernizavimo finansavimą.

Turint 3 paveiksle parodytą EES valdymo struktūrą galima taikyti naujus automatinio valdymo būdus, pvz., agentų technologijas [11]. Gali būti naudojama moderni sistemos būklę atspindinčių duomenų dinaminė vizualizacija [12].

Modernizuojant valdymą būtina pertvarkyti EES struktūrą. Svarbiausia pagerinti generavimo, perdavimo, skirstymo ir vartojimo sistemų kai kurių objektų valdomumą aktyviai diegiant elektroninius įtaisus ir skaitmenines technologijas. Dauguma elektrinių blokų turėtų būti valdomi (dalyvauti reguliuojant dažnį bei sekant apkrovą) ir jų galia turėtų atitikti konkrečias režimų patikimumo užtikrinimo (N-1 ar N-k kriterijų) sąlygas. Būtina tobulinti automatinį generavimo valdymą nuolat užtikrinant tinkamai paskirstytus valdymo išteklius (manevringus generatorius, valdomas apkrovas ir kt.), kurie yra labai svarbios avarijų prevencijos priemonės.

Visa energija vartotojams negali būti tiekama per perdavimo tinklą – dalis generavimo turi būti priartinta prie elektros vartotojų, taip pat būtina turėti kitus paskirstytus išteklius: energijos kaupiklius, elektros kokybės kondicionierius ir kt. Elektros tinklas turi būti gerai rezervuotas ir tinkamai valdomas.

Intelektuali EES gali būti kuriama palaipsniui tarpusavyje suderinant esamų ir naujų technologijų galimybes. Nuo jos kūrimo turėtų priklausyti sisteminius rei-

kalavimus atitinkančios (tarpusavyje suderinamos) įrangos kūrimas.

7. VALDYMO ORGANIZAVIMAS INTELEKTUALIOJE EES

7.1. Save gydantis tinklas

Modernizuojant perdavimo bei skirstymo tinklus siūloma kurti [4–6] save gydančią perdavimo ir skirstymo tinklą. Jo pagrindinės savybės yra šios:

- Pakankami valdymo išteklių (valdomi generatoriai, transformatoriai, lanksčios kintamos srovės sistemos ir kt.), tinkamas jų teritorinis paskirstymas ir valdymas;
- Išankstinė gedimų diagnostika;
- Automatinis potencialių grėsmių numatymas ir greitas (pralenkiantis procesų tempą) modeliavimas naudojant realaus laiko matavimų duomenis;
- Dinaminis veikimo optimizavimas ir sistemos atsparumo padidinimas;
- Greita reakcija į didelius trikdymus (avarijas) ir jų įtakos minimizavimas (dinaminis ir adaptyvus tam tikrų sistemos dalių izoliavimas, skaidymas į salas ar sekcionavimas); užkertant kelią avarijų plitimui ir mažinant nukentėjusių valdymo rajonų ar vartotojų skaičių;
- Valdymo komandų atitikimo esamai situacijai ir jų vykdymo pasikliautinumo užtikrinimas;
- Spartus ir efektyvus sistemos normalaus darbo atkūrimas po avarijos.

Svarbų vaidmenį modernizuojant elektros tiekimą turėtų suvaidinti nauji tinklo elementai ir valdymo technologijos, pvz., lanksčios kintamos srovės perdavimo sistemos, superlaidžios linijos ir kt. Prie svarbiausių naujų technologijų, kurios gali padidinti save gydančio tinklo efektyvumą, galima priskirti plataus rajono matavimo, stebėjimo bei valdymo įtaisus, įgalinančius matuoti nutolusių vektorių kampus. Fazinių kampų matavimą vykdo skirtingose tinklo vietose esantys skaitmeniniai terminalai, sinchronizuoti panaudojant globalinę pozicionavimo sistemą. Procesų tempu apskaičiuotos kampų reikšmės gali būti perduotos į valdymo centrą. Šių vektorių kampų skirtumas yra labai svarbus parametras, apibūdinantis EES generatorių stabilumo būklę.

7.2. Paskirstyti išteklių

Svarbi intelektualaus ir patikimo tinklo savybė yra buvimas paskirstytų išteklių (PR), kurie jungiami prie skirstymo tinklų (vidutinės ir žemosios įtampos). Jų galia kinta nuo keliasdešimties kilovatų iki keliasdešimties megavatų. Juos sudaro paskirstytas generavimas ir paskirstyti energijos kaupikliai. Paskirstytam generavimui priskiriamas atsinaujinantis (alternatyvus) ir tradiciniai šaltiniai: mažos vandens bei vėjo elektrinės, kuro elementai, saulės baterijos, dujų turbinų elektrinės, mikroturbinų, dyzelinių ar kitų vidaus degimo variklių sukami generatoriai ir kt. Paskirstytiems kaupikliams priskiriamos akumuliatorių baterijos, smagračiai, superlaidžios induktyvumo ritės, didelės talpos kondensatoriai ir t. t. Paskirstytų išteklių efektyvus panaudojimas priklauso nuo tinkamo valdymo, ku-

ris turėtų laiduoti jų dalyvavimą teikiant papildomas paslaugas (reguliuojant dažnį, sekant apkrovas) ir šitaip prisidėti prie visos EES patikimumo didinimo. Paprasčiausias valdymo būdas – kai kurių galingos šaltinių greitas įjungimas ir išjungimas. Kai kurie paskirstyto generavimo šaltiniai yra priklausomi nuo klimato sąlygų, pvz., vėjo ir saulės elektrinės (dalinai mažos hidroelektrinės). Termofikacinių elektrinių elektros generavimas susietas su šilumos generavimu. Tai apsunkina šių generavimo šaltinių integraciją į EES ir reikalauja papildomų režimų valdymo išteklių. Literatūroje [13] netgi tvirtinama, kad paskirstyti ištekliai yra „relinės apsaugos ir automatinio valdymo košmaras“. Tačiau neperdedant galima tvirtinti, kad PR kelia daug valdymo problemų. Jie tradicinį iš vieno galo maitinamą skirstymo tinklą paverčia dvipusio maitinimo sistema, kuri reikalauja papildomų investicijų į patį tinklą bei automatinio valdymo sistemas. Optimalų paskirstytų išteklių panaudojimą galima garantuoti sujungiant per elektroninį greitkelį tam tikroje teritorijoje esančių nutolusių generatorių ir kaupiklių valdymą į vieną vienetą, kuris gali būti vadinamas virtualiu generatoriumi ar elektrine. Virtualios elektrinės gali būti valdomos atsižvelgiant ne tik į elektros tiekimo, bet ir į emisijų šalinimo mažinimo reikalavimus. Patikimumui padidinti gali būti naudojami mobilūs paskirstyti ištekliai (generatoriai ar kaupikliai), kuriuos galima greitai pristatyti į kritinę tinklo vietą, prijungti prie skirstymo tinklo mazgų ir jų duomenis automatiškai perduoti į tinklo informacinę sistemą nedelsiant užtikrinant jo operatyvinį valdymą.

7.3. Mikrotinklai

Tai paskirstytų išteklių plėtros būdas, dažniausiai taikomas žemosios įtampos tinkluose. Ypač didelio patikimumo reikalaujančiose įmonėse, namuose ar net miestuose (pvz., skaitmeninėse įmonėse, intelektualiuose pastatuose, technologijų parkuose, ligoninėse) su žemosios įtampos vartotojais siūloma naudoti mikrotinklus, turinčius nedidelės galingos generavimo šaltinius, energijos keitiklius bei kaupiklius ir intelektualų valdymą [1, 14]. Jie gali veikti lygiagrečiai su EES ar atsijungę nuo jos. Jų konfigūracija gali būti radialinė arba žiedinė. Elektros kokybei jautrius vartotojus gali maitinti nuolatinės srovės elektros tinklai. Šie tinklai gali glaudžiai sąveikauti su šilumos tiekimo bei šaldymo sistemomis ir šitaip prisidėti mažinant kenksmingųjų dujų emisijas. Mikrotinkle būtina intelektualiai valdymo sistema, padedanti jam prisitaikyti prie įvairių darbo sąlygų. Ji gali užtikrinti skirtingus elektros tiekimo patikimumo reikalavimus atskiriems vartotojams.

7.4. Elektros tiekėjų ir vartotojų bendradarbiavimas

Intelektuali EES gali pakeisti elektros tiekėjų ir vartotojų santykius. Vartotojų gali būti sudarytos sąlygos dalyvauti EES režimų valdyme, pvz., mažinant pikinę apkrovą, reguliuojant dažnį, adaptyviai mažinant apkrovą avarijų metu ir kt. Tam turėtų būti įrengtos vartotojų prieigos, užtikrinančios nuolatinį abipusį vartotojo ir tiekėjo valdymo sistemų bei atskirų įrenginių ryšį ir sudarantys nuolatinio elektros tiekėjų ir vartotojų bendravi-

mo galimybę [6]. Jiems esant galima įgyvendinti realaus laiko elektros rinką. Tiekėjai turėtų galimybę siūlyti vartotojams naujas paslaugas, pvz., kontroliuoti jų elektros energijos kokybę, prižiūrėti elektros įrenginius ir diagnozuoti jų būklę panaudodami automatines stebėjimo sistemas. Savo ruožtu vartotojai galėtų teikti pagalbines paslaugas perdavimo tinklui, pvz., aktyviosios galingos rezervus dažniui reguliuoti. Glaudus bendradarbiavimas gali duoti ekonominę naudą abiem pusėms.

8. LIETUVOS EES MODERNIZAVIMO KRYPTYS

Numatant Lietuvos EES ateitį būtina atsižvelgti į anksčiau aptartus ateities iššūkius. Labai svarbu priimti teisingus strateginius sprendimus. Strategijoje turi būti numatyta EES režimų valdymo modernizavimas taikant naujas informacijos perdavimo ir valdymo technologijas. Būtina didinti Lietuvos EES režimų valdymo savarankiškumą. Tam patogus momentas yra IAE antrojo bloko uždarymas. Norint padidinti valdymo savarankiškumą, būtina modernizuoti elektrinių blokus ir įdiegti visavertį automatinių generavimo valdymą. Diegiant paskirstytą generavimą (alternatyviuosius energijos šaltinius) būtina įvertinti jų įtaką elektros tiekimo patikimumui [15–17]. Taip pat būtina skirti daugiau dėmesio elektros tiekimo sistemų funkcionavimo patikimumo ir kokybės tyrimams. Pasaulio patirtis rodo, kad sprendžiant energetikos problemas aktyviau galėtų prisidėti informacinių technologijų ir automatinio valdymo specialistai.

9. IŠVADOS

1. Elektros energijos tiekimo saugumo, kokybės, patikimumo bei parengties užtikrinimas yra vieni svarbiausių ateities iššūkių informacinei visuomenei.
2. Informacinės technologijos ir nauji valdymo metodai gali sudaryti sąlygas sukurti intelektualią EES, kuri užtikrins patikimą bei efektyvią elektros gamybos ir tiekimo sistemą, mažinančią energijos naudojimo tempus ir užtikrinančią darnią energetikos plėtrą.
3. Numatant Lietuvos energetikos sistemos ateitį būtina atsižvelgti į jos atsparumo totalinėms avarijoms ir elektros energijos tiekimo saugumo, kokybės, patikimumo bei parengties rodiklių užtikrinimo galimybes.
4. Būtina plėtoti tyrimus intelektualios elektros energetikos sistemos kūrimo srityje pasitelkiant įvairių sričių specialistus.

Gauta 2006 01 12

Literatūra

1. Yeager K., Gehl S., Barker B. The Role of Smart Power Technologies in Global Electrification // 19th World Energy Congress, Sydney, Australia, September 5–9, 2004. P. 1–20.
2. Sarosh N. Talukdar, Jay Apt, Marija Ilic, Lester B. Lave, and M. Granger Morgan. Cascading Failures: Survival vs.

- Prevention // The Electricity Journal. November 2003. P. 25–31.
3. Massoud Amin. Balancing Market Priorities with Security Issues // IEEE Power & Energy Magazine. July/August 2004. P. 30–38.
 4. Massoud Amin. Powering the 21st Century: We Can – and Must – Modernize the Grid. // IEEE Power & Energy Magazine, March/April 2005. P. 93–96.
 5. Clark W. Gellings, Marek Samotyj and Bill Howe. The Future's Smart Delivery System // IEEE Power & Energy Magazine. September/October 2004. P. 40–48.
 6. Marek Samotyj, Don Von Dollen, Bill Hove. Powering Digital Revolution: Electric Power Security, Quality, and Availability in Digital Age // Power Systems and Communications Infrastructures for the Future, Beijing, PRC. September 2002. P. 1–12.
 7. The Cost of Power Disturbances to Industrial & Digital Economy Companies. Submitted to: EPRI's Consortium for Electric Infrastructure for a Digital Society (CEIDS) by David Lineweber, Shawn McNulty, Primen. June 29, 2001. P. 1–98.
 8. Janssen M. C., Koreman C. G. A. Substation Components. Plug and Play Instead of Plug and Pray. 1998 Power Delivery Europe, London, www.nettdautomation.com. P. 1–14.
 9. Nargelas A., Bikulčius R. Flexible Automatic Generation Control in the Conditions of Electricity Market // Preprints (CD) of the 15th Triennial World Congress of International Federation of Automatic Control; Barcelona, Spain, 21–26th July, 2002. P. 1–6.
 10. Ažubalis V., Bikulčius R., Nargėlas A. Automatic Generation Control of Power Systems of Baltic States in the Conditions of Electricity Market // 11th International Conference on Power Electronics and Motion Control – EPE-PEMC-04. Proceedings. Vol. 5, Riga, Latvia, 2–4 September 2004. P. 5.1–5.6.
 11. Smathers D. C., Goldsmith S. Y. Agent Concept for Intelligent Distributed Coordination in the Electric Power Grid. Sandia Report SAND2000-1005, Sandia National Laboratories, March 2001. P. 1–15.
 12. Overbye T. J., Wiegmann D. A. Reducing the Risk of Major Blackouts Through Improved Power System Visualization // 15th Power Systems Computation Conference. Proceedings. Liege, Belgium, August, 2005. P. 1–8.
 13. Lasseter R., Akhilla A., Marnay C. et al. The CERTS MicroGrid Concept. Consortium for Electric Reliability Technology Solutions, April, 2002. P. 1–24.
 14. Kueck J. D., Kirby B. J. The Distribution System of the Future // The Electricity Journal. June 2003. P. 78–87.
 15. Nargėlas A., Deksnys R., Ažubalis V. Totalinės avarijos ir elektros energetikos sistemų plėtra // Elektros energetika ir technologijos. Konferencijos pranešimų medžiaga. Kauno technologijos universitetas, 2004. P. 7–12.
 16. Nargėlas A. Skaitmeninio amžiaus elektros energetika // Elektros energetika ir technologijos. Konferencijos pranešimų medžiaga. Kauno technologijos universitetas, 2002. P. 13–14.
 17. Nargėlas A. Informacinės technologijos ir energetikos plėtra // Šilumos energetika ir technologijos. Konferencijos pra-

nešimų medžiaga. Kauno technologijos universitetas, 2001. P. 17–22.

Albertas Nargėlas

INFORMATION TECHNOLOGIES AND THE FUTURE OF ELECTRIC POWER SYSTEMS

Summary

Development of electric power systems strongly depends on information technologies. Power systems of the future must improve the security, quality, reliability and availability of power delivery. It is necessary for the development of digital society. This problem may be solved by the creation of an intelligent power system based on integration of power and information networks and new digital control methods. The structure of an intelligent power system is presented. The methods are examined that assure the required quality of power supply: self-healing grid, distributed resources, micro-grids and controllable consumers. The ways are presented for the modernization and development of the Lithuanian Power System, based on information technologies and requirements.

Key words: electric power system, reliability of power supply, information technologies, intelligent control

Альбертас Наргелас

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И БУДУЩЕЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Резюме

Электроэнергетические системы (ЭЭС) начиная с момента их возникновения опирались на новейшие технологии своего времени. Настоящее столетие ставит перед ними новые требования. Одной из основных целей ЭЭС будущего являются обеспечение качества и надежности электроснабжения, а также предотвращение глобальных аварий. Обеспечение надежности электроснабжения крайне актуально для функционирования информационных систем и устройств управления, основанных на цифровых методах. При решении этих задач в будущем возникнет потребность в создании интегрированной инфраструктуры передачи энергии и информации, а также интеллектуальных технологий производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии.

Рассматриваются новые технологии электроснабжения и управления ЭЭС: излучающиеся сети, распределенные ресурсы, микросети и управляемые потребители энергии. Рассмотрены перспективы развития Литовской ЭЭС с учетом требований информационных технологий и их возможностей.

Ключевые слова: электроэнергетическая система, надежность электроснабжения, информационные технологии, интеллектуальное управление