

PAŽANGIŲJŲ MATAVIMŲ SISTEMŲ DIEGIMO PROBLEMATIKA DARBUOTOJŲ KOMPETENCIJŲ KONTEKSTE

Gediminas Bačkys^a, Renata Černeckienė^b, Birutė Dalmantienė^a

^a Panevėžio kolegija, Lietuva

^b Vilniaus statybininkų rengimo centras, Lietuva

Anotacija: Pasaulyje vis plačiau diegiamos energiją taupančios pastato funkcijų valdymo sistemos, o tai keičia reikalavimus darbo vietoms ir darbuotojų kompetencijoms. Išmaniųjų elektros, dujų ir šiluminės energijos apskaitos prietaisų diegimo lygis Europos šalyse yra nevienodas, todėl skirtingų šalių darbdaviai skirtingai traktuoja specialistų, diegiančių ir aptarnaujančių pažangiąsias matavimo sistemas, žinių ir gebėjimų išmaniųjų matavimų srityje poreikį ir kvalifikacijos tobulinimo galimybes ir būdus. Straipsnyje siekiama išanalizuoti skirtingų Europos šalių energetikos sektoriaus darbdavių nuomonę apie darbuotojų kompetencijų išmaniųjų matavimų ir namų automatikos srityje poreikį.

Raktiniai žodžiai išmanieji matavimai, išmanioji apskaita, namų automatika, komunikacinės sistemos, tinklo protokolai

ĮVADAS

Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2009/72/EB įpareigoja valstybes nares užtikrinti pažangių matavimo sistemų įdiegimą. Valstybės narės arba bet kuri jų paskirta kompetentinga institucija turi užtikrinti jų teritorijoje diegiamų matavimo sistemų sąveiką ir tinkamai atsižvelgia į tai, kaip taikomi atitinkami standartai ir remiamasi geriausia praktika bei kreipiamas dėmesys į elektros energijos vidaus rinkos vystymosi svarbą.

Priėmus šią direktyvą, pasaulyje ir Lietuvoje prasidėjo „protingo namo“ sistemų proveržis, vis plačiau diegiamos energiją taupančios pastato funkcijų valdymo sistemos, o tai keičia reikalavimus darbo vietoms ir darbuotojų kompetencijoms. Profesinio rengimo sistemoje yra pavienės mokymo programos, kuriose mokiniams ugdomos kai kurios praktinio darbo namų automatikos ir pažangiųjų matavimų kompetencijos, tačiau darbo rinkai to neužtenka. Iškyla darbuotojų kvalifikacijos tobulinimo namų automatikos ir išmaniųjų matavimų srityje būtinybė. Išmaniųjų skaitiklių diegimo lygis Europos šalyse yra nevienodas, todėl skirtingų šalių darbdaviai skirtingai traktuoja elektrikų žinių ir gebėjimų išmaniųjų matavimų srityje poreikį ir kvalifikacijos tobulinimo galimybes ir būdus.

Tyrimo tikslas – išanalizuoti skirtingų Europos šalių energetikos sektoriaus darbdavių nuomonę apie darbuotojų kompetencijų išmaniųjų matavimų ir namų automatikos srityje poreikį.

Tyrimo uždaviniai:

1. Palyginti išmaniųjų matavimų ir namų automatikos diegimo lygį Europos Sąjungos šalyse
2. Nustatyti svarbiausias išmaniųjų matavimų ir namų automatikos žinias ir kompetencijas šiandieninėje darbo rinkoje
3. Pasiūlyti profesinio mokymo teikėjams ir darbdaviams darbuotojų kompetencijų išmaniųjų matavimų ir namų automatikos srityje gilinimo būdus.

IŠMANIŲJŲ MATAVIMŲ RAIDA

Patys pirmieji matavimo prietaisai buvo analoginiai, rodykliniai. Matavimo tikslumas buvo nedidelis, be to parodymus užrašydavo žmogus ir jie buvo gana subjektyvūs. Atsiradus skaitmeniniams indikatoriniams – prietaisams, kurių ekranuose rodoma skaitinė išmatuoto parametro vertė – tikslumas padidėjo, bet žmogaus dalyvavimas juos nurašant vis vien liko. Nuotolinio matavimo idėja gimė praeito amžiaus septintajame dešimtmetyje, tobulėjant matavimo prietaisams ir ryšio sistemoms. Šią plėtrą taip pat lėmė ir perėjimas iš analoginių prie skaitmeninių technologijų, integralinių grandynų ir mikroprocesorinės

technikos vystymasis Iš pat pradžių buvo naudojamas nuotolinis elektros impulsų perdavimas, tačiau jis po kiek laiko palaipsniui buvo pakeistas į įvairius protokolus ir ryšių priemonės naudojančias technologijas. Tuo pat metu vystėsi nauji matavimo metodai, pagrįsti išmatuotų fizikinių parametru keitimų į diskretinius signalus, jų apdorojimu ir adaptavimu integralinėms bei mikroprocesorinėms sistemoms.

Išmanus matuoklis yra elektroninis prietaisas, sudarytas iš jutiklių, matuojančių fizikinį parametru, ir keitiklio, paverčiančio išmatuotą dydį elektriniu signalu. Integruotas mikroprocesorius, apskaičiuoja skaitines vertes remdamasis gautais duomenimis, koduoja juos ir formuoja duomenų paketą, tinkamą perdavimui ryšio linijomis (Volokhin, Diahovchenko, 2017).

Duomenys siunčiami tuoj pat, arba talpinami į laikiną atmintį. Pavyzdžiui, elektros energijos suvartojimo skaitikliai siunčia duomenis kas 15 minučių. Šiuolaikinės technologijos palaiko abipusį ryšį tarp išmanaus matuoklio ir centrinės sistemos. Sukuriama pažangi matavimo infrastruktūra (angl. *Advanced Metering Infrastructure* AMI) (Radziukynas, Klementavičius, 2016).

kaip kitas automatinio skaitiklio rodmenų nuskaitymo (angl. *Automatic Metering Reading*, AMR) etapas. Šioje struktūroje pradinis informacijos apdorojimas vykdomas netoli nuo duomenų šaltinio, dažniausiai naudojant „rūko“ kompiuterijos technologijas. Galutiniai, apdoroti duomenys siunčiami į „debesis“, prie kurių jungiasi paslaugų tiekėjai, verslo įmonės ar individualūs vartotojai. Ryšio tinklai tarp „debesies“ ir paslaugų tiekėjų ar verslo sistemų leidžia rinkti, platinti, analizuoti informaciją. Įmonės, atsižvelgdamos į gautus duomenis, gali interaktyviai valdyti paslaugas, keisti kokybinius ir kiekybinius jų parametrus, švelninant energijos suvartojimą didžiausios paklausos metu, išlyginant elektros tinklo apkrovas. Vartotojai, paslaugos tiekėjo tinklapiuose (pvz. www.manogile.lt) gali interaktyviuose grafikuose stebėti valandinį elektros energijos suvartojimą namų ūkyje ir keisti savo įprastus vartojimo būdus, tikslu sumažinti išlaidas.

Komunikacija – itin svarbus technologinis reikalavimas išmaniesiems matavimo prietaisams ir AMI tinklams. Ryšys gali būti bevielis arba per fiksuotus laidinius ryšius, pavyzdžiui naudojant esamas elektros tinklo linijas (angl. *Power Line Communication*, PLC). Nuotoliniam duomenų perdavimui taip pat gali būti naudojami optiniai, laidiniai ir bevielio ryšio kompiuterių tinklai veikiantys TCP/IP protokolais (LAN, WiFi), mažos galios ir nedidelio greičio nuotolinio ryšio tinklai (LoRaWAN), "ZigBee" , Wi-SUN (angl. *Wireless Smart Utility Networks*) ir kiti. Didėja tendencija naudoti TCP / IP technologijas kaip bendrą išmaniųjų matavimų (angl. *Smart Meter*) taikomųjų programų ryšio platformą, todėl komunalinės paslaugos gali naudoti kelias skirtingas ryšių sistemas, kartu naudojant IP technologijas kaip bendrą valdymo platformą. Universali ryšio sąsaja leistų pažangių skaitiklių ir pažangių valdymo tinklų įrenginių plėtojimą ir masinę gamybą parengti pagal standartus, pridėdant tinkamus ryšio modulius Tai sumažintų riziką investuoti į netinkamus standartus, taip pat leistu, kad vienas produktas būtų naudojamas visame pasaulyje, net jei regioniniai bendravimo standartai skiriasi. Tačiau, kol išmaniųjų tinklų kūrimas šiuo metu Europoje vyksta tik kaip natūralus techninės pažangos procesas, o ne kaip privalomos politikos vykdymas (Radziukynas, Klementavičius, 2016).

Visuomenėje paplitusi nuomonė, kad išmaniaisiais prietaisais, jų tinklais ar technologijomis nereikėtų naudotis, kol pilnai neužtikrintas duomenų saugumas. Įsilaužimas per komunikacinius tinklus į išmaniuosius matavimo ir sistemų valdymo prietaisus gali sukelti kibernetines avarijas, dėl kurių gali atsirasti elektros energijos tiekimo trikdžių arba kitų išmanaus namo ar kitos įrangos funkcionavimo problemų. Visi išmaniųjų valdymo sistemų tinklais perduodami duomenys yra kontroliuojami, šifruojami, autentifikuojami, taikant programinę įrangą įdiegtą į išmaniųjų matavimo prietaisų įterptines sistemas. Pavyzdžiui, vienas iš siūlomų pažangiųjų elektros skaitiklių duomenų patvirtinimo metodų apima realaus laiko tinklo srauto analizę, siekiant aptikti anomalijas naudojant įsibrovimų aptikimo sistemą (angl. *Intrusion Detection System*, IDS). IDS sušvelnina tiekėjų riziką, kad vartotojai „vogs“ energiją. Duomenų saugos protokolas "Open Smart Grid" (OSGP) priklausantis Europos telekomunikacijų standartų instituto (ETSI) paskelbtų specifikacijų šeimai, naudojamas kartu su išmaniųjų skaitiklių ir pažangių tinklų taikomųjų programų valdymo standartu ISO / IEC 14908 užtikrina pakankamą perduodamų duomenų saugą (Open Smart Grid Protocol, 2016).

IŠMANIŪJŲ MATAVIMŲ SITUACIJA LIETUVOJE

Europos parlamento ir tarybos direktyva 2009/72/EB įpareigoja valstybes nares užtikrinti pažangių matavimo sistemų įdiegimą: „Vietovėse, kuriose pažangių skaitiklių diegimas vertinamas palankiai, ne vėliau kaip 2020 m. bent 80 % vartotojų turi būti įdiegtos pažangios matavimo sistemos“ (Europos Parlamento ir Tarybos Direktyva, 2009). Šalių, kuriose šie sprendimai jau įgyvendinti, energijos skirstymo

operatorių patirtis rodo, kad, klientams ėmus stebėti ir suprasti savo vartojimo ėpročius, išmanieji skaitikliai padeda taupyti elektrą ir mokėti už ją mažiau. Pavyzdžiui, Italijoje kompanijos „Enel“ organizuotame eksperimente apie 6 tūkst. Isernijos miesto elektros vartotojų, naudodami išmanią apskaitą, sutaupė nuo 5 iki 8 proc. elektros energijos.“ (Verslas. Energetika, 2018).

Lietuva Europos sąjungos kontekste priskirtina prie atsiliekančių šalių: Švedijoje ir Italijoje jau diegiama antroji išmaniųjų skaitiklių karta, o Lietuvoje ir Ąekijoje kol kas ėdiegti tik bandomieji projektai. 2017 metais AB „Enerģijos skirstymo operatorius“ (ESO) užbaigė išmaniosios apskaitos bandomąjį projektą, kurio metu Šiaulių bei kituose miestuose ėdiegė daugiau kaip tris tūkstančius išmaniųjų elektros skaitiklių. Tai leido vidutiniškai vienam namų ūkiui sutaupyti apie 7 proc. elektros energijos. Šiuo metu apytikriai tik 2 proc. Lietuvos gyventojų turi per nuotolį nuskaitomus elektros skaitiklius. Pažangios namų automatikos ir technologijų plėtra Lietuvoje lyginant su kitomis ES šalimis lėta dėl kelių priežasčių. Viena iš pagrindinių – aukštos kainos. Sistemos ėsigijimas ir montavimas, priklausomai nuo pasirinktų sistemų, dažnai sudaro ne mažiau kaip 10 procentų būsto kainos. Be to, pažangių sistemų diegimas dažnai buvo sudėtingas ir nepatrauklus dėl naujų laidų poreikio, dėl to atsiranda tiek didelių remonto išlaidų, tiek didelių nepatogumų

Lietuvoje nepakankamai išvystyta paslaugų infrastruktūra – pažangios sistemos dažnai kuriamos skirtingų gamintojų, kurie konkuruoja tarpusavyje, todėl skirtingos sistemos ne visada suderinamos viena su kita ir ne visada gali patikimai veikti. Nepakankamai išspręstos ir saugumo problemos – nuotolinis namų aplinkos stebėjimas ir priežiūra kelia grėsmę ėsilaužėlių ėšpuolių. Nepaisant šių problemų, ESO Lietuvoje iki 2023 metų ketina ėdiegti 1,8 mln. išmaniųjų elektros ir apie 108.000 išmaniųjų dujų skaitiklių, investuodama ė šį projektą apie 200 tūkstančių eurų (Verslo žinios. Enerģetika, 2017). Dar didesnės investicijos planuojamos ė išmanaus elektros tinklo infrastruktūros sistemas. Toks tinklas savyje apjungia energijos gamybą, perdavimą, valdymą ir apskaitą. Lietuvoje atsiranda vis daugiau individualių vartotojų, kurie ne tik naudoja, bet ir gamina elektros energiją, pasinaudodami atsinaujinančiais energijos šaltiniais. Juos būtina ėtraukti ė bendrą energijos apkrovų balansavimo rinką ir tam prireiks naujų išmaniosios apskaitos sistemos funkcijų (Radziukynas, Klementavičius, 2016).

DARBUOTOJŲ KOMPETENCIJŲ POREIKIO DARBO RINKOJE KAITA

Plečiantis energiją taupančių pastato funkcijų valdymo sistemų diegimui, keičiasi reikalavimai darbo vietoms ir darbuotojų kompetencijoms. Elektrikui nebeužtenka standartinių žinių ir ėgūdžių, ėgyjamų pagal ligšiolines mokymo programas – išskyla būtinybė skaitmeninių ir aplinkosaugos ėgūdžių derinio, kad darbuotojas galėtų atlikti pažangiųjų skaitiklių ir namų automatizavimo sistemų ėrengimo, priežiūros ir programavimo darbus. Tiek profesinio mokymo teikėjams, tiek darbdaviams išskyla mokinių ir darbuotojų kvalifikacijos tobulinimo namų automatikos ir išmaniųjų matavimų srityje iššūkiai. Būtina nustatyti, kokių kompetencijų darbdaviai pasigenda šiandieninėje darbo rinkoje.

2017 metais, vykdant Erasmus+ finansuojamo projekto SMARTEL (*Smart metering and home automation technologies re-training for electricians*) veiklas, buvo atliktas tyrimas, kuriuo siekiama išsiaiškinti, kokių žinių ir praktinių ėgūdžių trūksta elektros energetikos srities darbuotojams dirbant su pažangiaisiais skaitikliais.

Naudojant struktūrizuotą klausimyną apklausti 86 respondentai – elektros energetikos sektoriaus ėmonių bei darbdavius atstovaujančių asociacijų atstovai, profesinio rengimo centrų atstovai, darbo rinkoje šiuo metu dirbantys elektrikai – iš penkių projekte dalyvaujančių šalių (Belgijos, Bulgarijos, Graikijos, Ispanijos, Lietuvos) (SMARTEL, 2017).

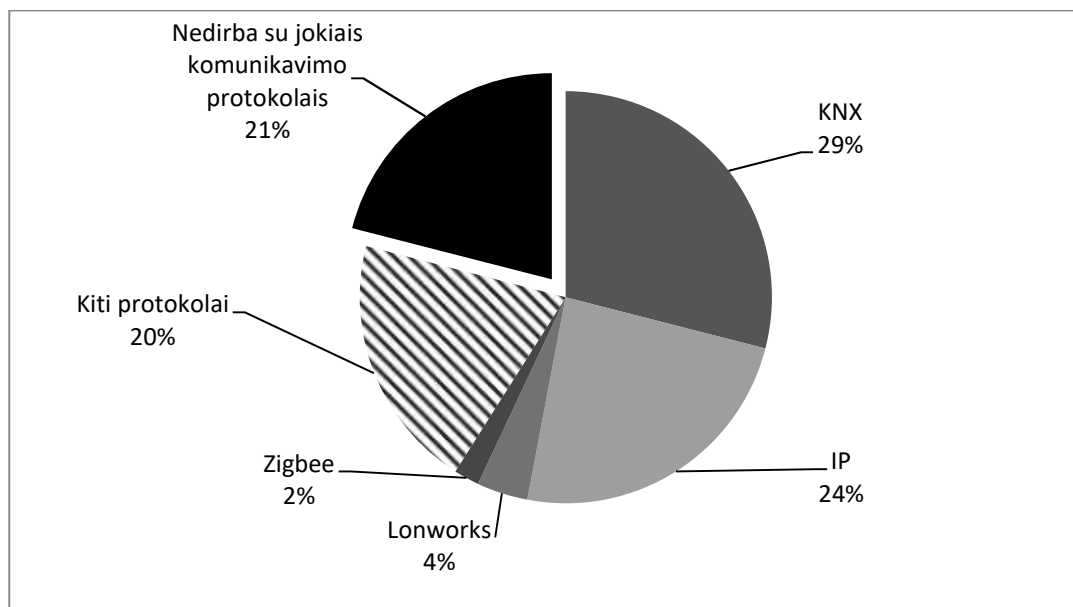
2017 metų pradžioje visų šalių, išskyrus Bulgariją, profesinio mokymo sistemoje buvo mokymo programos, siejamos su namų automatika, o Graikijoje, Ispanijoje bei Lietuvoje vykdoma keletas programų, kuriose ėgyjamos žinios apie išmaniuosius matavimus. Nė vienoje partnerių šalyje ė elektrikams būtinų ėgūdžių ir gebėjimų sąrašą nėra ėtrauktos pažangiųjų matavimų ir namų automatikos kompetencijos.

Siekiant išsiaiškinti, kokių pažangių matavimų sistemų ir kokių namų automatikos ėrengimo paslaugų reikia, pirmiausiai siekta nustatyti, kokia yra dabartinė situacija, t.y. kokius komunikacijos protokolų tipus ir kokio tipo ryšio sistemas skirtingų šalių ėmonės naudoja būsto automatizavimo sistemose.

Tyrimo duomenys rodo, kad partnerių šalyse dažniausiai naudojamos išmaniosios apskaitos ir valdymo sistemos komunikuojančios KNX ir IP protokolais (žr. 1 pav.). KNX protokolas populiariausias Ispanijoje (67 proc. respondentų) ir Graikijoje (36 proc. respondentų). IP protokolą naudoja 36 proc. Graikijos ir 29 proc. Lietuvos respondentų. Lietuvos elektros energijos skirstymo operatorius išmaniųjų elektros skaitiklių duomenų nuskaitymui naudoja KNX PL ryšio protokolą iki elektros transformatorių, o po to duomenys iš koncentratorių ė apskaitos sistemas perduodami bevieliu ryšiu, naudojančiu 802.11x IP

protokolą. Penktadalis respondentų šiuo metu nenaudoja jokių komunikavimo protokolų, pabrėžtina, kad šį faktą paminėjo 54 proc. Lietuvos ir 38 proc. Bulgarijos respondentų.

Prognozuojama, kad KNX ir IP protokolai bus dažniausiai naudojami ir ateityje: trečdalis respondentų įmonėse bus diegiamas KNX protokolas, penktadalyje įmonių – IP protokolas. Pabrėžtina, kad ateityje Bulgarijoje ir Belgijoje planuojama pradėti diegti Bluetooth LE protokolą, kurio šiuo metu apklaustose įmonėse dar nėra. Dalis Lietuvos įmonių planuoja artimiausiu laiku pradėti diegti KNX, IP, Bluetooth LE protokolus. Bulgarijos respondentai nurodė, jog artimiausiu metu situacija praktiškai nesikeis.



1 pav. Komunikacijos protokolų tipai, 2017 metais naudojami respondentų įmonėse (n=86)

Namų automatikos elementus reikia valdyti ir perduoti duomenis nuotoliniu būdu. Nagrinėjant namų prietaisų ir įrengimų valdymo sistemų paplitimą skirtingose šalyse, paaiškėjo, kad dažniausiai įmonės naudoja gamintojo (tiekėjo) teikiamas sistemas (žr. 1 lentelę). Ispanijoje tai daro 67 proc. respondentų įmonės, Belgijoje ir Lietuvoje – atitinkama 47 proc. ir 46 proc. Visose šalyse, kuriose vyko apklausa, naudojama PLC (Power Line Communication) sistema. Ši sistema populiari Graikijoje, Lietuvoje, Ispanijoje. Lietuvoje yra įmonių, naudojančių tiek PLC, tiek savo ar kito tiekėjo sukurtas sistemas.

1 lentelė

Namų automatikos valdymo sistemų paplitimas
(respondentų nuomonė, n=86)

Namų automatikos valdymo sistemos	Belgija %	Bulgarija %	Graikija %	Lietuva %	Ispanija %	Iš viso %
PLC (<i>Power Line Communication</i>)	6	25	53	33	30	29
Paties gamintojo arba tiekėjo sistemos	47	38	35	46	57	45
Nedirbama su jokia būsto automatikos sistema	47	37	12	38	13	30

Akivaizdu, kad plečiantis išmaniųjų matavimų ir namų automatikos paslaugų poreikiui, darbo rinkoje reikės specialistų, turinčių atitinkamų žinių ir praktinių įgūdžių. Konsultuojantis su AIE (*European Association of electrical Contractors*) specialistais buvo suformuluota 14 teiginių apie darbuotojų, dirbančių išmaniųjų prietaisų ir būsto automatizavimo technologijų srityje, žinias ir gebėjimus ir paprašyta respondentų įvertinti elektrikų gebėjimų ir kompetencijų išmaniųjų matavimų ir automatikos srityje svarbą artimiausiu ateinančių metų Europos darbo rinkoje. Duomenys buvo renkami naudojant Likerto skalę.

Skirtingų Europos šalių respondentai gana nevienareikšmiškai vertino pažangiąsias matavimo technologijas ir namų automatikos sistemas diegiančių darbuotojų kompetencijų svarbą. Tam įtakos galėjo turėti skirtinga šalių patirtis ir išmaniųjų matavimų diegimo lygis.

Žinios, gebėjimai ir kompetencijos sąlyginai suskirstytos į tris blokus pagal įvertinimų „labai svarbu“ ir „svarbu“ skaičių. Labiausiai svarbiomis tyrėjai pripažino kompetencijas, kurias ne mažiau kaip 45 proc. respondentų įvardijo kaip svarbias arba labai svarbias (žr. 2 lentelę). Tačiau respondentų požiūris į kiekvieną kompetenciją išsiskyrė: vieniems įvardijant ją kaip labai svarbią, beveik toks pat respondentų skaičius vertindavo ją kaip nereikšmingą.

2 lentelė

Žinios ir gebėjimai, reikalingi pažangiąsias matavimo ir namų automatikos paslaugas diegiantiems elektrikams

Apibūdinimas	Respondentų vertinimas				
	Labai svarbu	Svarbu	Nei svarbu, nei nesvarbu	MMažai svarbu	NNereikšminga
Žinios apie tinklo infrastruktūrą ir interneto sistemas, apimančias platų išmaniųjų įrenginių spektrą (jutiklius, pavaras, skaitiklius ir kt.).	28%	27%	14%	9%	22%
Žinios apie elektros išmaniųjų skaitiklių ir būsto automatizavimo sistemų poveikį aplinkai	17%	30%	21%	16%	16%
Kompetencija techniniais klausimais, susijusi su išmaniųjų skaitiklių, prietaisų ir automatinių sistemų diegimu naujuose pastatuose (pvz. tokios temos kaip, kur instaliuoti antenas ir pan.)	29%	18%	15%	12%	26%
Techniniai įgūdžiai įtraukiant išmanias apskaitos technologijas į automatizuotą būsto infrastruktūrą	23%	23%	17%	13%	24%
Kompetencija techniniais klausimais, susijusi su išmaniųjų skaitiklių, prietaisų ir būsto automatizavimo technologijų modifikavimu esamuose pastatuose	18%	27%	17%	11%	27%

Pakankamai svarbiais respondentai laiko tokius įgūdžius kaip klientų konsultavimą dėl tinkamo automatizavimo sistemų pasirinkimo, sistemų naudojimą ir poveikį aplinkai bei ekonomikai ir gilesnes žinias apie būsto automatizavimo sistemas ir išmaniuosius prietaisus. Panašaus turinio teiginiai surinko nuo 40 iki 44 procentų respondentų įvertinimų „labai svarbu“ ir „svarbu“ pateko į antrąjį bloką.

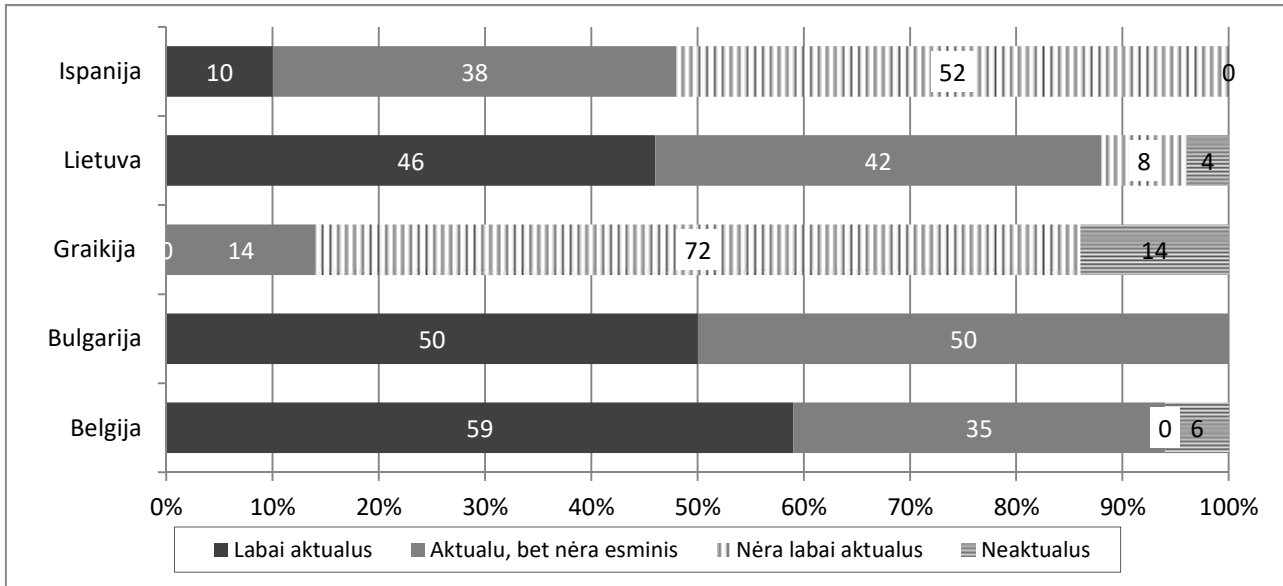
Žinios apie sveikatos ir saugos aspektus, Europos Sąjungos ir nacionalinius teisės aktus, reglamentuojančius išmaniųjų skaitiklių ir būsto automatikos technologijų įrengimą pastatuose, respondentų nuomone, yra mažiausiai svarbios. Reitingo lentelės apačioje atsидūrė skaitmeniniai ir programinės įrangos valdymo įgūdžiai įtraukiant išmanias apskaitos technologijas į automatizuotą būsto infrastruktūrą.

Daugiau kaip du trečdaliai apklausos dalyvių mano, kad elektrikams, kurie yra atsakingi už elektros instaliaciją pastatuose, yra reikalingi mokymai apie išmaniąsias matavimo technologijas, prietaisus ir būsto automatizavimą. Skirtingų šalių atstovų nuomonė dėl tokių mokymų svarbos išsiskyrė: Belgijos, Bulgarijos ir Lietuvos respondentai pabrėžė tokio mokymo aktualumą, tuo tarpu Graikijos ir Ispanijos atstovų nuomone jų šalyse tai jau nėra labai aktualu (žr. 2 pav.). Tyrimo dalyvių nuomone, svarbiausią vaidmenį mokymuose turėtų vaidinti profesinio mokymo centrai, vykdančys elektros, energetikos, pastatų montavimo sričių mokymo programas. Antroji pagal svarbą grandis – elektros montavimo įmonės (mokymas darbo vietoje) ir elektros montavimo įmonių asociacijos.

Respondentai vieningai sutarė, kad siekiant išmaniųjų matavimų technologijų plėtros būsimus ir esamus elektrikus prioriteto tvarka reikia mokyti:

1. Skaitiklių duomenų analizavimo
2. Skaitiklių reguliavimo ir keitimo
3. Klientų aptarnavimo profesionalumo ir kultūros.

Tačiau tyrime išryškėjo ir šalių skirtumai, pvz. 75 proc. Lietuvos atstovų svarbiausius mokymo aspektu laiko skaitiklių reguliavimo ir keitimo mokymus, skaitiklių duomenų analizavimą palikdami trečioje vietoje. Bulgarijos ir Ispanijos atstovų nuomone, svarbiausia išmokyti darbuotojus analizuoti skaitiklių duomenis (atitinkamai 88 proc. ir 72 proc. respondentų).



2 pav. **Dirbančių elektrikų mokymo apie išmaniuosius matavimus ir namų automatiką aktualumas**
(respondentų nuomonė, atsakiusiųjų proc.)

Nustatyta, kad gilinant darbuotojų kompetencijas namų automatikos srityje svarbiausia vieta turi būti skirta energijos valdymo ir namų komforto užtikrinimo tematikai. Visų šalių respondentai sutarė, kad į mokymus reikia įtraukti temas apie apsaugą nuo viršįtampių ir kitų pavojų (gaisras, vagystės ir kt.), bet joms galima skirti mažiau laiko.

Apibendrinus tyrimo rezultatus Panevėžio kolegijos elektros ir elektronikos studijų krypties dėstytojų darbo grupė kartu su partneriais iš projekte SMARTEL dalyvavusių šalių pasiūlė problemos sprendimą: virtualioje mokymo aplinkoje sukurti atvirus mokymo kursus apie išmaniuosius matavimus ir namų automatizavimo sistemas, skirtus jau dirbantiems elektrikams ir profesinio mokymo teikėjams. Kurso klausytojai, susipažinę su teorine medžiaga ir atlikę praktines užduotis, gebėtų: išmanyti techninius klausimus, susijusius su pažangiųjų skaitiklių, išmaniųjų prietaisų bei namų automatizavimo technologijų montavimu naujuose ir jau pastatytuose namuose; suprasti kaip veikia IT ir tinklo infrastruktūros bei žinoti, kaip jas sujungti su išmaniaisiais prietaisais; suprasti pažangiųjų skaitiklių bei pastatų automatizavimo sistemų esminius principus bei reikalavimus ir jų poveikį aplinkai. Klausytojai įsisavintų skaitmeninius bei techninius įgūdžius, reikalingus diegiant pažangiuosius skaitiklius ir namų automatizavimo technologijas pastatuose, žinotų nacionalinius ir Europos Sąjungos teisės aktus, susijusius su pažangiųjų skaitiklių montavimu pastatuose. Klausytojai įgytų praktinius gebėjimus bendrauti su klientais, kad būtų užtikrinamas tinkamas ir efektyviai veikiančios pastato automatikos sistemos pasirinkimas, parodyti, kaip diegiama ir prižiūrima pažangiųjų skaitiklių bei pastatų automatizavimo technologijų įranga.

IŠVADOS

1. Įsigaliojus Europos parlamento ir tarybos direktyvai 2009/72/EB, valstybėse narėse prasidėjo pažangiųjų matavimo sistemų diegimas. ES šalių pasiekimai labai skirtingi: vienoje jau diegiama antroji išmaniųjų skaitiklių karta, kitose įvykdyti tik bandomieji projektai. Lietuvoje lyginant su kitomis ES šalimis pažangios namų automatikos ir technologijų plėtra yra lėta. Tyrimo duomenys rodo, kad dažniausiai naudojamos išmaniosios apskaitos ir valdymo sistemos komunikuojančios KNX ir IP protokolais. Daugelyje šalių įmonės dažniausiai naudoja gamintojo (tiekėjo) teikiamas išmaniosios apskaitos ir valdymo sistemas. Lietuvoje išmaniųjų elektros skaitiklių duomenų nuskaitymui naudojamas KNX PL ryšio protokolas iki elektros transformatorių, o po to duomenys iš koncentratorių į apskaitos sistemas perduodami bevieliu ryšiu, naudojant 802.11x IP protokolą.

2. Europos Sąjungos darbo rinkos išmaniųjų matavimų ir namų automatikos dalyje svarbiausiomis žiniomis ir kompetencijomis laikomos žinios apie tinklo infrastruktūrą ir platų išmaniųjų įrenginių spektrą apimančias interneto sistemas, apie elektros išmaniųjų skaitiklių ir būsto automatizavimo sistemų poveikį aplinkai. Darbdavių labiausiai pageidaujami techniniai įgūdžiai – išmaniųjų prietaisų ir automatinė sistemų diegimas naujuose pastatuose ir būsto automatizavimo technologijų modifikavimas anksčiau įrengtuose

pastatuose, techniniai įgūdžiai įtraukiant išmanias apskaitos technologijas į automatizuotą būsto infrastruktūrą

3. Suformulavus penkių Europos šalių darbdavių apklausos duomenimis pagrįstus mokymo-mokymosi kurso apie išmaniuosius matavimus ir namų automatiką mokymo rezultatus, Europos darbdaviams ir profesinio mokymo teikėjams siūlomas atviras mokymo-mokymosi kursas „Išmaniųjų matavimų ir namų automatikos įgūdžiai elektrikams“, sudarytas iš 6 dalių: pastatų inžinerinių sistemų automatizavimas, energijos valdymas, išmaniųjų valdymo sistemų tinklai, jutikliai, išmaniųjų įrenginių programavimas ir instaliavimas, vartotojo sąsajos automatizuotiems įrenginiams programavimas

LITERATŪROS SĄRAŠAS

Europos Parlamento ir Tarybos Direktyva. (2009) Dėl elektros energijos vidaus rinkos bendrųjų taisyklių (2009/72/EB2009). Prieiga per internetą: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0072&from=lt>

Mačionis, N. (2008). Protingas namas. Temperatūros stebėjimo sistema. PhD Thesis. Kaunas University of Technology.

OSPG Alliance. (2016). Open Smart Grid Protocol (OSGP). Prieiga per internetą: https://success-energy.eu/files/success/Content/Library/Deliverables/SUCCESS_D6.7%20Report%20on%20Certification%20Preparation%20V1.pdf

Radziukynas, V., Klementavičius, A. (2016). Išmaniojo elektros tinklo plėtra. Energetika, 4, 301-318

SMARTEL projekto medžiaga (2017). Evidence bases learning outcomes. Prieiga per internetą: <http://smartel-project.eu/en/evidence-based-learning-outcomes/>

Verslas. Energetika (2018). Europa juos jau įvertino: išmanieji skaitikliai atkeliauja ir į lietuvių namus [interaktyvus];. Prieiga per internetą: <https://www.delfi.lt/verslas/energetika/europa-juos-jau-ivertino-ismanieji-skaitikliai-atkeliauja-ir-i-lietuviu-namus.d?id=78768833>

Verslo žinios. Energetika. (2017). Verslas laukia išmaniosios apskaitos starto. Prieiga per internetą: <https://www.vz.lt/energetika/2017/12/14/verslas-laukia-ismaniosios-apskaitos-starto>

Volokhin, V.; Diahovchenko, I. (2017). Peculiarities of current sensors used in contemporary electric energy metering devices. Energetika, 1, 1–15

Summary

Problems of integrated measurement systems in the context of employees' competences

The adoption of energy efficiency measures is shifting the building installation industry towards green technologies, such as smart metering and home automation, bringing significant changes on workplace requirements and training. Electricians, apart from technical proficiency, require a combination of digital and environmental skills to respond to the installation, maintenance, and programming of smart metering and energy efficiency home automation systems. Although the adoption of energy measures for building installation is promoted under national and EU initiatives, the provision of relevant vocational education and training (VET) is insufficient in quality and quantity, fragmented and infrequent, not adequately addressing the needs of the sector. There is, thus, a clear challenge to increase the quality of VET provision for electricians to match their competences and skills with smart metering and home automation needs of a fast-changing market and to promote employability within the sector.

The aim of the research - to analyse the opinion of employers of the energy sector in different European countries on the need for the employees' competence in smart metering and home automation.

The objectives of the research:

1. Compare the level of implementation of smart metering and home automation in the EU countries.
2. Identify the key knowledge and competences of smart metering and home automation needed in today's labor market.
3. Offer VET providers and employers ways of improving the competences of their employees in the field of smart metering and home automation.

The level of implementation of smart metering and home automation in the EU countries is very different. The data generated by the survey show that the most commonly used smart metering and management systems are the ones communicating by KNX and IP protocols. Companies in most countries use smart metering and management

systems provided by the manufacturer (supplier). All the countries where the survey was conducted use the PLC (Power Line Communication) system.

Compared to the other EU countries, the developments in smart metering related services are still delayed in Lithuania, with only some pilot projects being implemented. In 2017 the company „Energy Distribution Operator“ („Energijos skirstymo operatorius“, ESO) completed a pilot project on smart metering, with more than three thousand smart meters installed.

In collaboration with the experts from the AIE (*European Association of Electric Contractors*), 14 statements were developed on the knowledge and skills required by the employees dealing with smart devices and home automation technologies. The respondents were asked to assess the importance of electricians' skills and competences in smart metering and automation in the European labor market for the coming years.

The survey questionnaire was completed by 86 respondents who represented electrical installation companies, employer associations, vocational training providers, working electricians from five SMARTTEL partner countries (Belgium, Bulgaria, Greece, Lithuania, Spain).

Respondents in different European countries have been fairly ambiguous about the importance of employees' competences in implementing smart metering technologies and home automation systems. This could be influenced by the different experiences of the countries and the level of implementation of smart metering.

The results of the research show that knowledge of the network infrastructure and a wide range of smart devices including Internet systems, the impact of smart meters and home automation systems on the environment are among the key knowledge and competences of the EU labor market in the field of smart measurement and home automation. The most desired technical skills of employees are related to the implementation of smart devices and automatic systems in new buildings and the modification of housing automation technologies in the existing buildings, the technical skills of incorporating smart metering technologies into automated housing infrastructure. Sufficiently important respondents consider skills such as customer consultation about the right choice of automation systems, the use of systems and their environmental and economic impacts, and a deeper knowledge of home automation systems and smart devices.

Having summarized the results of the research, the working group of Electrical and Electronics Study lecturers of Panevezys University of Applied Science together with partners from the SMARTTEL project, suggested a solution to the problem: to create an open virtual training course on smart metering and home automation systems employed electricians and vocational training providers.

After defining the outcomes the training course on smart metering and home automation based on survey results from five European countries, European employers and vocational training providers are offered an open training course "Smart Metering and Home Automation Skills for Electricians", consisting of 6 parts: building engineering systems automation, energy management, intelligent control systems networks, sensors, intelligent device programming and installation, programming of user interface for automated devices.