



Studentų
mokslinių darbų
konferencija

Pranešimų
medžiaga

TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO AKTUALIJOS

2020



Panevėžio
technologijų
ir verslo fakultetas

1022

ISSN 2538-8045

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS



TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO AKTUALIJOS – 2020

Studentų mokslinių darbų konferencijos

PRANEŠIMŲ MEDŽIAGA

Lietuva, Panevėžys
2020 m. balandžio 24 d.

Kaunas, 2020

Konferenciją organizuoja Kauno technologijos universiteto Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas

ORGANIZACINIS KOMITETAS

Koordinatorė – PTVF mokslo prodekanė dr. Olga Strikulienė.

Nariai: lekt. dr. Donatas Aviža, prof. Remigijus Bubnys, lekt. Jovita Kaupienė, doc. Ojaras Purvinis, lekt. dr. Evaldas Sapeliauskas, Arūnas Tautkus, lekt. Elvyra Zacharovienė, prof. Daiva Žostautienė, doc. Renata Žvirelienė; studentai: Ramūnė Švėgždienė, Jolanta Grinkienė, Eglė Smilgytė, Paulius Aleliūnas; rinkodaros ir komunikacijos koordinatorė Arūnė Grinevičienė, bibliotekininkė Ilona Gasiūnienė ir studijų programų administratorė Vilija Česnulevičienė.

Leidykla „Technologija“ neatsako už leidinio straipsnių turinį ir kalbos taisyklingumą.

TURINYS

EKONOMIKA

Maisto saugos kultūros reikšmė organizacijos auditų veikloje Kemzūraitė A., Serafinas D.	8
Vidaus kontrolė ir jos sistemos elementai Mačiulytė G., Mileris R.	17
Reklamos emocinio poveikio vertinimas Makarevičiūtė G., Gudonavičienė R.	23
Pensijų fondų II pakopos palyginamoji analizė Ramanauskas R., Lakštutienė A.	31
Baldų gamybos proceso kokybės parametrų kontrolės sistemos formavimas Samkus V., Mileris R.	40
Estijos tiesioginių užsienio investicijų skatinamieji veiksniai Simonavičiūtė P., Pilinkienė V.	49
Finansinio raštingumo vertinimas inovatyvių finansinių paslaugų vystymosi kontekste Šiaulytė R., Lakštutienė A.	58
Viešųjų bibliotekų kuriama socialinė vertė Zimblienė M., Žvirelienė R.	66

VADYBA

Ikimokyklinės ugdymo įstaigos vadovo lyderystės ypatumai Baltrušaitienė J., Stanikūnienė B.	73
Perdegimo sindromo sąvokos teoriniai aspektai Grinskytė I., Lipinskienė D.	81
Skirtingų kartų požiūris į karjeros perspektyvas Kėvelaitytė A., Stanikūnienė B.	87

Turizmo sektoriaus darbuotojų pasitenkinimo darbu veiksmų analizė	
Kulpina S., Bubnys R.	96
Sociokratijos filosofija organizacijų valdyme: sėkmės istorijos	
Skiaustys A., Kvedaraitė N.	105
Lietuvos ekologinio ūkininkavimo analizė	
Trumpaitė L., Jakštienė S.	112
Projektinė veikla kaip profesijos mokytojų tarpkultūrinės kompetencijos vystymosi erdvė	
Vareikaitė D., Repečkienė A.	120
Lietuvos kariuomenės karių maitinimo organizavimo aspektai	
Žvirelaitė A.	131

STATYBA

Modulinių pastolių atsparumas, laikinoms konstrukcijoms įrengti	
Adašiūnas E., Kelpšienė L.	138
3D spausdintuvu atspausdintų kolonų prototipų skirtingų formų daugiakriteris vertinimas	
Gedlovaitė-Kvietkuvienė N., Aviža D., Zacharovienė E.	146
Horizontalių inžinerinių tinklų įrengimo technologinė-ekonominė analizė	
Krugiškis V., Kelpšienė L.	154
A++ klasės pastato skirtingų langų formų daugiakriteris vertinimas	
Sabaliauskas G., Aviža D., Zacharovienė E.	167
Sandarumo bandymo rezultatų priklausomybė nuo pastato dydžio tyrimas	
Smilgytė E., Garuckas D.	175
Katilinių technologijos ir naudojamo kuro analizė	
Ščevinskas D., Garuckas D.	181
Statybos darbuotojų darbo vietos ergonominis vertinimas	
Šiaučiulis D., Vaičiulis D.	188

Saulės kolektorių pritaikymo A++ klasės pastatams daugiakriteris vertinimas

Vilkonis P., Vaičiulis D., Kaupienė J. 194

Medinių karkasinių išorės sienų apšiltinimo medžiagų daugiakriteris vertinimas

Zdanevičienė D., Aviža D., Zacharovienė E. 200

AUTOMATIKA, ROBOTIKA, MECHATRONIKA, MECHANIKA IR TRANSPORTAS

Plastikinių kamštelių broko analizavimo vaizdo atpažinimo sistemos projektavimas ir tyrimas

Aleliūnas P., Strikulienė O., Striukienė D. 207

Automobilių techninės būklės statistinis tyrimas

Beniušis A., Tautkus A. 220

Kėlimo mechanizmo sukeliama jėgų tyrimas

Bučaitė R., Tautkus A. 225

Kelio planavimo algoritmai, naudojami autonominėse transporto priemonėse

Kropas. J., Mileris M., Česnulevičius A. 230

Kliūčių identifikavimas autonominiame automobilyje

Kudrauskaitė R., Breivė V., Česnulevičius A. 236

Pastatų valdymo sistemos tyrimas

Mačionis T., Vanagas G. 243

Staklių su skaitmeniniu programiniu valdymu servo ašių pozicionavimo tikslumo nustatymo būdų tyrimas

Petkevičius L., Strikulienė O., Striukienė D. 249

Jūrų transporto priemonėse naudojamų priešgaisrinių durų modeliavimas ir jo tikslumo nustatymas

Sakalauskas M., Vaičiulis D. 259

Naujų automobilių saugumo sistemų poreikio tyrimas

Sakarevičius E., Tautkus A. 267

Jutikliai naudojami autonominėje transporto priemonėje

Vileikis A., Aliukas V., Česnulevičius A. 273

Atliekų paieškos žemėlapiu algoritmo sukūrimas ir tyrimas, panaudojant skraidyklės vaizdo medžiagą

Vyšniauskienė K., Strikulienė O., Striukienė D. 278

Adaptyvios vaizdo atpažinimo sistemos, sekančios objekto poziciją erdvėje, projektavimas ir tyrimas

Vorotnikov V., Strikulienė O., Striukienė D. 290

IVADAS

Kasmetinės studentų mokslinės konferencijos „Technologijų ir verslo aktualijos“ organizatorius – KTU Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas.

Konferencijos tikslai:

- skatinti dalintis Lietuvos švietimo institucijų studentus ir moksleivius gerąją patirtimi, įgūdžiais, žiniomis ir moksliniais atradimais;
- aktyvinti jaunųjų tyrėjų mokslinę veiklą;
- ugdyti studentų ir moksleivių gebėjimus rengti mokslinius straipsnius ir pranešimus.

Šiais metais konferencijoje „Technologijų ir verslo aktualijos – 2020“ buvo pristatyti mokslinių tiriamųjų darbų rezultatai šiose mokslo kryptyse:

Technologijos mokslai:

- automatika, robotika ir mechatronika;
- mechanika;
- statyba;
- transportas ir logistika.

Socialiniai mokslai:

- ekonomika / finansai;
- vadyba.

Dėl pandemijos Lietuvos Respublikoje paskelbimo ir COVID-19 viruso plitimo studentų mokslinė konferencija pirmą kartą buvo organizuota nuotoliniu būdu.



MAISTO SAUGOS KULTŪROS REIKŠMĖ ORGANIZACIJOS AUDITŲ VEIKLOJE

Kemzūraitė A.¹, Serafinas D.¹

¹*Vilniaus universitetas*

Raktiniai žodžiai: maisto sauga, maisto saugos kultūra, auditas.

1. Įvadas

Šiuo metu maisto pramonėje taikoma daug ir įvairių maisto saugos užtikrinimo priemonių, tačiau vis dar neišvengiama maistinės kilmės užsikrėtimų ir susirgimų protrūkių [1, 2].

Pasaulio sveikatos organizacijos duomenimis [3], kasmet, neužtikrinus maisto saugos, maistinės kilmės ligomis suserga apie 600 milijonų žmonių. Maistinės kilmės protrūkių rezultatai gali emociškai, fiziškai ir finansiškai paveikti tiek nukentėjusius, tiek su tuo susijusią organizaciją. Taigi, maisto saugos ir kokybės užtikrinimas išlieka svarbiu ne tik dabarties, bet ir ateities iššūkiu.

Didžioji dalis pagaminamo maisto yra laikoma saugiu dėl tam tikrų verifikavimo (patvirtinimo) priemonių, įprastai pramoninio maisto gamyboje žinomų kaip auditai (angl. *Audits*) ir patikrinimai (angl. *Inspections*) [4]. Iš kitos pusės saugus maistas nereiškia, kad jį vartodamas žmogus nesusirgs lėtinėmis ligomis – tas pasakytina apie daug cukraus turinčius produktus, alkoholį, glifosatų leidžiamas normas neviršijančius produktus ir kitus, kurie angliškai vadinami *junk food* ar *fast food*. Šiame straipsnyje maisto funkcionalumas ir biologinė vertė kokybės kontekste nenagrinėjama.

Kadangi auditai, kaip viena iš pagrindinių maisto saugos valdymo sistemos vertinimo dalių, kartu yra ir organizacijos maisto saugos kultūros nustatymo priemonė, šiame darbe tikslinga apžvelgti ne tik auditų svarbą, bet ir maisto saugos kultūros reikšmę.

Maisto saugos kultūros sąvoka yra pakankamai sudėtinga, susidedanti iš daugelio tarpusavyje susijusių veiksnių. Ji priskiriama specifinei visos organizacijos kultūros formai ir apibūdinama kaip vyraujančių, palyginti pastovių, suformuotų mokantis ir plačiai skleidžiamų nuostatų, vertybių ir įsitikinimų, prisidedančių prie aplinkos ir darbo higienos gerinimo, ypač gaminant maistą, rinkinys.

Darbo tikslas – įvertinti maisto saugos kultūros reikšmę organizacijos auditų veikloje.

Tyrimo metodas – mokslinės literatūros analizė.

2. Maisto saugos ir kokybės auditai organizacijose

Pastaraisiais dešimtmečiais maisto gamybos grandinės¹ dramatiškai kito dėl įvairių techninių ir demografinių pokyčių [5]. Nors stengiamasi užtikrinti aukštą kokybę ir vientisumą, vis dar kyla nepageidaujamų maistinės kilmės užsikrėtimų ir susirgimų protrūkių. Deja, bet dažnai jie susiję ir su tokiomis maistą tvarkančiomis organizacijomis, kuriose laikomasi įdiegtų maisto saugos vadybos sistemų reikalavimų ir joms išduoti maisto saugos ir kokybės auditų sertifikatai. Mūsų šalyje vienas ryškiausių to pavyzdžių – š. m. pradžioje Valstybinės maisto ir veterinarijos tarnybos nustatytas maisto saugos pažeidimas dėl patogeniniais mikroorganizmais (*Salmonella* spp.) užterštų mėsos produktų, kurie galėjo sukelti pavojų vartotojų sveikatai [6].

Iš kitos pusės, maisto kokybė nagrinėjama ir to maisto funkcionalumo aspektu, t. y. plečiama maisto kokybės jo biologinės vertės užtikrinimo samprata. Plačiai paplitusi sąvoka „nuo lauko iki stalo“ plečiama į „nuo lauko iki žmogaus ląstelės“, ar net DNR. Šiuos klausimus nagrinėja nutrigenomika ir nutrigenetika. Šiame straipsnyje tuo požiūriu maisto kokybės ir jo biologinės vertės nenagrinėsime.

Nors maistą tvarkančiose organizacijose darbuotojai yra mokomi maisto saugos, vien tik žinios netapo tobulesne darbo praktika. Todėl mokslininkai daug dėmesio skiria darbuotojų norminių įsitikinimų, susijusių su darbuotojų maisto saugos elgesio ketinimais, įvairių kontrolės / priežiūros priemonių, ypač auditų ir maisto saugos kultūros tyrimams [2, 7, 8].

Vienas pagrindinių klausimų yra maisto saugos ir kokybės užtikrinimo sistemos rezultatyvumas. Norėdami išlaikyti tinkamą sistemos funkcionavimą, maistą tvarkanti organizacija turi ją nuolat tobulinti ir tikrinti. Turi būti nustatyti tikrinimo metodai ir dažnumas. Vienas iš šių metodų yra auditas.

Maisto saugos auditai ir patikrinimai (angl. *Inspections*) yra veikla, kuria patvirtinama, kad maisto gamintojas (maistą tvarkanti organizacija) laikosi specifinių nurodymų, reikalavimų ar taisyklių. Auditai atliekami pagal standartus, o maisto saugos patikrinimai – įprastai teisininiais pagrindais [4].

Auditai skirstomi į pirmosios, antrosios ir trečiosios šalies auditus (LST EN ISO 19011:2018). Pirmosios šalies auditams priskiriami vidaus auditai, kuriuos atlieka tiesioginiai tarpininkai, t. y. organizacijos darbuotojai (įprastai kokybės užtikrinimo komanda). Vidaus auditai yra puiki rizikos

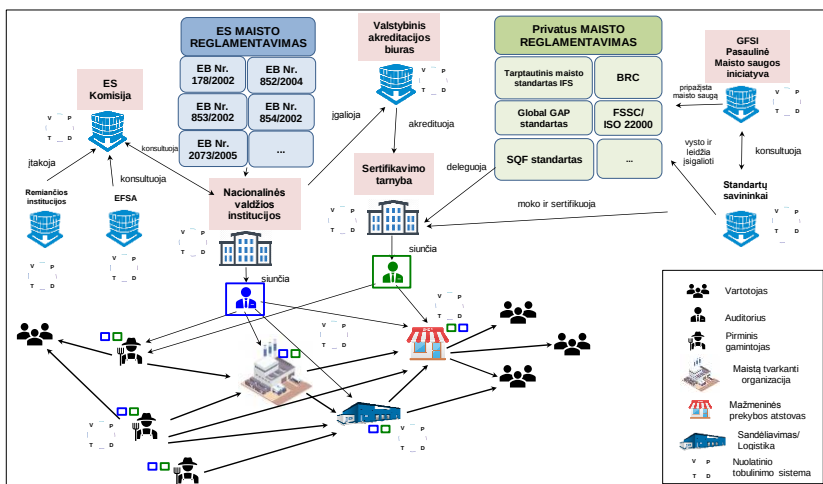
¹**Maisto gamybos grandinė** – maisto ir jo sudedamųjų dalių gamybą, perdirbimą, platinimą, saugojimą ir vartojimą sudarančių tarpinių ir operacijų seka nuo pirminės gamybos iki suvartojimo (LST EN ISO 22000).

mažinimo galimybė [4], jei taikomi metodai yra apibrėžti plačiai pripažintų reikalavimų ir rizikos vertinimo dokumentuose. Antrosios šalies auditai – tai auditai, kuriuos organizacijos atlieka savo išorės tiekėjams ir kitoms išorės suinteresuotoms šalims; trečiosios šalies auditams priskiriami sertifikavimo ir (arba) akreditavimo auditai arba teisės aktų, reglamentų nustatyti ir panašūs auditai [9, LST EN ISO 19011:2018]. Trečiosios šalies auditus atlieka išorinė įmonė, kuri įprastai savo veiklą pilnai sukoncentravusi į verifikacijos ar taikomo standarto įgyvendinimą ir užtikrinimą, kad organizacija laikosi reikalavimų.

Kai kurios organizacijos pasitiki savo atliktais auditais ar papildomais tyrimais, kitos – trečiosios šalies auditais ar patikrinimais [4]. Trečiosios šalies auditai yra vienas iš daigiafunkcinių metodų, kuriuo užtikrinama maisto sauga. Jų populiarumas išaugo atsižvelgus į maisto saugos valdymo perėjimą nuo vyriausybės reglamentų ir patikrinimų, siekiant sukurti privačius maisto saugos standartus. Standartų kūrimo organizacijos (pvz., Tarptautinė standartų organizacija (angl. *International Organization for Standardization*, ISO) ir Britų mažmenininkų konsorciumas (angl. *British Retail Consortium*, BRC) apima prekybos konsorciumus, privačias visuomenines asociacijas ir gamintojus [4, 5]. Šiuo metu žinoma daug maisto gamintojams ir perdirbėjams skirtų įvairių maisto saugos standartų, sukurtų netgi atskiriems pramonės segmentams. 1 paveiksle pateikta bendra Europos maisto kontrolės ir audito sistemos struktūra ir mechanizmai. Čia galima išskirti dvi pagrindines dalis: viešojo sektoriaus (oficialūs Europos Sąjungos maisto įstatymai ir kiti teisės aktai) ir privačiojo sektoriaus maisto įstatymus (privatūs standartai).

Plačiausiai taikomoms maisto saugos užtikrinimo priemonėms ir standartams priskiriama RASVT sistema (taikoma nuo 1959 m.), BRC (1998 m.) ir IFS (angl. *International Featured Standards*, nuo 2003 m.) maisto standartai, ISO 22000 (nuo 2005 m.) bei FSSC 22000 (angl. *Food Safety System Certification*, nuo 2009 m.) standartai [5, 10]. Lietuvoje, teikiama į rinką maisto bei jo tvarkymo reikalavimus nustato Lietuvos Respublikos maisto įstatymas [11].

Maistinės kilmės užsikrėtimų protrūkių skaičius yra tik vienas iš požymių, kad papildomos priemonės ir metodai ar kitoks požiūris reikalingas tolimesniam maisto saugos ir kokybės valdymo sistemų, ypač audito, rezultatyvumo gerinimui. Prognozuojama, jog iki 2050 m. pasaulio gyventojų skaičius sieks ne mažiau kaip 9 milijardus [12]. Tam reikės daugiau maisto, o maisto gamybos sistemos ir maisto gamybos grandinė turės tapti visiškai tvariomis. Maisto tiekimo grandinės tvarumas apima tris sritis – socialinę, ekologinę ir ekonominę. Taigi, apie maisto gamybos grandinės tvarumo didinimą, efektyvumo ir rezultatyvumo gerinimą reikia galvoti nedelsiant. Kalbant apie maisto tiekimo grandinę, reikia turėti omenyje COVID-19 protrūkį ir ateities panašių globalių pandemijų rizikas.



1 pav. Europos Sąjungos maisto kontrolės ir audito sistemos struktūra [5]

Užtikrinant maisto saugą ir tvarią maisto tiekimo grandinę, svarbu įvertinti tam tikrus audito sistemos apribojimus, pagrįstus audito dažnumu, veiksmingomis audito priemonėmis, auditoriaus kompetencija, audito apimtimi [4].

- Auditai ir patikrinimai laiko atžvilgiu tebėra trumpi įvertinimai, apimantys nedidelę maisto gamybos laiko ir apimties dalį. Tinkamai atlikus auditą ir gavus rezultatus, gali būti atskleidžiamos maisto saugos programų stipriosios ir silpnosios pusės, tačiau tolimesnis vykdymas negarantuojamas.
- Auditas yra veiksmingas tiek pat, kiek ir standartas, pagal kurį vertinama organizacijos veikla. Standartai turi būti pagrįsti įrodymais, skirti valdyti konkrečias rizikas ir procesus, susijusius su preke / produktu, įgalinantys reaguoti į pramonės pokyčius ir naujausius mokslo pasiekimus, kai tik jie tampa prieinami.
- Auditas reikalauja daugiau nei tik klausimyno, atliekant auditą reikalingas ypatingas dėmesio sutelkimas ir gebėjimas mąstyti. Individualūs auditoriaus sugebėjimai daro reikšmingą įtaką audito rezultatams.
- Audito apimtis turi būti pakankamai plati, apimanti visus procesus, vietas ir produktus. Kai organizacijai suteikiamos galimybės audito kompaniją rinktis pagal skirtingas kainas, dažnai pasirenkama pigiausia, o dėl šios priežasties dažniausiai sutrumpėja audito laikas. Tai sumažina ne tik organizacijos išlaidas, tačiau ir auditoriaus gebėjimą pastebėti visus sudėtingų procesų elementus bei galimybę auditoriui identifikuoti neatitiktis atvejus.

Prie audito apribojimų svarbu paminėti audituojamos organizacijos atstovų pasitikėjimą auditoriais [13], kuris daro esminę įtaką audito

veiksmingumui, todėl atliekant mokslinius tyrimus auditų veiklos klausimais pirmiausiai siūloma išsiaiškinti, dėl ko kyla šis nepasitenkinimas.

Mokslinėje literatūroje, nagrinėjančioje maisto saugos auditų klausimus [4, 7, 14] išskiriamos sritys, kuriose pastebimi auditų ir patikrinimų privalumai – jie gali būti naudingi maisto saugos kultūros (angl. *Food Safety Culture*) vystymuisi, identifikuoti darbuotojų mokymų poreikį, subalansuoti maisto tiekimo grandinę.

3. Auditų ir organizacijos maisto saugos kultūros ryšys

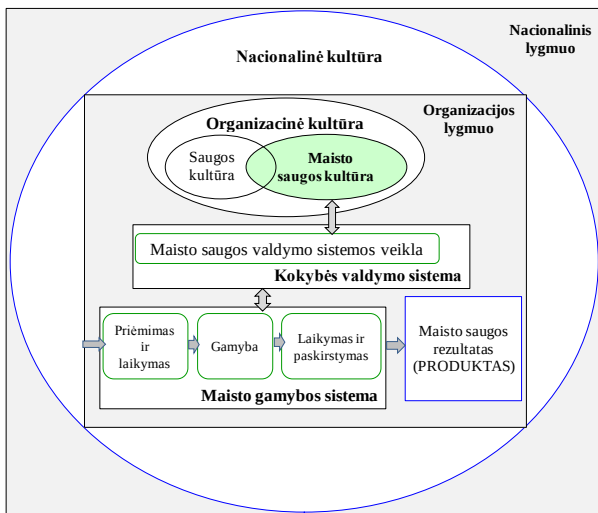
Maisto pramonė dažnai apibūdinama taip vadinamų „socio-techninių“ (angl. *Sociotechnical*) sistemų, įtraukiančių žmones ir technologijas, visuma, tad pastarąjį dešimtmetį čia taip pat skiriamas didelis dėmesys saugos kultūrai [15]. Reikia pabrėžti, kad socio-techninės sistemos veikia ir yra veikiamos ekosistemos, ką parodė šių dienų COVID-19 protrūkis ir susirgimų atvejai maistą gaminančiose ir tiekiančiose įmonėse. Būtent maisto saugos kultūra atlieka ypatingą vaidmenį, siekiant išspręsti specifinius iššūkius, susijusius su maisto saugos sistemos, vertinamos auditų metu, įgyvendinimu (pvz., išvengti maistinės kilmės užsikrėtimų, sužeidimų, ligų ir pan.) ir teigiamai įtakoti prekės ženklą bei ekonomiką per maisto saugos grandinę [16, 17]. Manoma, kad organizacijoje vyraujanti maisto saugos kultūra gali turėti įtakos žmogaus elgsenai (pvz., faktiniam procedūrų reikalavimų įgyvendinimui ir užduočių vykdymui, vidaus auditų atlikimui) ir darbuotojų sprendimų priėmimui [18].

Maisto saugos kultūra yra sudėtinga (žr. 2 pav.), susidedanti iš daugelio tarpusavyje susijusių veiksnių. Maisto saugos kultūros problema – kas ji yra ir kaip mes suvokiame, kokia gera ji yra pas mus – yra viena esminių dabartiniame pasaulyje mąstant apie maisto saugą [19]. Maisto saugos kultūros tyrimai, be organizacijos vidinės aplinkos (atsižvelgiant į organizacijos maisto rizikos veiksnius bei jos konteksto savybes), pirmiausiai turėtų pripažinti ir nacionalinės kultūros poveikį (žr. 2 pav.), nurodant hierarchinius lygmenis – strateginį, taktinį, valdymo [16].

Maisto saugos kultūros diegimas ir stiprinimas organizacijoje priskiriamas prevencinei priemonei, kai rizika mažinama organizacijoje dalinantis vertybėmis, kasdieniniais priminimais, skatinimais ir maisto saugos prioritetų išdėstymu tuomet, kai organizacijoje nesilanko inspektoriai ar auditoriai [4]. Teigiama, kad viena iš patikimiausių maisto saugos kultūros užtikrinimo priemonių yra maisto gamybos procesų [4], galinčios atskleisti esminius maisto saugos kultūros bruožus [20]:

- maisto sauga yra kiekvieno tikslas, o ne tam tikra specifinė organizacijos dalis;
- jei rūpinamasi maisto sauga, sprendimai priimami lengvai ir visi darbuotojai yra įsipareigoję užtikrinti maisto saugą;

- organizacijos skyriai bendradarbiauja tarpusavyje, kad apibrėžtų ir priimtų teisingus sprendimus;
- komandos problemas sprendžia kartu;
- meistriškumas, kompetencija vertinami ir atlyginami;
- darbuotojai didžiuojasi savo darbu.



2 pav. Maisto saugos kultūros padėtis skirtinguose kultūros lygmenyse [16]

Pastaraisiais metais, daugelyje mokslinių publikacijų stengiamasi ne tik charakterizuoti maisto saugos kultūros bruožus, pagrindines ypatybes, bet ir atrasti rezultatyvias maisto saugos kultūros matavimo (vertinimo) priemones. Kultūros vertinimas yra vienas iš būdų užtikrinti kultūrinės stiprybės ir silpnybės, kuris padėtų išvengti užsikrėtimų, ar mirčių dėl maistinės kilmės ligų [19]. Organizacijos maisto saugos kultūra taip pat apibrėžiama kaip maisto saugos klimato sąveika tarp darbuotojų ir vadovybės visuose organizacijos lygiuose (vadinamasis „žmonių kelias“, angl. *Human Route*) bei maisto saugos valdymo sistemos organizacijoje, kurią įtakoja taikomos technologijos ir organizacijos charakteristikos (vadinamasis „techninis valdymo kelias“, angl. *Techno-Managerial Route*) [18]. Čia išsiskiria du pagrindiniai, su sistema ir produktu susiję, maisto saugos kultūros matavimo metodai: vidaus auditai ir svarbūs valdymo taškai (SVT, angl. *Critical Control Points, CCP*). „Žmonių keliui“ priskiriamas darbuotojų bendras požiūris į lyderystę, komunikaciją (bendravimą), įsipareigojimus, išteklius ir rizikos suvokimą apie maisto saugą ir higieną jų dabartinėje organizacijoje.

Apibendrinant, galima teigti, kad maisto saugos kultūra priskiriama specifinei visos organizacijos kultūros formai ir apibūdinama kaip

vyraujančių, palyginti pastovių, suformuotų mokantis ir plačiai skleidžiamų nuostatų, vertybių ir įsitikinimų, prisidedančių prie aplinkos ir darbo higienos gerinimo, ypač gaminant maistą, rinkinys. Tyrejai, nagrinėjantys maisto saugos kultūros klausimus [16, 18–20] pabrėžia, kad šioje srityje atlikta nedaug mokslinių tyrimų, tačiau ypač pastaraisiais metais didėjantis mokslinių publikacijų skaičius rodo, kad maisto saugos kultūra populiarėja ir vertinama organizacijose.

4. Išvados

1. Mokslinėje literatūroje stebima maisto saugos ir kokybės sampratos konceptuali slinktis – maisto sauga labiau orientuojasi į rizikos veiksnių valdymą, tuo tarpu maisto kokybė labiau siejama su maisto biologinės vertės didinimu. Dabartinė maisto saugos ir kokybės užtikrinimo sistema, kurioje neišvengiama maistinės kilmės užsikrėtimų ir susirgimų protrūkių, sukelia užburtą ciklą, dėl kurio kiekviename lygmenyje galioja vis griežtesnės taisyklės ir standartai. Reikia naujos, maisto saugos kultūros vertinimu pagrįstos, audito sistemos, kuri pripažintų sudėtingų sistemų elgesį, kad būtų užtikrintas pasitikėjimas maisto tiekimo grandine.
2. Maisto saugos sampratos išplėtimas COVID-19 užkrėtimo rizikos kontekste. Pramoninės saugos sampratą visiškai pakeitė Černobylio atominės elektrinės avarija (1986 m.), suformavusi „saugos kultūros“ sąvoką. Vėliau jos reikšmę sustiprino Fakušimos atominės elektrinės avarija (2011 m.). Socio-techninės sistemos yra veikiamos ir ekosistemos, ką parodė šių dienų COVID-19 protrūkis ir susirgimų atvejai maistą tvarkančiose organizacijose. Šių ryškiausių katastrofų rezultatai gali emociškai, fiziškai ir finansiškai paveikti tiek nukentėjusius, tiek su tuo susijusių organizaciją. Todėl maisto saugos kultūros reikšmė organizacijoje turi būti aiškiai suprantama, komunikuojama ir nuolat ugdoma, nes versle ji yra kritiška organizacijos sėkmei ar nesėkmei.
3. Pagrindiniai organizacijos maisto saugos kultūros, kaip esminio elemento, nuo kurio priklauso koks apskritai dėmesys auditams skiriamas organizacijoje, vertinimo aspektai yra organizacinės / administracinės savybės (t. y. lyderystė, komunikacija, įsipareigojimai, mokymai), techninės priemonės / ištekliai (pvz., maisto saugos priemonės, įranga), darbuotojų savybės (rizikos suvokimas), esminės maisto saugos valdymo charakteristikos (vidaus auditai, svarbūs valdymo taškai). Vienoms iš patikimiausių maisto saugos kultūros užtikrinimo priemonių priskiriamos maisto gamybos procesų stebėsenos.

Literatūra

1. DE BOECK, E., JACXSENS, L., VANOVERBERGHE, P., VLERICK, P. Method triangulation to assess different aspects of food safety culture in

- food service operations [interaktyvus]. *Food Research International*. 2019, 116, 1103–1112 [žiūrėta 2019-12-14]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.09.053>.
2. LIN, N., ROBERTS, K. R. The normative beliefs that form individual food safety behavioral intention: A qualitative explanatory study [interaktyvus]. *Food Control*. 2020, 110 [žiūrėta 2020-03-16]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106966>.
3. *Food Safety. Key Facts. World Health Organization* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2019-12-14]. Prieiga per: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>.
4. POWELL, D. A., ERDOZAIN, S., DODD, C., COSTA, R., MORLEY, K., CHAPMAN, B. J. Audits and inspections are never enough: A critique to enhance food safety [interaktyvus]. *Food Control*. 2013, 30(2), 686–691 [žiūrėta 2020-03-16]. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.07.044>.
5. KLEBOTH, J. A., LUNING, P. A., FOGLIANO, V. Risk-based integrity audits in the food chain – A framework for complex systems [interaktyvus]. *Trends in Food Science & Technology*. 2016, 56, 167–174 [žiūrėta 2020-03-16]. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2016.07.010>.
6. *Lithuanian Officials Seize 75 Tons of „Unsafe“ Poultry Meat* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-03-16]. Prieiga per: <https://www.foodsafetynews.com/2020/04/lithuanian-officials-seize-75-tons-of-unsafe-poultry-meat/?fbclid=IwAR16Gm06ezGf69wrdQspPBP2cVHBdlcGqAHQrdRqHwzdgN2iwVygyJ-wZmY>.
7. POWELL, D. A., JACOB, C. J., CHAPMAN, B. J. Enhancing food safety culture to reduce rates of foodborne illness [interaktyvus]. *Food Control*. 2011, 22(6), 817–822 [žiūrėta 2020-03-16]. Prieiga per: [doi:10.1016/j.foodcont.2010.12.009](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.12.009).
8. LYTTON, T. D., MCALLISTER, L. K. Oversight in private food safety auditing: Addressing auditor conflict of interest [interaktyvus]. *Wisconsin Law Review*. 2014, 2, 289–336.
9. KOTSANOPOULOS, K. V., ARVANITOYANNIS, I. S. The role of auditing, food safety, and food quality standards in the food industry: A review [interaktyvus]. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2017, 16(5), 760–775 [žiūrėta 2020-03-16]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12293>.
10. BERNOTAITE, V. *Maisto saugos vadybos sistemos diegimo motyvai, problemos ir teikiama nauda: magistro darbas*. Vilnius: Vilniaus universiteto Ekonomikos fakultetas, Vadybos katedra, Kokybės vadybos magistro programa, 2016.
11. Lietuvos Respublikos maisto įstatymas Nr. VIII-1608. *Valstybės žinios*, Nr. 32-893, 2000.

12. KING, T., COLE, M., FARBER, J. M., EISENBRAND, G., ZABARAS, D., FOX, E. M., HILL, J. P. Food safety for food security: Relationship between global megatrends and developments in food safety [interaktyvus]. *Trends in Food Science & Technology*. 2017, 68, 160–175 [žiūrėta 2020-03-16]. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2017.08.014>.
13. LÄIKKÖ-ROTO, T., NEVAS, M. Auditing local official food control: perceptions of auditors and auditees [interaktyvus]. *Food Control*. 2014, 37, 135–140 [žiūrėta 2020-03-16]. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.09.021>.
14. TURKU, M., LEPISTÖ, O., LUNDÉN, J. Differences between official inspections and third party audits of food establishments [interaktyvus]. *Food Control*. 2018, 85, 459–465 [žiūrėta 2020-03-16]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.10.031>.
15. NAYAK, R., WATERSON, P. The assessment of food safety culture: An investigation of current challenges, barriers and future opportunities within the food industry [interaktyvus]. *Food Control*. 2017, 73, 1114–1123 [žiūrėta 2020-03-16]. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.10.061>.
16. NYARUGWE, S. P., LINNEMANN, A., HOFSTEDE, G. J., FOGLIANO, V., LUNING, P. A. Determinants for conducting food safety culture research [interaktyvus]. *Trends in Food Science & Technology*. 2016, 56, 77–87 [žiūrėta 2020-03-16]. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2016.07.015>.
17. JESPERSEN, L., BUTTS, J., HOLLER, G., TAYLOR, J., HARLAN, D., GRIFFITHS, M., WALLACE, C. A. The impact of maturing food safety culture and a pathway to economic gain [interaktyvus]. *Food Control*. 2019, 98, 367–379 [žiūrėta 2020-03-16]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.11.041>.
18. DE BOECK, E., JACXSSENS, L., BOLLAERTS, M., UYTTENDAELE, M., VLERICK, P. Interplay between food safety climate, food safety management system and microbiological hygiene in farm butcheries and affiliated butcher shops [interaktyvus]. *Food Control*. 2016, 65, 78–91 [žiūrėta 2020-03-16]. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.01.014>.
19. JESPERSEN, L., WALLACE, C. A. Triangulation and the importance of establishing valid methods for food safety culture evaluation [interaktyvus]. *Food Research International*. 2017, 100, 244–253 [žiūrėta 2020-03-16]. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.009>.
20. ADES, G., LEITH, K., LEITH, P. *Food Safety: A Roadmap to Success* [interaktyvus]. Academic Press, 2016 [žiūrėta 2020-04-16]. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-803104-9.00001-6>.



VIDAUS KONTROLĖ IR JOS SISTEMOS ELEMENTAI

Mačiulytė G.¹, Mileris R.¹

¹*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: vidaus kontrolė, vidaus kontrolės sistemos elementai.

1. Įvadas

Vidaus kontrolė yra svarbi norint, kad įstaiga tinkamai atliktų savo veiklą, o esant darbo tvarkos pažeidimas, finansinių ataskaitų neatitikimui bei kitoms problemoms, jos būtų pastebėtos ir išspręstos laiku. Šios temos aktualumą atskleidžia ir vis didėjantis ne tik užsienio, bet ir Lietuvos mokslininkų publikacijų vidaus kontrolės tematikos skaičius. Šiandiena Lietuvos mokslininkai vidaus kontrolę įvardija, kaip vienu iš svarbiausių organizacijos vidaus procesų. Jų manymu, organizacijų vystymasis su kiekvienais metais tampa vis greitesnis, susiduriama su naujomis rizikomis, kurių valdymui pasitelkiami nauji vidaus kontrolės metodai, kurie ir padeda sumažinti minėtą riziką iki absoliučiai nepavojingo lygio. Vidaus kontrolės sistema turi svarią reikšmę visose be išimties – didelėse, vidutinėse ar mažose įmonėse, be to ir konkurencingoje aplinkoje sparti technologijos plėtra ir ekonomikos spaudimas verčia šiandienines įmones keisti požiūrį į vidaus kontrolę, kuri leidžia tam tikrų taisyklių ir procedūrų rinkiniu siekti užsibrėžtų tikslų. Nuo vidaus kontrolės sistemos efektyvumo labai priklauso įmonės finansinė būklė, veiklos rezultatai, jos plėtra ir tęstinumas. Tačiau daugelis vadovų skiria nepakankamai dėmesio efektyvios vidaus kontrolės sistemos užtikrinimui, daugelis įmonių vadovų net nežino pagrindinių kūrimo principų. Nuolatinė įmonės kontrolės sistema padėtų išvengti gresiančios rizikos ir padėtų siekti užsibrėžtų tikslų. Tam vidaus kontrolės sistemoje yra išskirti svarbiausi elementai, kurie apibrėžia, ką kiekviename etape reikia įgyvendinti, kad pasiekti galutinį tikslą.

Darbo tikslas – identifikuoti vidaus kontrolės sistemos elementus.

2. Vidaus kontrolės sistemos samprata

Vidaus kontrolė, kaip atskira įmonės valdymo sritis, vadybos moksle pradėta nagrinėti ne per seniausiais. Kol nebuvo pradėta plačiau nagrinėti,

vidaus kontrolės sąvoka buvo tapatinama su vidaus patikrinimu. 1930 m. vidaus kontrolės sistema buvo apibrėžiama kaip ataskaitų sistemos ir su tuo susijusių biuro procedūrų koordinavimas tokiu būdu, kad vienam darbuotojui savarankiškai vykdant jam paskirtus įsipareigojimus, tuo pačiu būtų tikrinamas kito darbuotojo atliktas darbas. Tai yra vienas pirmųjų žinomų apibrėžimų, rodančių vidaus kontrolės svarbą siekiant nustatyti ir užkirsti kelią sukčiavimui. Nuo XX a. vidurio vidaus kontrolės funkcijos plėtėsi, tapo organizavimą ir koordinavimą apimančiais veiksniais [10].

Vidaus kontrolės sistema dažnai įvardijama kaip rizikos valdymo instrumentas, turto apsaugos priemonė, klaidų ir apgaulių išaiškinimo ir prevencijos, finansinės informacijos tinkamo parengimo priemonė. Vidaus kontrolės apibūdinimas pateikiamas Lietuvos Respublikos Vidaus kontrolės ir vidaus audito įstatyme – vidaus kontrolė yra viešojo juridinio asmens vadovo sukurta visų kontrolės rūšių sistema, kurios dėka siekiama užtikrinti viešojo juridinio asmens veiklos teisėtumą, ekonomiškumą, efektyvumą, rezultatyvumą ir skaidrumą, strateginių ir kitų veiklos planų įgyvendinimą, turto apsaugą, informacijos ir ataskaitų patikimumą ir išsamumą, sutartinių ir kitų įsipareigojimų tretiesiems asmenims laikymąsi bei su visa tuo susijusių rizikos veiksnių valdymą [9].

Sprendžiant vidaus kontrolės sistemos apibrėžimo klausimą nemažą indėlį įnešė ir Lietuvos auditoriai, kurie vidaus kontrolę apibūdina kaip nematerialaus valdymo instrumentą arba procesą, apimančią koordinuojamus metodus ir priemones, suteikiančias galimybę valdyti verslo aplinkos, procesų ir valdymo informacijos nukrypimų riziką [1]. Įmonės vidaus kontrolės sistema – tai įmonės vadovybės veiksmais apibrėžtas procesas skirtas verslo politikai įmonėje užtikrinti bei numatytiems tikslams pasiekti [7].

Viešojo sektoriaus vidaus kontrolės standartų gairėse vidaus kontrolė apibūdinama kaip kompleksinis procesas, kuris yra įgyvendinamas organizacijos vadovybės bei darbuotojų ir yra skirtas nustatyti rizikos veiksnius ir nuosaikiai užtikrinti, kad būtų įgyvendinami bendrieji tikslai [13].

Visiškai kitokį vidaus kontrolės sistemos supratimą pateikia autorius Freidank [3]. Jis vidaus kontrolės sistemą laiko viena iš stebėjimo sistemos sudėtinių dalių ir ją apibūdina kaip visų nuo proceso priklausomų nuolatinių kontrolių sumą.

Vidaus kontrolės sistemos apibūdinimuose pabrėžiami vis skirtingi aspektai, nes ja tikimasi apimti visą ne tik valstybinio, bet ir privataus sektoriaus veiklą.

Nors kontrolės sąvoka apibrėžiama skirtingai, pabrėžiant vieną ar kitą aspektą, tačiau kaip teigia Kanapickienė [7], Lakis ir Giriūnas [8], esminis terminas, dėl kurio mokslininkai yra vieningi – vidaus kontrolė yra įmonės veiklos tikrinimas, stebėjimas, priežiūra ir reguliavimas, kas leidžia daryti lemiamą įtaką įmonės valdymui ir veiklai [6, 8].

3. Vidaus kontrolės sistemos elementai

Viena iš svarbesnių kiekvieno vadovo uždavinių yra teisingai įvertinti, kokia yra įmonės vidaus kontrolės sistema. Tačiau norint įvertinti šią sistemą, dažnai yra susiduriama su įvairiais neaiškumais ir problemomis. Siekiant nustatyti pagrindines vidaus kontrolės problemas, išskylančias įmonėse, reikia suvokti vidaus kontrolės esmę ir išnagrinėti vidaus kontrolės sistemos elementus. Mokslinėje literatūroje įvairūs autoriai pateikia skirtingus vidaus kontrolės elementus – skiriasi ne tik jų apibrėžimai, bet ir pavadinimai, kiekis ir kt. (žr. 1 pav.).

Elementas	Kontrolės aplinka	Kontrolės procedūros	Rizikos vertinimas	Informacijos sistema	Vidaus auditas	Rizikos valdymas	Kontrolės veiksmas	Kontrolės stebėseną	Turto apsaugos sistema	Efektivumo vertinimas	Kontrolės reguliuojamos taisyklės normos	Kontrolės priemonės	Pareigų atskyrimas	Kompetentingas personalas	Aptakios sistema
Šaltinis															
Kanapickienė (2001)	x	x	x	x	x										
Kanapickienė (2008)	x			x		x	x	x							
Konrath (2000)	x	x													x
Lakis (2007)	x		x	x			x	x							
Robertson (1993)	x	x		x											
Weirich, Pearson, Churyk (2011)	x	x	x	x		x	x	x		x		x	x		
Intosai (2004)	x		x	x			x	x							
Mackevičius (2001)	x	x		x					x						
Mackevičius (2009)	x		x	x			x	x							
Stringer, Carey (2002)	x	x		x		x									
King (2011)					x				x				x	x	
Kačergienė (2005)	x	x		x		x		x							x
Kinney (2000)	x	x	x	x				x							
COSO (1992)	x		x	x		x		x							
Curtis, Wu, Craig (2000)	x		x	x		x		x					x		
O'Leary, Iselin, Sharma (2006)	x		x	x		x		x							
Dunn (1996)	x	x													x
Taylor, Glezen (1997)	x	x													
Giriūnas (2009a)	x	x	x	x			x	x							

1 pav. Vidaus kontrolės sistemos elementai [4]

Vidaus kontrolės sistema, kaip ir kiekviena sistema susideda iš tam tikrų elementų. Lietuvos ir užsienio mokslinėje literatūroje pateikiama įvairių galimų vidaus kontrolės sistemos elementų klasifikacijų, nepaisant skirtingų jų formuluočių, tačiau panašių turinio prasme vidaus kontrolės sistemos elementų skaičius svyruoja nuo trijų iki dešimties. Skirtingi mokslinės literatūros autoriai vidaus kontrolės sistemos elementus nurodo nevienodai, tačiau dažniausiai yra minimi:

- kontrolės aplinka;
- rizikos vertinimas;
- informacijos sistema;
- kontrolės veiksmas;
- kontrolės procedūrų stebėseną.

Kontrolės aplinka yra vadovybės požiūris į vidaus kontrolę bei veiksmai lemiantys jos sukūrimą ir įgyvendinimą bei užtikrinantys vidaus kontrolės veikimą. Vidaus kontrolės aplinka yra visos vidaus kontrolės sistemos pagrindas. Ji yra kuriama aukščiausio lygio vadovybės.

Kontrolės aplinka yra siejama su darbuotojų kontrole, kuri turi būti sąmoninga. Jeigu šis elementas yra tinkamai įdiegtas, tai yra užtikrinama disciplina, struktūra bei atmosfera, kuri turi įtakos vidaus kontrolės kokybei [2].

Svarbiausias ir aktualiausias kontrolės elementas – rizikos vertinimas. Įmonė veikia nuolat kintančioje aplinkoje, todėl vadovams dažnai tenka priimti sprendimus turint ne visą informaciją. Rizikos įvertinimo tikslas – suteikti pakankamai informacijos rizikai valdyti [5]. Vadovai turėtų nustatyti ir analizuoti riziką, trukdančią pasiekti įmonės tikslų, apibrėžti, kaip ją valdyti. Rizikos vertinimas apima vidinės ir išorinės rizikos įvertinimą ir analizę. Įvertinus riziką, belieka ją suvaldyti arba kontroliuoti. Tai dalis kasdieninės kiekvienos įmonės veiklos [2].

Trečiasis vidaus kontrolės sistemos elementas – informacijos sistema. Informacijos sistema naudojama parengti ir teikti informaciją naudojamoms informacijos sistemoms bei ataskaitoms. Visa informacija reikalinga, kad kontrolė būtų efektyvi. Turi būti efektyvi komunikacija, kad organizacijos vadovai laiku gautų patikimą ir teisingą informaciją apie vidinę ir išorinę aplinką. Bet kuri informacinė sistema susideda iš infrastruktūros, programinės įrangos, žmonių, procedūrų (rankinių ir automatizuotų) ir duomenų [12].

Ketvirtasis vidaus kontrolės sistemos elementas – kontrolės veiksmai (procedūros). Kontrolės veiksmai – tai veiklos kryptys, konkrečios tvarkos ir procedūros, parengtos vadovaujantis pagrindiniais vidaus kontrolės principais, patvirtintos įmonės vadovybės bei skirtos rizikai valdyti ir įgyvendinti organizacijos tikslus [6]. Šiais veiksmais siekiama išvengti, nustatyti, ištaisyti klaidas ir pašalinti rizikas, atsiradusias atliekant ūkinės operacijas [2].

Penktasis vidaus kontrolės sistemos elementas – kontrolės procedūrų stebėseną (monitoringą). Kontrolės procedūrų stebėsenos elementas apibūdinamas, kaip organizacijos vidaus kontrolės efektyvumo ir kokybės periodiško vertinimo elementas [11]. Laikui bėgant, įmonėje turi būti nuolat stebima ir prižiūrima, kaip veikia vidaus kontrolės sistema, kaip užtikrinamas tinkamas užsibrėžtų tikslų siekimas.

Vidaus kontrolės sistemos priežiūra leidžia užtikrinti nuolatinį tobulėjimą ir kontrolės priemonių gerinimą [2].

Vidaus kontrolės sistemos elementus reikia vertinti kaip tam tikrų taisyklių, būdų ir priemonių visumą įmonės verslo politikai užtikrinti ir numatytiems tikslams pasiekti [4].

Nuo vidaus kontrolės sistemos ir kiekvieno jos elemento veiksmingumo priklauso įmonės veiklos konkurencingumas, finansiniai rezultatai, plėtra bei tęstinumas.

4. Išvados

1. Išanalizavus mokslinėje literatūroje pateikiamas autorių vidaus kontrolės sampratas, apibendrinant galima teigti, kad vidaus kontrolės sistema – įmonės vadovybės sukurta, atliekama ir prižiūrima procesas, skirtas įmonės numatytiems tikslams pasiekti: užtikrinti veiklos efektyvumą, teisėtumą, skaidrumą, ataskaitų teisingumą, turto apsaugą ir efektyvų verslo rizikos valdymą.
2. Vienareikšmio požūrio kaip skirstyti kontrolės sistemos elementus nėra, tačiau dažniausiai mokslinėje literatūroje minimi elementai yra vidaus kontrolės aplinka, rizikos vertinimas, informacijos sistema, kontrolės veiksmai ir kontrolės procedūrų stebėseną. Tai yra penkti pagrindiniai autorių išskiriami kontrolės sistemos elementai ir kiekvienas iš jų yra svarbus, nes iš sistemos elementų susideda vidaus kontrolės sistema. Kitu atveju, bent vienam elementui sutrikus, kontrolė tampa neefektyvi.

Literatūra

1. BIČIULAITIS, R. Organizacijų vidinės kontrolės sistema ir verslo rizikų valdymas. *Organizacijų vadyba: sisteminiai tyrimai*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas, 2001.
2. DZINGULEVIČIENĖ, A., KUSTIENĖ, A. Vidaus kontrolės sistemos kūrimas ir įgyvendinimas smulkiose ir vidutinėse Lietuvos įmonėse. *Socialiniai mokslai*. Lietuvos žemės ūkio universitetas, 2010, 86(39).
3. FRICDANK, C. CH. Das deutsche Revisionswesen unter nationalen und internationalen Reformeinflüssen Teil. *ReVision Aufgabe*. 2001, 3–8.
4. GIRIŪNAS, L., MACKEVIČIUS, J. Vidaus kontrolės elementai ir jų vertinimas. *Socialiniai mokslai. Vadyba*. 2013, 1(22), 83–88.
5. HUBBARD, L. D. *Understanding Internal Controls: Auditors Who Can Accurately Interpret COSO's Internal Control Framework Offer Great Value to Management*. Publisher: Institute of Internal Auditors, 2003, 60(5).
6. KANAPICKIENĖ, R. *Įmonės vidaus kontrolė: teorija ir praktika. Monografija*. Kaunas: Lietuvos buhalterinės apskaitos švietėjų ir tyrėjų asociacija, 2008, 271.
7. KANAPICKIENĖ, R., RAMZUTĖ, M. Įmonės vidaus kontrolės vertinimas. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos*. Kaunas: Vilniaus universiteto Kauno humanitarinis fakultetas, 2009, 2(15), 76–81.
8. LAKIS, V., GIRIŪNAS, L. The concept of internal control system: Theoretical aspect. *Ekonomika*. 2012, 91(2), 142–152.
9. *Lietuvos Respublikos Seimas* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-03-14]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.197703/asr>.

10. LIPAJ, N., DREJERIS, R. Vidaus kontrolės tobulinimo kryptys: teoriniai aspektai. *Marketingo teorijos ir aktualijos*. Vilnius: Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2018.
11. SHIM, J. K. *Internal Control and Fraud Detection*. Global Professional Publishing, 2011.
12. SINGLETON, T. Internal controls: strategies for smaller companies. *Journal of Corporate Accounting & Finance*. 2008, 19(4), 37–40.
13. *Viešojo sektoriaus vidaus kontrolės standartų gairės* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-14]. Prieiga per: www.finmin.lt/finmin.lt/failai/vidaus_auditas/Viesojo_sektoriaus_vidaus_kontroles_standartu_gaires.pdf.



REKLAMOS EMOCINIO POVEIKIO VERTINIMAS

Makarevičiūtė G.¹, Gudonavičienė R.¹

¹Kauno technologijos universitetas

Raktiniai žodžiai: GIF reklama, „Face-Reading“, emocijos.

1. Įvadas

Inovatyvių technologijų užpildytame verslo sektoriuje, reklama užima itin svarbią vietą, siekiant išlaikyti verslo įmonės žinomumą ir klientų srautą. Reklamos efektyvumas siejamas su vartotojų pritraukimu ir tam tikrų savybių atitikimu, kurias atspindi „*struktūrizuota, sukurta, ne asmeninė (ap)mokama, reklama, turinti rėmėją, įtikinanti, sutelkianti dėmesį, panaudojant reklamos „kalbą“, t. y. garsas, tekstas, vaizdas, šviesa, forma ir veiksmas*“ (Šliburytė, 2014). Be įvardintų savybių norint, kad reklama būtų veiksminga, pirmiausia reikia numatyti ir pačios reklamos kūrimo eigą, t. y. tam tikrus etapus. Pagrindiniai etapai kuriant veiksmingą reklamą remiantis Wallas (2015) yra pats pasirengimas, inkubacija, apšvietimas bei patikrinimas. Kuriant naujasias, inovatyvias GIF reklamas, reklamose yra naudojami animaciniai ir ne animaciniai personažai, kurie geba be garso ir teksto atkreipti vartotojo emocijas. Naudojant šias GIF reklamas, galima kreiptis į tikslines auditorijas, siekiant sukelti emocijas stebint GIF įmonių reklamas.

Darbo tikslas – nustatyti reklamos efektyvumą sukeliamų emocijų pagrindu.

2. Reklamos efektyvumo vertinimas

Mokslinėje literatūroje [1] sutinkami metodai, kuriuos taikant, galima išmatuoti vartotojo emocijas, kurios daro įtaką žmogaus suvokimui ir reklamos veiksmingumui. Drozdovos [6] reklamos gali sukelti emocijas, kurios skirstomos į dvi kategorijas: teigiama, kuri įtikina pirkti, sukelia teigiamas asociacijas su paslauga ar produktu ir neigiama, kuri gali sukelti baimę, nerimą ir nesusžadinti vartotojui noro pirkti. Pagal Drozdova [6], emocijų matavimo metodus galima suskirstyti: aiškūs metodus (emocijos nustatomas naudojant anketą arba vizualiai pateikiant nuotraukas su išraiškingais veidais), numanomasis metodas (fiziologiniai reiškiniai, tokie kaip delnų prakaitavimas,

drebulys), veido išraiškos metodas (skirtinga emocija turinti skirtingas veido išraiškas, pvz., nusteбęs – išsižiojęs, laimė – šypotis. Kitas aspektas ne ką mažiau svarbus siekiant sužinoti ar tikrai reklama yra efektyvi, patraukli vartotojui bei patraukia jo dėmesį, yra jos vertinimas atsižvelgiant į kitus, reklamos efektyvumą nusakančius rodiklius: socialinį, ekonominį ir psichologinį.

Socialinis reklamos efektyvumas – efektyvi reklama turi formuoti požiūrį į paslaugą, pvz., keisti gyventojų požiūrį į pensijų kaupimą.

Ekonominis reklamos efektyvumas – šis rodiklis yra apskaičiuojamas, remiantis paslaugos pardavimu, pelnu, papildomomis pajamomis, pvz., paslaugos metiniai pardavimai.

Psichologinis reklamos efektyvumas – šis etapas dar dažnai vadinamas kaip komunikaciniu efektyvumu. „*Šiame etape yra siekiama nustatyti ar reklama paveikia vartotojų sąmonę ir ar reklama nukreipia vartotoją ta linkme, kurio yra siekiama, pvz., siekiama paveikti vartotoją, jog paslauga yra itin reikalinga ir yra stebima ar vartotojas įsigys paslaugą*“ (Šliburytė, 2017).

Apibendrinant reklamos efektyvumo tikslus, rezultatas yra vartotojo emocijos ir paskatos veikti sukėlimas, kuris skatintų įsigyti reklamuojamą prekę ar paslaugą. Dėl šios priežasties, reklama sukuria tam tikrą emocinį turinį, tarp reklamuojamo produkto / paslaugos ir vartotojo, emocionaliai pritraukti žmones, o ne juos atstumti. Manoma, jog neigiama nuotaika pablogins pažinimo užduotis, kadangi teoriškai, neigiama emocinė būklė yra dominuojanti, todėl tampa sunku suvokti kitą pateikiamą informaciją suvokimui, atlikti logiškus ir pagrįstus veiksmus (Seo, 2013). Adelaar ir kt. [4] teigia, jog pirkėjo elgesys tiesiogiai priklauso nuo emocinio atsako, kuriam daro trys veiksniai: malonumas arba pasitenkinimas (angl. *Pleasure*), susijaudinimas (angl. *Arousal*), vyraujanti emocija (angl. *Dominance*). Seo ir kt. (2013) teigia, jog nepaisant individualių skirtumų, trumpos emocinės būklės gali paveikti elgesio ir pažinimo procesus ir reguliuoti suvokimą. Šiuo aspektu, trumpesni vaizdo įrašai tapo patrauklūs ir vertingi reklamos kūrimo procese, dėl savo struktūros leidžiantys greitai peržiūrėti vaizdo įrašą, perteikiantys vartotojams emocijas (Finn, 2018). Verslo įmonės pripažįsta patraukliomis reklamos formomis naująsias GIF reklamas, kurių tikslas yra emocinis atsakymas bei emocijų parodymas pasitelkiant vaizdinę medžiagą.

3. GIF reklamos ypatumai

Didžiausias GIF susidomėjimas buvo dar tada, kai tik susikūrė internetinės svetainės, kuriose GIF buvo publikuojamas kaip laisvas reklamos formatas, siekiant atkreipti vartotojo emocijas. Kat'zas ir Shiftman [2] teigia, jog GIF gali sukelti įvairias emocijas ir dėl šios priežasties, naudojant GIF atvaizdus, galima kreiptis į tikslines auditorijas. Priešingą nuomonę pateikia Tolins ir Samermit [3], kurie teigia, jog GIF priklauso nuo to, kur ir kokiame kontekste yra naudojama.

Mitlner ir Higfield (2017) teigia, naudojant GIF atvaizdus internete, socialiniuose tinkluose, vartotojams, buvo reikalinga saugykla, kuri laikui einant vis didėjo. Didėjant GIF populiarumui, taip pat reikėjo GIF naudojimą pritaikyti ir kitiems įrenginiams, tokiems kaip: mobilieji telefonai, nešiojamieji kompiuteriai, televizoriai ar didelę raišką turintys kompiuteriai [1]. Pritaikius GIF naudojimą išmaniems įrenginiams, šie tapo itin svarbiu komunikacijos priemone šiuolaikinėje skaitmeninėje erdvėje.

Siekiant pagerinti naujų produktų ir paslaugų žinomumą, padidinti internetinių svetainių lankytojų skaičius, šiandieninėje GIF reklamoje yra naudojami tik animacijos ar animuoti personažai, kurie buvo sukurti pasitelkiant spalvas iš spalvų paletės [1].

Reklamoje esantys animaciniai ir judantys reklamos elementai labiau sugeba atkreipti vartotojo dėmesį, jį išlaikyti ir paaiškinti paslaugos ar produkto sunkiai suprantamus veiksmus ir procesus. Kaip teigia, Khaunum ir kt. (2015), animacinė reklama yra puiki galimybė, nes animacinėje GIF reklamoje yra apibūdintos produkto ar paslaugos savybės ir nėra pasitelkiami žymių žmonių veidai. Siekiant sukurti GIF animacines reklamas, Ariel ir kt. (2012), teigia, jog kuriant reklamą, reikia atsižvelgti į tris pagrindinius aspektus: pranašumą (sukeltos teigiamos emocijos stebint reklamą), pažinimą (žinia apie paslaugos ar produkto naudą) ir galimybę (įrodymas, jog animuota reklama yra efektyvesnė, nei reklama su realiais žymių žmonių veidais).

Analizuojant dabartines reklamas, galima pastebėti, jog vis daugiau įmonių domisi ir investuoja į animacines reklamas ir jų kokybę, kurios geba greičiau pritraukti vartotojo dėmesį ir yra išraiškingesnės. Naudojant animacines reklamas, įmonės siekia išsiskirti rinkoje, kuriant naujo formato vaizdo įrašus ir taip aplenkti rinkoje dominuojančias įmones (Dreier, 2017). Kaip teigia Conlono (2019), GIF reklama yra XXI amžiaus komunikacinė priemonė, socialinės žiniasklaidos įrankis, pasitelkiant ne tik nuotraukas, tačiau ir tekstą, siekiant sukurti naują, inovatyvų judantį tekstinį pranešimą- reklamą. Socialiniuose tinklalapiuose pastebėjus, jog GIF reklama sulaukė didelio susidomėjimo ir naudojimo, 2018 metais, pirmasis socialinis tinklalapis *Facebook* leido naudoti kaip papildomą inovatyvų reklamos įrankį.

4. GIF reklamų perteikiamų emocijų tyrimas

Išanalizavus emocinį poveikį reklamai, parodė, jog įmonei *iDenfy*, kuri teikia inovatyvią technologiją – asmens tapatybės nustatymą nuotoliniu būdu, siekiant pritraukti būsimus partnerius Lietuvoje *iDenfy* turi tinkamai pasirinkti naująjį GIF reklamos būdą. Asmens tapatybės nustatymas yra nauja Lietuvoje bei pasaulyje. Paslaugos veikimo vieta yra nepriklausoma nuo laiko ir vietos, kadangi paslauga gali veikti 24 valandas, kadangi ji yra automatizuota ir galima aptarnauti visas pasaulio šalis. Automatinėje sistemoje yra integruoti 186 biometriniai taškai, kurie gali pasakyti ar duotieji veidai, dokumente bei žmogaus atliktoje nuotraukoje yra sutampantys, taip pat sistema geba atpažinti ar nuotrauka

yra atspausdinta ar rodoma iš mobiliojo telefono. *iDenfy* vystoma programa patikrina ar nufotografuotas dokumentas yra tikras ir ar jame esanti nuotrauka sutampa su asmens veidu.

Lietuvos rinkoje esant tik 2 asmens tapatybės nustatymo įmonėms, siekiama žengti į naują rinką pasitelkiant inovatyvų GIF reklamos metodą. Siekiant sukurti naują, inovatyvų reklamos būdą GIF reklamą, įmonė turi per trumpą laiką gebėti aiškiai ir vaizdžiai pateikti procesą paslaugos. GIF reklamos kuriamos siekiant išmatuoti reklamos emocinį poveikį vartotojams.

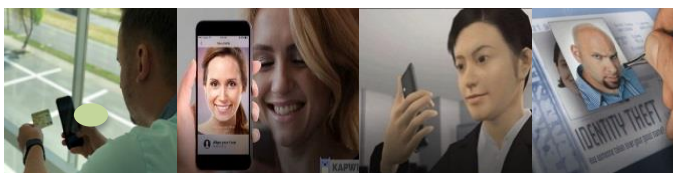
Tyrimui atlikti buvo pasirinktas transporto-logistikos sektorius, įmonių vadovai. Šis sektorius pasirinktas, kadangi tai galimai potencialūs įmonių klientai

Tyrimo problematika – kokią GIF reklamą (animuotą ar neanimuotą) parinkti transporto-logistikos sektoriui, kad ji sukeltų emocinį poveikį ir būtų vertinimas?

Tyrimas buvo atliekamas *iDenfy* centriniame ofise, gegužės mėnesio 17 d., 13 val. Tyrimų imtis buvo sudaryta remiantis Luobikienės (2011) siūlomais imties sudarymo būdais. Siekiama ištirti potencialius naujus įmonės klientus, tad buvo pasirinkta homogeninių atvejų atranka, kurios dėka pasikviesta potencialūs nauji partneriai – transporto ir logistikos sektoriaus įmonių vadovai. Eksperimente ir fokus grupėje buvo apklausti iš viso 8 asmenys, vadovaujantys transporto ir logistikos įmonėms, tokių buvo 8 asmenys: šeši (6) vyrai ir dvi (2) moterys, kuriems buvo suteiktos koduotės vardams identifikuoti.

Eksperimentine tyrimu buvo naudojama *iDenfy* įmonės sukurta naujosios GIF animacinės ir ne animacinės reklamos. Pasitelkta buvo *iDenfy* sukurta emocijų atpažinimo programa, kuri gali nustatyti asmens teigiamas / neigiamas emocijas, stebint animuotas ir ne animuotas GIF reklamas, sukurtas transporto ir logistikos sektoriaus įmonėms.

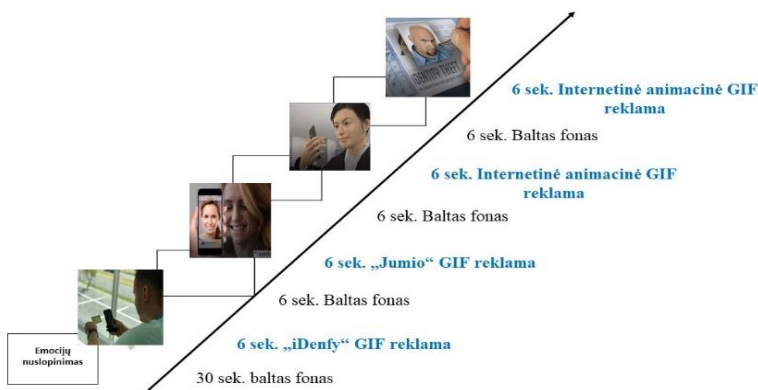
1 paveiksle pavaizduotos 4 skirtingų GIF reklamų iškarpos, kurias stebėjo įmonių atstovai.



1 pav. Iškarpos iš 4 skirtingų GIF reklamų [sudaryta autorės]

Reklamosse buvo vaizduojamas *iDenfy* asmens tapatybės nustatymo paslaugos procesas, pagrindinio konkurento *Jumio* paslaugos procesas bei internete rastos animacinės GIF reklamos. Reklamos atrinktos siekiant sukelti skirtingas emocijas: džiaugsmą, pyktį, liūdesį, dėl šios priežasties reklamos buvo naudojamos skirtingos, o ne visos *iDenfy* teikiamos paslaugos reklamos.

Eksperimentui atlikti sukurti 4 GIF (animacinės ir ne animacinės) reklamos (vaizdo įrašai), tačiau jų turinys vienodas, skiriasi tik reklamų eiliškumas kiekvienam respondentui (žr. 2 pav.).



2 pav. GIF reklamų peržiūrų procesas [sudaryta autorės]

Iš 2 paveikslo yra matomas GIF reklamų peržiūrų procesas, kurio vaizdo įrašo pradžioje yra rodomas 30 sekundžių trukmės baltas langas, siekiant neutralizuoti respondento emocijas, vėliau vaizduojamas 6 sekundžių animacinė / ne animacinės GIF reklamos. Sukurtose GIF reklamose naudojamas konkurento *Jumio* bei internete <https://giphy.com> rastos GIF reklamos. Kiekvienam respondentui buvo sukurta reklamos su skirtingu reklamų eiliškumu, siekiant vertinti emocijų poveikio efektą stebint GIF reklamas.

Sukurta emocijų atpažinimo programinė sistema kiekvienai emocijai nustato procentus nuo 1 iki 100, tai reiškia, kuo didesnis procentas atvaizduojamas, tuo intensyvesnė emocija.

Naudojama emocijų atpažinimo ir vertinimo programa, turi apribojimus: nėra galimybės išsaugoti video įrašo, emocijos yra matuojamos ne intervaliniais kintamaisiais, o pasitelkus bendrą vaizdo įrašo laiką ir parodant emocijų vidurį.

Atlikto eksperimentinio tyrimo metu gauti rezultatai buvo apibendrinti (išreikšta procentais) ir aptarti pagal atskiras emocijas, kurios pasirodė stebint animacines ir ne animacines GIF reklamas.

Tyrimo rezultatuose (žr. 3 pav.) galima matyti, kad daugiausiai pasireiškusios emocijos vienam respondentui buvo: pyktis (71 proc.), liūdesys (57 proc.), neutralus (42 proc.) bei džiaugsmas (34 proc.).

Tikėtina, šios emocijos pasireiškė dėl to, kad dalyviai buvo informuoti, jog bus filmuojami. Spėjama, respondentai itin susikaupe stebint reklamas.

Emocijos	Dalyviai							
	E	O	M	T	A	G	L	R
Pyktis, %	16	71	36	22	28	27	13	33
Pasibjaurėjimas, %	0	0	0	0	0	1	0	0
Baimė, %	4	1	26	6	3	0	3	1
Džiaugsmas, %	21	4	3	10	24	6	18	34
Liūdesys, %	48	16	33	57	33	37	23	26
Nustebimas, %	1	0	0	0	0	0	1	0
Neutrali išraiška, %	10	8	2	5	12	29	42	6

3 pav. Respondentų emocijų rezultatai stebint 4 GIF reklamas ($N = 8$; $t = 72$ s), %

Atlikus eksperimentinį tyrimą emocijų poveikio GIF reklamos vertinimą, gautas rezultatas rodo, kad neigiama emocija (71 proc.) respondentams pasireiškė labiausiai. Daroma prielaida, toks didelis neigiamas emocijų rezultatas yra dėl šių priežasčių: respondentai buvo filmuojami ir / ar nepriimtinas naujasis GIF reklamos būdas naujai transporto-logistikos rinkai.

Siekiant atlikti kokybišką GIF reklamos emocinio poveikio vertinimą, buvo atliktas ir grupinis žvalgybinis interviu, naudojant Fokus grupės metodą, kuri leido sužinoti potencialių klientų nuomonę apie naująjį GIF reklamos metodą. Fokus grupės tyrime dalyvavo tie patys transporto-logistikos sektoriaus įmonių vadovai, diskusijos trukmė 60 minučių, kurioje įmonių vadovai reiškė nuomonę ir pateikė pasiūlymus naujam *iDenfy* GIF reklamos metodui. Sudarytame Fokus grupės klausimyne buvo 10 klausimų: Kaip dažnai matote video reklamas?, Kokie efektai reklamose dažniausiai atkreipia Jūsų dėmesį?, Kaip dažnai žiūrite reklamas?, Kaip dažnai žiūrite reklamas iki galo?, Kaip emociškai šios reklamos sugebėjo Jus paveikti?, Kuri GIF reklama buvo įsimintiniausia?, Kuo būtent *iDenfy* reklama Jus sudomino?, Kaip pavaizduotos 4 GIF animacinės ir ne animacinės reklamos sugebėjo atkreipti Jūsų dėmesį?, Ar užtenka 6 sekundžių GIF reklamai, kad suprasti kokia paslauga yra reklamuojama?, Ar šis naujas GIF reklamos tipas skatina įsigyti *iDenfy* teikiamą asmens tapatybės paslaugą ar ne?. Užduotų klausimų tikslas buvo išsiaiškinti kuri GIF animacinė ar ne animacinė reklama sukėlė emocijas, suteikė daugiausiai informacijos ir ar ketina ateityje įsigyti paslaugą.

Atlikto Fokus grupės tyrimo rezultatai, rodo, jog daugiausiai emocijų sukėlė *iDenfy* reklama, kadangi joje buvo naudojami vaizdai iš realaus gyvenimo, pavaizduotas aiškus asmens tapatybės paslaugos procesas: asmuo laikantis priešais save asmens dokumentą, naudojant išmanųjį mobilųjį telefoną, fotografuoja savo dokumentą, vėliau save ir laukia sistemos atsakymo – tapatybė patvirtinta ar atmeta. Reklamoje pateikti daiktai, kurie reikalingi asmens tapatybės patvirtinimo procesui bei tinkamas apšvietimas, kurio dėka viskas aiškiai yra matoma. Gauti rezultatai rodo, kad respondentai, siekdami suprasti paslaugos esmę, save tapatina su reklamos personažu.

Apibendrinant tyrimo rezultatus, galima teigti, kad GIF reklama yra per trumpa, todėl neperteikia reikalingos informacijos. Taip pat ji įvardijama kaip

neinformatyvi, vartotojas jos nespėja susieti su konkrečia siūloma paslauga ar produktu.

GIF reklamose reikėtų atvaizduoti ne animacinius personažus, o realius atvejus ar situacijas, pasitelkiant žinomo asmens veidą, kuris atkreiptų žmonių dėmesį. Analizuoiant GIF reklamos turinį, pastebėta, kad rytų kultūros atstovai nėra palankiai vertinami respondentų, todėl žengiant į naują rinką, reklamose reikėtų naudoti rinkoje esančius dalyvius, pavyzdžiui: jei paslauga siūloma transporto-logistikos sektoriui, reklamoje turėtų būti naudojami tolimųjų reisų vairuotojai, kaip jie naudojasi paslauga.

5. Išvados

1. 6 sekundžių trukmė GIF reklamai yra netinkama, kadangi nespėjama atvaizduoti esminę informaciją ir vartotojas nesuvokia reklamoje pateiktos informacijos.
2. Įmonei reikėtų atsižvelgti į reklamos laiką ir turinį, todėl siūloma naujoje kuriamoje ir taip pat įterpti tekstą, norint sukurti efektyvią reklamą.
3. Siekiant sukurti efektyvią GIF reklamą, kiekviena konkreti GIF reklama turėtų būti sukurta tam tikrai rinkai, kurioje būtų vaizduojamas tos rinkos pritaikymas ir leistų įsivaizduoti žmonėms, kaip veiktų paslauga naujoje rinkoje.

Literatūra

1. JIANG, Y., DIMITROV, G. I., MA, S., LAO, S. *Large Scale Online Lssless Animated Gif Processor*. United States Patent Application Publication, 2020, 12–19.
2. KATZ, Y., SHIFMAN, L. *Making Sense? The Structure and Meanings of Digital Memetic Nonsense* [interaktyvus]. United States, 2017, 825–842 [žiūrėta 2020-04-13]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1080/1369118X.2017.1291702>.
3. TOLINS, J., SAMERMIT, P. *GIFs as Embodied Enactments in Text-Mediated Conversation* [interaktyvus]. United Kingdom, 2016, 75–91 [žiūrėta 2020-04-13]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1080/08351813.2016.1164391>.
4. ADELAAR, T., CHANG, S., LANCHNDORFER, K. M., LEE, B., MORMOTO, M. Effects of media formats on emotions & impulse buying behavior. *Journal of Internet Commerce*. 2003, 15(2), 97–124.
5. HUBER, F., MEYER, F., WIHRAUCH, A. Me and my cozy security blanket: the role of the „feeling of care and security“ in emotional advertising. *American Marketin Sssociation Summer*. 2011, 278–279.
6. DROZDOVA, N. Measuring emotions in marketing and consumer behavior. Is face reader applicable tool? *Master in International Business*. Bergen, Spring (S116583), 2014, 5.

7. *Animation as a Tool for Development Communication: An HCI Perspective* [interaktyvus]. 2012 [žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per: https://air.ashesi.edu.gh/bitstream/handle/20.500.11988/85/Ariel_final%20work_thesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
8. *A Brief History of the GIF (So Far)* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1177/1470412914553365>.
9. *Neutral Correlates of Preparatory and Regulatory Control Over Positive and Negative Emotion* [interaktyvus]. 2012–2015 [žiūrėta 2020-04-05]. Prieiga per: <https://login.ezproxy.vdu.lt:2443/login?url=http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail?vid=5&sid=e15d2002-120a-4111-a9c1-0e1f4e4c58a9%40sessionmgr111&hid=125&bdata=JnNpdGU9ZW9hcnQtbGl2ZQ%3d%3d#db=cmedm&AN=23887812>.
10. *88 % Will Increase Online Video Spendin in 2018* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2020-04-12]. Prieiga per: <http://www.onlinevideo.net/2017/12/increase-online-video-spending-2018/>.
11. *Markets Need a One-Second Mobile Strategy MMA Study* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-04-05]. Prieiga per: <https://www.thedrum.com/news/2019/03/12/marketers-need-one-second-mobile-strategy-says-mma-study>.
12. *GIFs Will Revolutionize Your Facebook Ads – Here's How to Use Them. Word Stream Online Advertising Made Easy* [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2020-04-13]. Prieiga per: <https://www.wordstream.com/blog/ws/2017/03/07/facebook-gif-ads>.



PENSIJŲ FONDŲ II PAKOPOS PALYGINAMOJI ANALIZĖ

Ramanauskas R.¹, Lakštutienė A.¹

¹*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: pensijų reforma, II pakopos pensijų fondai.

1. Įvadas

Išėjimas į pensiją yra svarbus gyvenimo pakitimas, susijęs su viešais diskursais, jog sumažėja ekonominis efektyvumas ir padidėja asmeninis pažeidžiamumas [2]. Sveikatos sistema greitai tobulėja, o vidutinis gyvenimo amžius palaipsniui auga, todėl vis daugiau ir daugiau pinigų reikės sveikatos išlaidoms esant pensijoje [3].

2019 m. įvykus pensijų reformai II-os pakopos tema tapo ypač svarbi visuomenėje. Sulaukus pensinio amžiaus visi gaus pensiją, dalis bus valstybinė, dalis bus sukaupta pačio žmogaus. Pensijos dydis priklauso ne tik nuo bruto atlyginimo, bet ir nuo to, kurios bendrovės fonde yra pinigai. Didžioji dalis dirbančiųjų norėdami turėti didesnę senatvės pensiją patys prisideda prie kaupimo II-je pakopoje, tačiau ne visi žino, kur kaupti yra geriausia ir kodėl.

Šiuo metu II-ją pakopą galima turėti vienoje iš penkių bendrovių: UAB „INVL Asset Management“, UAB „SEB investicijų valdymas“, UAB „Swedbank investicijų valdymas“, UAGDPB „Aviva Lietuva“ ir UAB „Luminor investicijų valdymas“. Visos šios turto valdymo bendrovės yra geros, nes klientų pinigai yra investuojami ir generuoja tam tikrą grąžą. Tačiau svarbiausia žinoti ar turto valdymo įmonė gali generuoti investuotų pinigų grąžą, kuri viršytų infliaciją, kad klientų pinigai nenuvertėtų.

Pagal pateiktus Lietuvos Banko duomenis didžiausią grąžą generuoja UAB „INVL Asset Management“ ir UAB „Swedbank investicijų valdymas“ todėl tikslinga būtų atlikti būtent šių bendrovių analizę ir išsiaiškinti, kodėl vidutinė metinė investuoto kapitalo grąža yra skirtinga.

Darbo tikslas – atlikti II-os pakopos rizikingiausių investicinių fondų UAB „INVL Asset Management“ ir UAB „Swedbank investicijų valdymas“ palyginamąją analizę.

2. Pensijų reformos ypatumai

Pasak Vasiliausko, esant dabartinėms demografijos problemoms (didelė emigracija, visuomenės senėjimas) ir netobulinant sistemos, kiekviena ateinanti karta gautų vis mažesnę pensiją, kuri šiuo metu ir taip yra ties skurdo riba [5]. Dėl to 2018 m. birželio 18 d. Lietuvos Respublikos parlamentas pakeitė kelis pensijų kaupimo įstatymo straipsnius [6]. Iki reformos žmonės, norėdami papildomai taupyti, turėdavo patys asmeniškai kreiptis į vieną iš turto valdymo įmonių ir pasirinkti tinkamo rizikingumo fondą. Lietuvos Banko (LB) duomenimis net du trečdaliai kaupiančiųjų antrosios pakopos fonduose buvo pasirinkę jiems pagal amžių netinkamus fondus, taigi neišnaudojo galimybių ir gali sukaupti per mažai lėšų oriai senatvei. Po reformos visi dirbantys iki 40 m. žmonės buvo automatiškai įtraukti į papildomą pensijų kaupimą privačiose bendrovėse. Turto valdymo įmonės buvo pasirenkamos atsitiktine tvarka, o investicijų rizikingumas pagal gyvenimo ciklo fondus (GCF). Šie fondai taip pat buvo pensijų reformos padarinys [6]. Visos privačios II-os pakopos įmonės turėjo nuo 2019 m. sausio 1 d. į rinką įvesti 7 skirtingo rizikingumo investicinius fondus. Visi asmenys dalyvaujantys kaupime buvo automatiškai priskiriami pagal savo amžių į tam tikrą GCF. Iki reformos didelė dalis žmonių nesidomėjo, kokio rizikingumo fondą jiems geriausia pasirinkti. Taip pat vienas iš reformos tikslų buvo sumažinti turto valdymo mokesť. Iki pensijų reformos turto valdymo mokesčiai buvo įvairūs ir vidutiniškai buvo apie 1 proc. nuo sukaupto kapitalo. Po reformos šis mokestis yra suvienodintas visoms turto valdymo įmonėms ir sumažintas: 2019 m. – 0,8 proc., 2020 m. – 0,65 proc., 2021 m. – 0,5 proc. Kuomet žmogus išeis į pensiją, jo pinigai ir toliau bus investuojami turto išsaugojimo fonde, tačiau šio fondo mokestis yra tik 0,2 proc.

3. Konservatyvių ir rizikingų pensijų fondų palyginamoji analizė iki 2018 m.

Empiriniai tyrimai rodo, kad asmenys, planuojantys savo pensiją iš anksto, prisitaiko lengviau prie išėjimo į pensiją ir tuo laikotarpiu gyvena laimingiau [1], nes būna sukaukę pakankamą pinigų kiekį. Pensijų kaupimo sistema leidžia kiekvienam gyventojui užsitikrinti didesnes pajamas senatvėje, tokiu būdu išlyginant skirtumus tarp skirtingų kartų gaunamų pensijų dydžio. Visgi taupymas tipiniam lietuviui niekada nebuvo lengvas: naujausi turimi duomenys rodo, kad esame linkę išleisti netgi daugiau nei uždirbame [4]. Todėl pensijų reformos metu visiems pensijų sistemos dalyviams, kurie papildomai nekaupė II-oje pakopoje, buvo atsitiktinai parinkta viena iš turto valdymo įmonių. Klientai bet kada turi teisę pereiti į kitą turto valdymo įmonę, tačiau kyla klausimas, kuri įmonė yra tinkamiausia. Lietuvos banko vadovo, teigimu, valstybė turi užtikrinti pensijų sistemos skaidrumą, stabilumą ir nepriklausomumą nuo politinių ciklų, o žmonės – domėtis, vertinti ir suprasti,

kad pensijos reikia ne tik laukti, bet ir patiems pasirūpinti rezervo kaupimu [5]. Prieš atliekant kažkokį sprendimą dažniausiai reikia remtis turima informacija, šis atvejis taip pat nėra išimtis. 1 paveiksle pateikti LB statistiniai duomenys parodantys konservatyvių ir rizikingų pensijų fondų rezultatus. Rizikingiausioje kategorijoje didžiausią investicinę grąžą klientams generuoja UAB „INVL Asset Management“ ir UAB „Swedbank investicijų valdymas“. Rizika tiesiogiai koreliuoja su grąža, o tai geriausiai parodo 1 paveikslas, nes konservatyvių investicijų kategorijoje metinė vidutinė tų pačių turto valdymo įmonių grąža sumažėja beveik dvigubai.

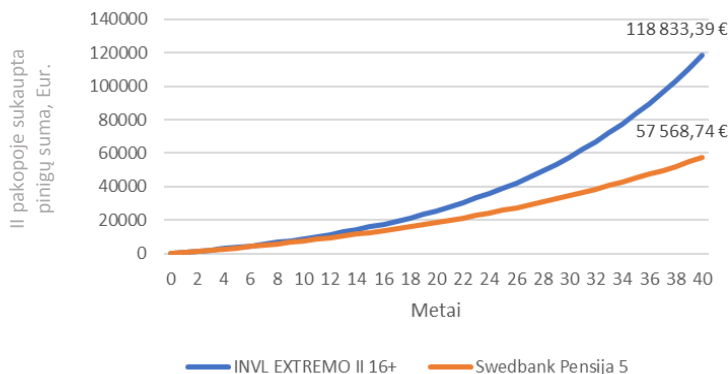
Pensijų kaupimo bendrovė	Pensijų fondo pavadinimas	Fondo veiklos laikotarpis (metai)	Suakaupto vieno dalyvio lėšų nuo fondo veiklos pradžios (eurais)	SODRA galėjo* pervesti dalyvio vardu iš viso (eurais)	Po atskaitymų nuo įmokų (eurais)	Fondo grynasis rezultatas (suakaupto s lėšos – iš SODRA pervesta suma) (eurais)	SODRA pervestų lėšų pokytis (procentais)	[PF patekusių lėšų po atskaitymo nuo įmokos pokytis (procentais)]	Vidutinis metinis vieneto vertės pokytis iki 2018-12-31 (procentais)	IRR (procentais)
KONSERVATYVAUS INVESTAVIMO PENSIJŲ FONDAI										
UAGDPB "AVIVA Lietuva"	Aviva Europensija	14,6	3 837	3 024	2 941	812	26,9%	30,5%	3,60%	3,07%
UAB "Swedbank investicijų valdymas"	Swedbank Pensija 1	14,6	3 495	3 024	2 957	471	15,6%	18,2%	2,27%	1,88%
UAB "Luminor investicijų valdymas"	Luminor pensija 1	14,6	3 532	3 024	2 960	508	16,8%	19,3%	2,69%	2,02%
UAB "INVL Asset Management"	INVL STABILO II 58+	14,6	3 912	3 024	2 995	887	29,3%	30,6%	3,74%	3,32%
UAB "SEB investicijų valdymas"	SEB Pensija 1	14,6	3 363	3 024	2 978	339	11,2%	13,0%	1,92%	1,39%
UAB "Swedbank investicijų valdymas"	Swedbank Pensija 1	14,6	3 216	3 024	2 965	192	6,3%	8,5%	1,46%	0,81%
AKCIJŲ PENSIJŲ FONDAI (70-100 PROC.)										
UAB "Luminor investicijų valdymas"	Luminor pensija 4	1,6	319,6	342,7	342,7	-23	-6,8%	-6,8%	-2,21%	-8,59%
UAB "SEB investicijų valdymas"	SEB pensija 3	12,8	3 617	2 796	2 737	821	29,4%	32,1%	2,45%	3,56%
UAB "INVL Asset Management"	INVL EXTREMO II 16+	11,3	3 514	2 334	2 303	1 181	50,6%	52,6%	6,62%	6,47%
UAB "Swedbank investicijų valdymas"	Swedbank Pensija 5	7,7	1 543	1 355	1 340	188	13,9%	15,2%	4,83%	3,70%

1 pav. Konservatyvių ir rizikingų fondų rezultatai 2004–2018 m. (sudaryta autoriaus pagal Lietuvos Banko duomenis) [7]

1 paveiksle pateikti duomenys rodo privačių fondų rezultatus nuo pat veiklos pradžios, tai yra nuo 2004 m. iki 2018 m. Konservatyvaus investavimo pensijų fondą geriausiai valdo UAB „INVL Asset Management“, o vidutinė metinė šio fondo grąža nuo 2004 m. yra 3,32 proc. Rizikingiausius portfelius taip pat valdo geriausiai ta pati įmonė ir šio portfelio vidutinė metinė grąža yra 6,47 proc. Lietuvos banko duomenimis daugiausia II-osios pakopos klientų turi UAB „Swedbank investicijų valdymas“, o didžiausią grąžą klientams duoda UAB „INVL Asset Management“ investicijos. Kadangi naujieji GFC fondai gyvuoja dar tik metus laiko, tai tiksliau būtų vertinti turto valdymo įmonių rezultatus pagal senesnius rezultatus. Tačiau reiki suprasti jog, geri rezultatai praeityje, negarantuoja tokių pačių rezultatų ateityje.

2 paveiksle pristatyti skaičiavimų rezultatai, kaip atrodytų II-oje pensijų pakopoje kaupimas viename ir kitame fonde. Skaičiavimai buvo atlikti

neatsižvelgiant į darbo užmokesčio augimą, infliaciją ir vidutinio darbo užmokesčio didėjimą. Skaičiuojant buvo daryta prielaida, kad asmens atlyginimas išliks visus 40 m. toks pats 1 200 Eur ir valstybės subsidija taip pat nekis. Taip pat skaičiuojant buvo naudota vidutinė metinė grąža rizikingiausių fondų nuo pat veiklos metų pradžios: „INVL EXTREMO II 16+“ – 6,47 proc. ir „Swedbank Pensija 5“ – 3,7 proc.



2 pav. II-oje pakopoje sukaupta pinigų suma po tam tikro laikotarpio (sudaryta autoriaus)

Pirmuosius 10 m. abiejų bendrovių fondai beveik nesiskyrė, tai reiškiasi, kad vidutinės metinės grąžos skirtumas didelės įtakos neturėjo, nes kapitalas augo dėl periodinių įmokų. Tačiau vėlesniame periode šis skirtumas pradėjo augti, tai rodo sudėtinių palūkanų galią. A. Einšteinas buvo sakęs, jog sudėtinės palūkanos yra 8-asis pasaulio stebuklas ir jis buvo teisus. Šios sudėtinės palūkanos per 40 m. asmens kapitalą esantį „INVL EXTREMO II 16+“ padidintų net 4,72 karto, o „Swedbank Pensija 5“ – 2,29 karto. Taigi, jeigu asmuo kauptų savo pensiją visus 40 m. rizikingiausiajam UAB „Swedbank investicijų valdymas“ fonde, jo kapitalo dydis būtų 57 500 Eur, o jei kauptų UAB „INVL Asset Management“ kapitalas siektų 118 800 Eur. Kapitalo dydis skiriasi beveik dvigubai, tad galima daryti išvadą, kad reikia rinktis tą fondą, kurio vidinės grąžos normos rodiklis yra pats didžiausias ilguoju periodu.

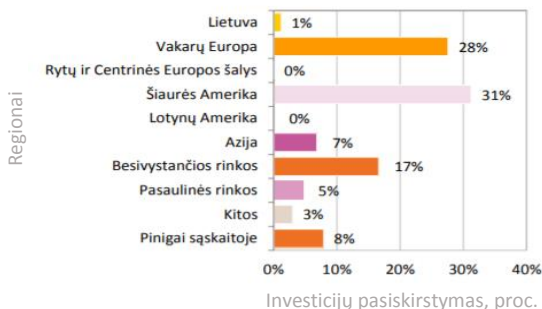
Pagal Lietuvos banko duomenis per pastaruosius 11 metų UAB „INVL Asset Management“ rizikingiausias fondas buvo tik 4 kartus pirmoje vietoje, tačiau šis fondas vis tiek yra pirmoje vietoje pagal bendrus rezultatus. Nereikia būti visuomet pirmoje vietoje, kad bendri rezultatai būtų geriausi. Tereikia, kad pirmoje vietoje esantys kiti fondai kiekvienais metais būtų skirtingi, o UAB „INVL Asset Management“ užimtų aukštą vietą.

Taigi, kuo šių įmonių investavimo strategijos skiriasi, jog kliento sukauptas kapitalas per 40 m. gali skirtis net dvigubai.

4. UAB „Swedbank investicijų valdymas“ pensijų fondo „Swedbank Pensija 5“ analizė

2018 m. gruodžio 31 d. duomenimis UAB „Swedbank investicijų valdymas“ turėjo net 40 proc. visos II-osios pakopos rinkos klientų, tai yra kiek daugiau nei 526 tūkstančiai žmonių. Iš viso tuo metu savo pensijai taupė maždaug 1 318 mln. žmonių. Rizikingiausias šios įmonės fondas vadinasi „Swedbank Pensija 5“ ir jo vidutinė metinė grąžą nuo 2011 m. gegužės mėnesio yra 3,7 proc. Pagal įmonės pateikiamą ataskaitą matoma, jog 89 proc. portfelio sudaro akcijos, 8 proc. pinigų rinkos priemonės ir 3 proc. kiti instrumentai. Didžiulė akcijų dalis portfelyje leidžia fondui uždirbti didesnę grąžą, tačiau susiduria su didele rizika. Didžiausia grąža iš akcijos kainos pokyčio, tačiau šis pokytis dažnai būna labai netolygus ir staigus, tad galima nenuspėti, į kurią vis gi pusę akcijos kaina pasislinks. Būtent todėl reikia diversifikuoti portfelį. Beveik visa pinigų suma investuojama į akcijas, tačiau investicijos gali būtų išskaidytos į skirtingus ekonominius sektorius ar netgi regionus.

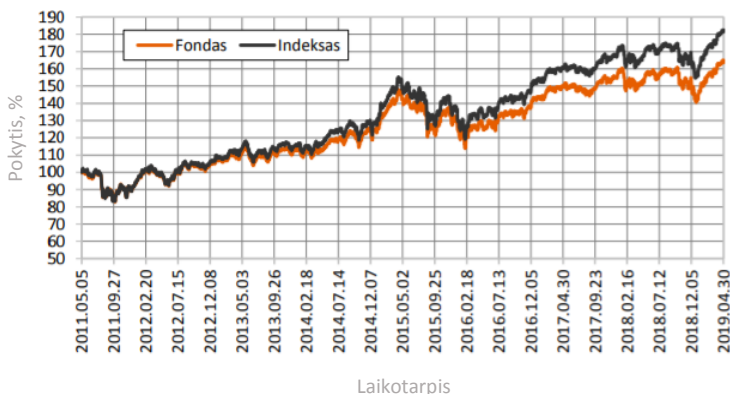
Pateiktame 3 paveiksle matyti, į kuriuos regionus yra investuota tam tikra dalis portfelio.



3 pav. Swedbank investicijų pasiskirstymas pagal regionus (pagal Swedbank duomenis) [8]

Kaip matyti iš 3 paveikslo, dominuoja Šiaurės Amerika – 31 proc., Vakarų Europa – 28 proc. ir Besivystančios rinkos – 17 proc. UAB „Swedbank investicijų valdymas“ portfelį investuoja į įvairius indeksus. Beveik 16 proc. visų turimų lėšų yra investuojama į vienos didžiausių Šiaurės Amerikos investicinių kompanijų, *Balck Rock*, indeksą – *iShares Core S&P 500 UCITS ETF*. Šis indeksas yra beveik toks pats kaip ir S&P 500 – susideda iš didžiausių kapitalą turinčių 500 įmonių akcijų. Kaip ir minėta anksčiau, šis indeksas susideda iš įvairiausių sektorių (finansai, energetika, pramonė, paslaugos, nekilnojamasis turtas ir t. t.), kas sumažina investicinę riziką. Jeigu su sunkumais susidurtų vienas ar kitas sektorius likę neleistų indeksui nuvertėti.

Swedbank fondo vieneto ir palyginamojo indekso kitimo istorija pateikta 4 paveiksle [8].



4 pav. Swedbank fondo vieneto ir palyginamojo indekso kitimo istorija (pokytis, %) (pagal Swedbank duomenis) [8]

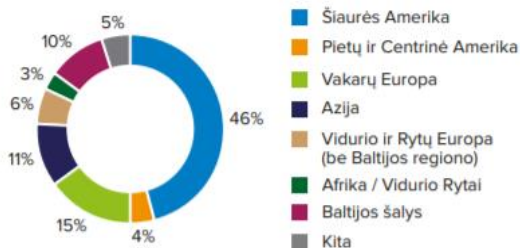
Ekonomikos augimo laikotarpiu šis fondas klientams atnešė šiek tiek grąžos, tačiau fondų valdytojams dar neteko susidurti su krize valdant šį fondą, kadangi fondas buvo įkurtas tik 2011 m. Gali būtų, kad įvykus krizei fondų valdytojai priims netinkamus sprendimus ir investicijos nuvertės drastiškai. Pavyzdžiui, Lietuvos Banko duomenimis UAB „SEB investicijų valdymas“ klientų krepšeliai esantys rizikingiausiajame fonde „SEB Pensija 3“ krizės metu (2008 m.) nuvertėjo net 45,8 proc. Klientai prarado beveik pusę savo santaupų, tačiau sekančiais metais rinka atsistatė ir grąža buvo 34,1 proc.

5. UAB „INVL Asset Management“ pensijų fondo „INVL EXTREMO II 16+“ analizė

2018 m. gruodžio 31 d. duomenimis UAB „INVL Asset Management“ turėjo 10,21 proc. visos rinkos klientų, tai yra maždaug 133 tūkstančiai žmonių. Rizikingiausias šios bendrovės fondas vadinasi „INVL EXTREMO II 16+“ ir jo vidutinė metinė grąža nuo 2007 m. yra 6,47 proc. Tai yra pati didžiausia vidutinė grąža rizikingiausių fondų kategorijoje. Įmonės pateiktoje ataskaitoje portfelį sudaro 92,8 proc. akcijų, 4,3 proc. pinigų rinkos priemonių ir 3 proc. nekilnojamojo turto fondai. Šiame fonde akcijų dalis yra šiek tiek didesnė nei analizuotame anksčiau, tačiau tai nėra vienintelis dalykas, kodėl šio fondo grąža yra žymiai didesnė.

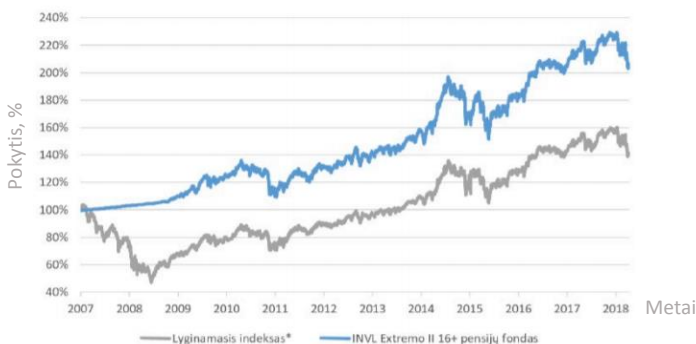
5 paveiksle matyti, kad net 46 proc. portfelio pinigų investuojami į Šiaurės Ameriką, 15 proc. – į Vakarų Europą, 11 proc. – į Aziją ir net 10 proc. portfelio dalies skirta Baltijos šalims. Šis portfelis yra stipriai išdiversifikuotas

pagal regionus, nors didžiąją dalį ir užima Šiaurės Amerika, tačiau šis regionas yra vis dar pats stipriausias ir nuo jo priklauso likusių regionų likimas. Jeigu smuks Šiaurės Amerikos ekonomika, tai toks veiksmas turės padarinių ir viso pasaulio ekonomikai.



5 pav. INVL investicijų pasiskirstymas pagal regionus (pagal INVL duomenis) [9]

Rizikingiausias „INVL EXTREMO II 16+“ pensijų fondas buvo įkurtas 2007 m. prieš pat finansinę krizę, bet investicinis portfelis nenuvertėjo, o kaip tik davė klientams šiek tiek grąžos (žr. 6 pav.). Atlikus rizikingiausių II-os pakopos investicinių fondų tyrimą buvo išsiaiškinta, jog šiuo metu geriausia rinkoje esanti turto valdymo įmonė yra UAB „INVL Asset Management“.



6 pav. INVL fondo vieneto ir palyginamojo indekso kitimo istorija (pokytis, %) (pagal INVL duomenis) [9]

Nors abi bendrovės taiko griežtas investicines strategijas, kurias prižiūri Lietuvos bankas, tačiau jų investicinė grąža skiriasi net 2,77 proc. Abi bendrovės beveik 90 proc. kapitalo, esančio rizikingiausiuose fonduose, investuoja į akcijas. Paklausiausias investicinis regionas yra Šiaurės Amerika, kadangi jis yra stabiliausias ir nuo jo priklauso viso pasaulio ekonomikos likimas. Naujai į darbo rinką atėjusiam darbuotojui II-os pakopos pensijų fondą

geriausia rinktis pagal Lietuvos banko pateikiamą vidinės grąžos normos rodiklį nuo fondo veiklos pradžios, kurį bankas atnauja kiekvienais metais sausio 1 d. Naujieji gyvenimo ciklo fondai gyvuoja šiek tiek daugiau negu metai, o tai yra labai mažas laikas norint įvertinti fondo patikimumą. Taigi, šiuo metu jauniems darbuotojams geriausia rinktis „INVL EXTREMO II 16+“ fondą, kuris per 40 m. laikotarpį 4,72 karto padidins žmonių įneštas lėšas į II-os pakopos fondą.

6. Išvados

1. Nustatyta, kad pagal 2004–2018 m. LB duomenis didžiausią grąžą generuoja UAB „INVL Asset Management“ rizikingiausias fondas „INVL EXTREMO II 16+“. Vidutinė metinė grąža siekia 6,47 proc., o toje pačioje kategorijoje antroje vietoje yra UAB „Swedbank investicijų valdymas“ su 3,7 proc. metine grąža.
2. Atlikus pensijų fondo „Swedbank Pensija 5“ analizę galima teigti, kad šis fondas buvo sukurtas praėjus finansinei krizei 2011 m. Būtent šis pasirinkimas fondų valdytojams leido išvengti neigiamos grąžos, kadangi šio fondo portfelį sudaro 89 proc. akcijų, o šis investicinis instrumentas labiausiai nuvertėja krizės metu. Dėl investicijų likvidumo ir didesnės grąžos didžiausia fondo dalis investuota į Vakarų Europos ir Šiaurės Amerikos regionus.
3. Atlikus pensijų fondo „INVL EXTREMO II 16+“ analizę galima teigti, kad beveik pusė fondo kapitalo yra investuota į Šiaurės Ameriką, kadangi šis regionas yra pats stipriausias ir nuo jo priklauso likusių regionų likimas. Nors fondas ir buvo įkurtas 2007 m., tačiau krizės metu nenuvertėjo, kaip tik davė klientams šiek tiek grąžos, nes turto valdytojai numatė kas gali įvykti finansų rinkose ir beveik visą kapitalą sudarė indėliai ir pinigai.

Literatūra

1. YEUNG, D. Y., ZHOU, X. *Planning for Retirement: Longitudinal Effect on Retirement Resources and Post-Retirement Well-Being*, 2017-05-27 [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2020-04-05]. Prieiga per: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2017.01300/full>.
2. MOFFATT, S., HEAVEN, B. „*Planning for Uncertainty*“: *Narratives on Retirement Transition Experiences*, 2017-05 [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2020-04-05]. Prieiga per: https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/F9E93130EB9BBC803BB32A94D9EBDB1D/S0144686X15001476a.pdf/planning_for_uncertainty_narratives_on_retirement_transition_experiences.pdf.

3. POKORSKI, R., BERG, B. W. *Planning for Retirement: Longitudinal Effect on Retirement Resources and Post-Retirement Well-Being*, 2017-05-27 [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per: <http://news.prudential.com/content/1209/files/HealthCareCosts.pdf>.
4. PRAPIESTIS, A. *Ekonomistas paskaičiavo, kaip atrodytų pensija kaupiant iš anksto ir ne: sumos skiriasi kartais*, 2019-06-27 [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-03-31]. Prieiga per: <https://www.delfi.lt/partnerio-turinys/naujienos/ekonomistas-paskaičiavo-kaip-atrodytu-pensija-kaupiant-is-anksto-ir-ne-sumos-skiriasi-kartais.d?id=81558789>.
5. VASILIAUSKAS, V. *Pensijų reforma – teisingas žingsnis, bet gyvybiškai svarbu išlaikyti nuoseklumą*, 2018-09-17 [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2020-03-29]. Prieiga per: <https://www.lb.lt/lt/naujienos/v-vasiliauskas-pensiju-reforma-teisingas-zingsnis-bet-gyvybiskai-svarbu-islaikyti-nuosekluma>.
6. *Respublikos socialinio draudimo pensijų įstatymo Nr. I-549 11, 12, 45, 46, 47, 48, 53 ir 62 straipsnių pakeitimo įstatymas*, 2018-06-28 [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2020-03-19]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/989dc9d27b8311e89188e16a6495e98c>.
7. *Pensijų kaupimo veiklos rodikliai*, 2019-09-30 [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-03-24]. Prieiga per: <https://www.lb.lt/lt/pf-veiklos-rodikliai>.
8. *Pensijų fondo „Pensija 5“ 2018 metų pusmečio ataskaita*. 2018-06-30 [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2020-03-24]. Prieiga per: https://www.swedbank.lt/files/ataskaitos/Pensija5_2018.06.30.pdf.
9. *„INVL EXTREMO II 16+“ pensijų fondas*, 2018-12-31 [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2020-03-25]. Prieiga per: https://www.invl.com/files/2018-IVk_ExtremoIIPF_apzvalga_LT.pdf.



BALDŲ GAMYBOS PROCESO KOKYBĖS PARAMETRŲ KONTROLĖS SISTEMOS FORMAVIMAS

Samkus V.¹, Mileris R.¹

¹*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: gamybos proceso kontrolė, proceso kokybės parametrai.

1. Įvadas

Dažnas vartotojas apibūdindamas pagrindines perkamo produkto ar paslaugos savybes, darančias įtaką apsisprendimui pirkti, viena svarbiausių kriterijų įvardina kokybę. Gamybos ar paslaugų įmonės, siekdamos tenkinti klientų pageidavimus, naudoja įvairias priemones, kurios leistų užtikrinti produkto ar paslaugos kokybę.

Daugelio mokslininkų aprašomos kokybės valdymo sistemos, dažnai apima visus procesus kurie lemia produkto ar paslaugos kokybę, tačiau skirtingose įmonėse procesai dažnai skiriasi ir yra unikalūs, todėl kartais pasirenkama kokybės valdymo sistema gali būti perteklinė ir pareikalauti papildomų resursų, kurie gali padaryti neigiamą įtaką įmonės biudžetui ir produkto ar paslaugos pristatymo laikui.

Siekiant parinkti tinkamą kokybės valdymo sistemą, būtina išgryninti procesus lemiančius galutinio produkto kokybę organizacijoje ir parinkti tinkamus kontrolės metodus, kurie leistu juos efektingai kontroliuoti bei valdyti.

Skirtingi požūriai į produkto kokybę dažnai siejami su procesais, kurie turėtų būti valdomi norint pasiekti aukščiausią kokybės lygį organizacijoje. Anot Giedraičio [6] kontrolė verslo įmonėse sulaukia nemažai mokslininkų dėmesio, šiuos klausimus nagrinėja daugelis autorių (Bičiulaitis, Patrick, Fardo, Pfister ir kt.). Savo darbuose jie teigia, kad kontrolė neįmanoma be tinkamai organizuotos įmonės apskaitos ir jos teikiamos informacijos [6], žmonėmis, procesais ir aplinka, atitinkančią klientų poreikius bei lūkesčius ir padedančia sukurti geresnę vertę.

Darbo tikslas – nustatyti gamybos procesų kontrolės trūkumus, darančius įtaką galutinio produkto kokybei.

2. Gamybos proceso kokybės parametrai

Siekiant išsiaiškinti reikalingus parametrus, lemiančius kokybę baldų gamybos procese, buvo analizuojami skirtingų autorių požiūriai į kokybę. Gamybos procesus nagrinėjantys autoriai, daugeliu atvejų kokybę apibūdino remdamiesi produkto savybėmis ir klientų pasitenkinimu.

Produkto savybėmis besiremiantys autoriai [1, 13, 14], dažnu atveju jas sieja su tam tikrais rodikliais. Martišauskienė [13] produkto savybes sieja su standartų, techninių reglamentų, teisės aktų ir kontraktų reikalavimų atitiktimis, panašios nuomonės laikosi ir Markevičiūtė [14], kuri apibūdindama kokybę produkto savybes sieja su dokumente užfiksuota informacija apie produkto charakteristikas. Chambers [3] kokybę apibrėžia kaip santykinį kokio nors daikto bruožų ar meistriškų įgūdžių laipsnį, tačiau daikto bruožus taip pat būtų galima vadinti produkto savybėmis, todėl autorių taip pat galima būtų priskirti prie kokybę, kaip produkto savybes, apibūdinančių mokslininkų.

Kitokį požiūrį turintys Asness, Frazzini, ir Pedersen [1] minėtas savybes sieja su kaina kurią investuotojai pasirengę mokėti, o mokslininkai Harvey ir Green [7] teigia, kad prekių atitiktis standartams (ką taip pat būtų galima vadinti produkto savybėmis) yra „mokslinės kokybės kontrolės“ rezultatas, lemiantis jų kokybę.

Skirtingi autoriai produkto savybes neretai sieja su klientų pasitenkinimu, pvz., Dikavičius ir Stoškus [5], kokybę apibrėžia kaip visumą gaminio savybių, visiškai tenkinančių vartotojo specifinius poreikius duotame visuomenės vystymosi etape.

Ruževičius [16] teigia, kad kokybė, tai visuma produkto savybių, lemiančių jo tinkamumą tenkinti išreikštus ir numanomas vartotojo poreikius nustatytomis produkto vartojimo (eksploatavimo) sąlygomis pagal to produkto paskirtį. Produkto savybes siejantys su klientų pasitenkinimu mokslininkai Juran ir Godfrey [9], kokybę taip pat sieja su nesančiais trūkumais, kurie autorių teigimu dažnai lemia produkto kainą, kuri mažėja didėjant kokybei.

Savybes kaip skiriamąjį bruožą apibūdinantys autoriai Zijm, Klumpp, Heragu ir Regattieri, teigia, kad kokybė svarbus veiksnys siekiant įgyti klientų pasitikėjimą ir lojalumą [17].

Apibendrinant skirtingų autorių požiūrius į kokybę, gamybos proceso kokybės parametrais galima būtų įvardinti procesus sukuriančius produkto savybes, kurios tinkamai tenkina klientų poreikius. Remiantis minėtais požiūriais procesų kokybę galima būtų vertinti dvejopai: analizuojant produktų savybes kurios lemia klientų pasitenkinimą, arba analizuojant klientų pasitenkinimą kuris kyla dėl tam tikrų produktų savybių.

Abiem atvejais atsiranda poreikis identifikuoti procesus, kurių metu sukuriama produktai, o taip pat klientų požiūrius ar nusiskundimų atvejus dėl vienos ar kitos produkto savybės.

3. Gamybos proceso kokybės kontrolė

Skirtingi autoriai, nagrinėjantys gamybos procesus, naudoja skirtingus jų apibrėžimus, pvz., Kucerova, Mlkva, Sablik, Gejgus [11] vadina juos kūrybiniais procesais, kuriančiais pridėtinę vertę, o Ballard [2] mato juos kaip medžiagų ir informacijos srautus per laiką ir erdvę, kuriančius vertę klientams. Galima rasti daug gamybos proceso apibrėžimų, tačiau norint kontroliuoti jų kokybę būtina rasti rodiklius ar jų grupes kurie leistų panaudoti vienokius ar kitokius kontrolės metodus. Analizuojant mokslinę literatūrą pastebima tendencija, kad dauguma autorių gamybos proceso apibrėžimuose naudoja tam tikrus resursų pokyčių aprašymus, pvz., Chryssolouris, teigia, kad gamybos procesas tai mechanizmų naudojimas norint transformuoti medžiagų pavidalus ir formas [4], panašios nuomonės laikosi ir Giedraitis, kurio nuomone gamybos procesas apima ir transformuoja įvairius išteklius, taip sukuriant pridėtinę vertę gamybos įmonei [6]. Gamybos procesą, kaip gamybos faktorių ar išteklių sujungimą matantys mokslininkai Zinkevičiūtė ir Vasiliauskas teigia, kad sukuriamą jų kombinaciją, kuri leidžia sukurti tam tikrą produkciją (paslaugą), siekiant ją parduoti [18].

Produkto ar medžiagų pokyčius proceso metu galima aptikti ir daugelio autorių gamybos kontrolės apibrėžimuose, pvz., Yekini, Okokpujie, Afolalu, Ajayi, Azeta, teigia, kad gamybos kontrolė yra dalis organizacijos, kuri rūpinasi įvairių žaliavų pavertimu reikiamu produktu [8], o Khojasteh, manymu ši funkcija planuoja, nukreipia ir kontroliuoja medžiagų tiekimą ir perdirbimo veiklą per visą gamybos ciklą [10].

Apibendrinant galima teigti, kad gamybos proceso kokybės kontrolė turi būti orientuota į procesus, kurių metu medžiagos ir produktai keičia savo savybes ir daro įtaką galutinio produkto vertei. Kiekvienas procesas turi savo įvestis ir išvestis, todėl proceso kontrolės metodai gali būti pasirenkami turint reikiamą informaciją apie produktus kurie patenka ir išeina iš vienos ar kitos operacijos. Kontrolės poreikis bei tipas gali būti nustatomas pagal atrastus defektus gamybos grandinėje arba galutiniame produkte, atliekant su jais susijusių operacijų analizę.

4. Klientų nusiskundimų ir atliekamų operacijų kontrolės sąsajos baldų gamyboje

Tyrimo objektas. Organizacijos procesų, lemiančių galutinio produkto kokybę kontrolė.

Tyrimo tikslas. Identifikuoti organizacijos procesų, darančių didžiausią įtaką galutinio gaminio kokybei kontrolės trūkumus.

Tyrimo uždaviniai.

Atliekant dokumentų analizę identifikuoti pasitaikančių kokybės trūkumų pobūdį ir atskleisti jų ryšius su atliekamomis operacijomis bei padaliniais.

Stebėjimo metu identifikuoti atliekamų operacijų pobūdį, kontrolės metodus ir galimą ryšį su kokybės trūkumais.

Tyrimo metodai. Siekiant išsiaiškinti organizacijos gaminamų produktų trūkumus, atliekama su jais susijusių dokumentų turinio (*Content*) analizė. Turinio analizė apibūdinama kaip mokslinis komunikacijos turinio tyrimas. Tai turinio tyrimas atsižvelgiant į žinutėse esančias reikšmes, kontekstus ir ketinimus [15]. Turinio analizė yra metodas, kuris gali būti naudojamas tiek su kokybiniais, tiek su kiekybiniais duomenimis, be to, jis gali būti tiek indukcinis, tiek dedukcinis. Indukcinis metodas taikomas kai nepakanka turimų žinių apie reiškinį arba jei šios žinios yra fragmentiškos. Kategorijos yra išvedamos iš indukcinės turinio analizės duomenų. Dedukcinė turinio analizė naudojama, kai analizės struktūra yra pritaikoma remiantis ankstesnėmis žiniomis, o tyrimo tikslas yra teorijos patikrinimas [12].

Tyrimo imtis. Dokumentų analizei bus panaudoti į baldų gamybos įmonės sistemą suvesti 2015–2020 metų laikotarpio užsakymai, kuriuos sukėlus į *Excel* lentelę bus galima grupuoti pagal jų pobūdį ir identifikavus broko pakeitimo užsakymus atlikti jų analizę. Stebėjimo metodui bus paruoštas visų operacijų sąrašas ir atrinktos visos operacijos susijusios su parduodamų produktų gamyba.

Tyrimo metu analizuojant užsakymus gautus 2015–2020 metais, naudojamas indukcinis metodas, kurio metu išskiriami prasminiai vienetai – frazės, tiksliausiai apibūdinančios klaidos pobūdį (žr. 1 pav.).

Production sales order line list

ales order	Item number	Product name	Text	Load ID	Quantity
IBS-040114	EDGE REPLACEMENT	EDGE REPLACEMENT / EDGE REPLACEMENT	EDGE REPLACEMENT CLAIM/SEE ORDER 1036956/ibs-030933, new new The seem is broken in the middle of the seats	HLB-002000	2,00
DGE REPLACEMENT PARTS					
ABRIC Adria R301 Grey 369					
TEM 1 2 SETER FRAME					
TEM 2 2 SETER FRAME					
TEM 3 NONE					
IO OF LEGS 0,00					

1 pav. Prasminio vieneto identifikavimas

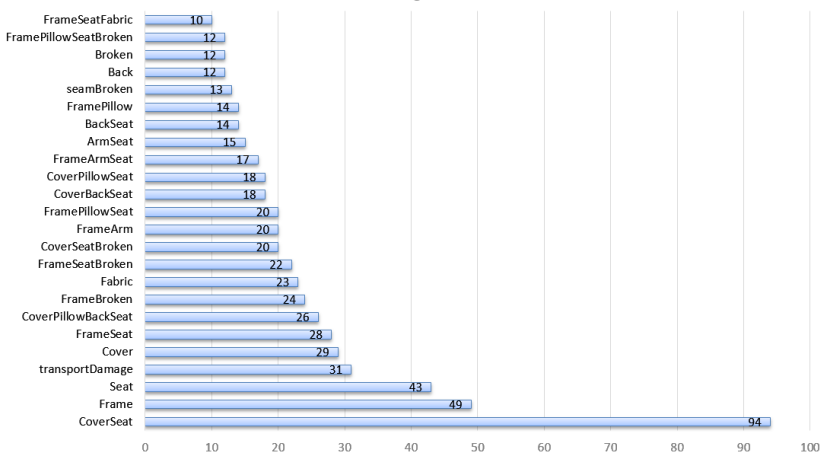
Dokumentų analizės metu buvo identifikuoti baldų dalis apibūdinantys žodžiai, taip atsirado galimybė atskirti, baldų komponentus kurie lėmė kliento nepasitenkinimą. Suskaičiavus baldų komponentų apibūdinimų kiekius, atlikta faktorinė analizė, bei susumuoti dažniausiai pasitaikantys žodžių junginiai.

Faktorinė analizė (žr. 2 pav.) parodė, kad didžiausią įtaką kokybei, sprendžiant iš klientų nusiskundimų, turėjo tokie komponentai kaip atlošas, sėdynė, pagalvė, ir uždangalas. Skaitant užsakymus išsiaiškinta, kad dažnu atveju klientai užsakydavo naujus užvalkalus dėl plyšusios siūlės tuo galima paaiškinti 4 faktoriaus komponentų svorius ir ryšį tarp jų.

Переменные	Окончательные факторы (Варианкс метод)				
	Фактор 1	Фактор 2	Фактор 3	Фактор 4	Фактор 5
Arm					-0,7452
Fabric					0,6463
Broken				0,7138	
Back	0,6830				
Cover	0,8218				
seam				0,8067	
Seat	0,7718				
Frame			0,8685		
Damage		-0,9293			
transport		-0,9300			
Pillow	0,3860		0,5927		

2 pav. Prasminių vienetų faktorinė analizė

Susumavus žodžių junginius, galima pastebėti, kad daugiausiai nusiskundimų kilo dėl sėdynės užvalkalco, rėmo, ir sėdynės (žr. 3 pav.), sėdynės frazė kaip matoma figūruoja daugelyje žodžių junginių, todėl galima daryti išvadą, kad tai daugiausiai problemų kelianti parduodamų baldų dalis.



3 pav. Dažniausiai pasitaikantys prasminių vienetų junginiai

Siekiant išsiaiškinti gamybos operacijų ryšius su prasminiais vienetais atliekant stebėjimus buvo tikrinama ar atliekami kokybės kontrolės veiksmai (žr. 1 lentelę).

Stebėjimo metu išsiaiškinta, kad kontrolė yra vykdoma tik detalių paruošimo operacijose, tačiau netaikoma pusgaminiuose kurie atsiranda tarpinių operacijų metu. Surinkto baldo kontrolė vykdoma siekiant išsiaiškinti ar visi komponentai susirenka teisingai, tačiau nevertinama detalių kokybė. Paruoštos pakuotės išvežamos į sandėlius iki jų pakrovimo.

Susumavus gautus kokybės kontrolės rezultatus išvestas kiekvieno prasminio vieneto kontrolės koeficientas. Naudojami kontrolės koeficientai tenkantys prasminiams vienetais palyginti su šių vienetų svoriu pirmajame faktoriuje (žr. 2 lentelę).

Atliekamų operacijų analizė

Operacija	Ieinantys komponentas	Išeinantis komponentas	Kontrolė 1 – vykdoma, 0 – nevykdoma	Susiję prasminiai vienetai	Kontrolė 1 – vykdoma, 0 – nevykdoma
Porolono pagalvių gamyba	Porolono blokai	Atlošo pagalvės	1	Back	1
Porolono detalių gamyba	Porolono blokai	Porolono dalys klijavimui	1	Arm	1
				Frame	1
Sukirpimo operacijos	Audiniai, oda	Kirpiniai siuvimui	1	Fabric	1
				Cover	1
				Frame	1
				Arm	1
				Pillow	1
				Back	1
				Seat	1
Siuvimo operacijos	Kirpiniai siuvimui	Siuviniai	0	Cover	0
				Frame	0
				Arm	0
				Pillow	0
				Back	0
				Seat	0
				Seam	0
Klijavimo operacijos	Porolono dalys klijavimui, lieto porolono dalys, medinės dalys	Suklijuotos dalys	0	Frame	0
				Arm	0
				Pillow	0
				Back	0
				Seat	0
Apkalimo operacijos	Suklijuotos dalys, siuviniai	Apkaltos detalės baldams	0	Frame	0
				Cover	0
				Arm	0
Pagalvių apvilkimo operacijos	Atlošo pagalvės, suklijuotos dalys	Apvilkto pagalvės	0	Pillow	0
				Cover	0
				Fabric	0
				Back	0
				Seat	0
Surinkimo operacijos	Apkaltos detalės baldams, apvilkto pagalvės	Surinkti baldai	1	Frame	1
				Arm	1
				Pillow	1
				Back	1
				Seat	1
Pakavimo operacijos	Surinkti baldai	Pakuotės paruoštos siuntimui	0	Transport	0
				Damage	0

Kontrolės koeficiento santykis su faktoriaus svoriais

Prasminis vienetas	Kontrolės koeficientas	1 faktoriaus svoriai	Santykis
Arm	0,2	0	0,20
Fabric	0,07	0	0,07
Broken	0	0	0,00
Back	0,2	0,68	-0,48
Cover	0,07	0,82	-0,75
Seam	0	0	0,00
Seat	0,13	0,77	-0,64
Frame	0,2	0	0,20
Damage	0	0	0,00
Transport	0	0	0,00
Pillow	0,13	0,39	-0,26

Iš gautų rezultatų galima matyti, kad kontrolės trūksta būtent tiems faktoriams, kurie turi didžiausią svorį tyrinėjant klientų pretenzijas užsakymuose, todėl galima daryti prielaidą, kad kontrolė yra vykdoma neatsižvelgiant į klientų nusiskundimų pobūdį ir yra netikslinga.

Ateityje būtų tikslinga peržiūrėti naudojamos kontrolės metodus ir poreikį gamybos operacijose ir atlikti reikiamus pakeitimus, kurie leistų kontroliuoti operacijas, kurios daro įtaką galutinio produkto kokybei.

5. Išvados

1. Analizuojant mokslinę literatūrą atskleistas skirtingų autorių požiūris į kokybę, leido identifikuoti tokius gamybos proceso parametrus, kaip operacijos, kurių metu sukuriamos produkto savybės, užtikrinančios galutinio produkto kokybę, kuri tenkina klientų poreikius.
2. Skirtingų autorių nuomonės apie gamybos procesą bei jo kontrolę atskleidė rodiklius kurie gali parodyti esamo proceso kontrolės trūkumus
3. Atlikta klientų nusiskundimų turinio analizė leido identifikuoti dažniausiai pasitaikančias prasmines frazes, kurios parodė kurie komponentai daro neigiamą įtaką parduodamų produktų kokybei.
4. Stebėjimo metu identifikuotos operacijos kuriose taikomi arba netaikomi kontrolės metodai, leido identifikuoti jų taikymo trūkumus bei ryšius su komponentais darančiais neigiamą įtaką galutinio gaminio kokybei.

Literatūra

1. ASNESS, C. S., FRAZZINI, A., PEDERSEN, L. H. Quality minus junk. *Review of Accounting Studies*. 2019, 24(1), 34–112.
2. BALLARD, H. G. *The Last Planner System of Production Control*. Doctoral Dissertation. University of Birmingham, 2000.
3. CHAMBERS, D. L. *Quality in Mass-Produced Insects: Definition and Evaluation. Controlling Fruit Flies by the Sterile-Insect Technique*. International Atomic Energy Agency, Vienna, 1975, 19–32.
4. CHRYSOLOURIS, G. *Manufacturing Systems: Theory and Practice*. Springer Science & Business Media, 2013.
5. DIKAVIČIUS, V., STOŠKUS, S. *Visuotinė kokybės vadyba*. Kaunas: Technologija, 2003.
6. GIEDRAITIS, A. Gamybos proceso kontrolės sistema gamybos įmonėje – vadovų ir vykdytojų nuomonių tyrimas. *Regional Formation and Development Studies*. 2015, 15(1), 47–55.
7. HARVEY, L., GREEN, D. *Defining Quality. Assessment & Evaluation in Higher Education*. 1993, 18(1), 9–34.
8. YEKINI, S. E., OKOKPUJIE, I. P., AFOLALU, S. A., AJAYI, O. O., AZETA, J. Investigation of production output for improvement. *International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development*. 2018, 8(1), 915–922.
9. JURAN, J., GODFREY, A. B. *Quality Handbook*. Republished McGraw-Hill, 1999, 173–178.
10. KHOJASTEH, Y. *Production Control Systems*. Japon, 2016.
11. KUCEROVA, M., MLKVA, M., SABLİK, J., GEJGUS, M. Eliminating waste in the production process using tools and methods of industrial engineering. *Production Engineering Archives*. 2015.
12. LAURI, S., KYNGÄS, H. *Developing Nursing Theories*. Finnish: Hoitotieteen, 2005.
13. MARTIŠAUSKIENĖ, D. *Ikimokyklinio ugdymo paslaugų kokybės valdymo modeliavimas tiriant tėvų-vartotojų poreikius*. Doctoral Dissertation. Siauliai University, 2010.
14. MARKEVIČIŪTĖ, L. Dokumentai – inherentiškas kokybės vadybos sistemos elementas. *Informacijos mokslai*. 2007, 40, 73–80.
15. PRASAD, B. D. *Content Analysis. Research Methods for Social Work*. 2008, 5, 1–20.
16. RUŽEVIČIUS, J. Kokybės vadybos ir žinių vadybos sąsajų tyrimas. *Informacijos mokslai*. 2005, 35, 47–58.
17. ZIJM, H., KLUMPP, M., HERAGU, S., REGATTIERI, A. *Operations, Logistics and Supply Chain Management: Definitions and Objectives*. In *Operations, Logistics and Supply Chain Management*. Springer, Cham, 2019, 27–42.

18. ZINKEVIČIŪTĖ, V., VASILIAUSKAS, A. V. *Gamybos logistika. Gamybos vadyba*. Klaipėda: S. Jokužio leidykla-spaustuvė, 2013.



ESTIJOS TIESIOGINIŲ UŽSIENIO INVESTICIJŲ SKATINAMIEJI VEIKSNIAI

Simonavičiūtė P.¹, Pilinkienė V.¹

¹Kauno technologijos universitetas

Raktiniai žodžiai: tiesioginės užsienio investicijos, skatinamieji veiksniai, teorijos, mokestinės sistemos privalumai.

1. Įvadas

Tiesioginės užsienio investicijos (TUI) yra pripažįstamos kaip vienas svarbiausių kiekvienos valstybės ekonomikos vystymosi veiksnių, stiprinančių ekonominius ryšius tarp valstybių bei skatinančių integraciją ir konkurencingumą pasaulinėje ekonomikoje. TUI sukuria naujas, gerai apmokamas darbo vietas, didina bendrą šalies gerovės lygį, skatindamos konkurenciją darbo rinkoje ir atlyginimų augimą. Šie aspektai padeda spręsti valstybių socialines problemas, o tai ypatingai svarbu mažoms valstybėms, tokioms kaip Estija, kurių ekonomika dažniausiai yra priklausoma nuo tarptautinės prekybos ir užsienio investicijų, gerinančių šalies ekonominę gerovę. Estijos ekonomikos augimas po nepriklausomybės atgavimo buvo sparčiausias, lyginant su Lietuva ir Latvija. Tai daugiausiai lėmė būtent spartus investicijų pritraukimas į šią šalį, tad yra svarbu išsiaiškinti, kokie veiksniai skatina TUI pritraukimą į Estiją.

Darbo tikslas – nustatyti veiksnius, skatinančius tiesioginių užsienio investicijų pritraukimą į Estiją.

Darbo uždaviniai:

1. Išsiaiškinti tiesioginių užsienio investicijų sampratą, jas aiškinančias teorijas bei skatinančius veiksnius.
2. Atlikti Estijos makroekonominės aplinkos analizę tiesioginių užsienio investicijų požiūriu.
3. Išsiaiškinti Estijos investicinį patrauklumą lemiančius pagrindinius mokestinės sistemos privalumus.

2. Tiesioginių užsienio investicijų samprata ir teorijos

Tiesioginių užsienio investicijų samprata. Tiesioginės užsienio investicijos aiškinamos kaip užsienio fizinių ir juridinių asmenų šalyje arba

šalies fizinių ir juridinių asmenų užsienyje įgyjamas ilgalaikis turtas, žemės, pastatai, įrenginiai, veikiančios įmonės ar jų akcijos [1]. EBPO analitikai taip pat yra teigia, kad darbo našumas ir investicijų atsipirkimo galimybės yra didesnės toje šalyje, kuri geba nuolat pritraukti dideles užsienio investicijas. TUI yra pagrindinis sparčiai besivystančios ekonominės integracijos elementas, dar kitaip vadinamas globalizacija [2]. Šios investicijos taip pat yra priemonė, kurianti tiesioginius, stabilius ir ilgalaikius ryšius tarp ekonomikų [6]. Taip pat ir tinkamoje politinėje aplinkoje jos gali tarnauti kaip svarbi vietos verslo plėtros priemonė, kuri gali padėti tobulinti konkurencinę padėtį tarp šalies gavėjų ir investuojančios ekonomikų. Visų pirma, TUI skatina technologijų ir patirties mainus tarp ekonomikų, taip pat suteikia galimybę investicijas priimančios šalies ekonomikai plačiau reklamuoti savo produktus tarptautinėse rinkose. Be to, TUI daro ne tik teigiamą poveikį plėtojant tarptautinę prekybą, bet ir yra svarbus kapitalo šaltinis įvairioms priimančioms šalims bei namų ūkiams. Jos leidžia šalims per trumpą laiką importuoti žmogiškąjį kapitalą ir technologijas, skatinant bendrą ūkio produktyvumo didėjimą [7].

Yra išskiriamos trys sąlygos, kurioms esant įmonės nutaria investuoti užsienyje [8]:

1. Nuosavybės teikiami privalumai (patentai, specifiniai prekybos modeliai, prekių ženklai, žmogiškasis kapitalas, vadybos modeliai ir kokybės reputacija). Materialiojo ir nematerialiojo turto teikiami privalumai ir rinkos galia turi nusverti prekių gaminimo užsienyje kaštus.
2. Įmonei turi būti naudingiau pasinaudoti nuosavybės teikiamais privalumais užsienio rinkos viduje pačiai ir tai daryti per TUI nei naudoti licencijas ir bendradarbiavimo sutartis su nepriklausomais užsienio partneriais.
3. Trečioji sąlyga teigia, kad įmonei turi būti naudingiau naudoti šiuos privalumus užsienio, o ne vidaus rinkoje. Visa tai susiję su kitos šalies vietiniais privalumais, kurie egzistuoja išorės įmonės atžvilgiu ir priklauso nuo TUI priimančios šalies ekonominių charakteristikų (darbo jėgos, gamtinių išteklių, ekonominio augimo ir t. t.).

Tiesioginės užsienio investicijas aiškinančios teorijos. Literatūroje egzistuoja ir skirtingos teorijos, bandančios paaiškinti TUI. Mickus [4] išskyrė šešias pagrindines teorijas: neoklasikinė prekybos teorija, monopolinių pranašumų teorija, tarptautinė produkto gyvavimo teorija, eklektinė OLI teorija, internacionalizacijos teorija ir žinių-kapitalo modelis.

Neoklasikinė prekybos teorija. Hekšerio Oulino modelių TUI pirmą kartą bandytos paaiškinti teoriniu požiūriu. Modelio principu valstybės eksportuoja produktus, kuriems pagaminti naudojami pigūs ir gausūs gamybos kaštai, o importuoja produktus, kurių gamybai išteklių trūksta ir jie yra brangūs, esant tobulai konkurencijai. Pagrindinis skirtumas tarp prekių – joms pagaminti naudojami ištekliai, o skirtumas tarp šalių yra turimi gamybos veiksniai. Santykinai daugiau kapitalo turinti šalis eksportuos prekes, kurių

gamybai reikia daugiau kapitalo arba perkels kapitalą į tą užsienio šalį, kurioje kapitalo graža bus didesnė, o darbo kaštai mažesni

Monopolinių pranašumų teorija. Atskiriamos TUI nuo portfelinių investicijų. TUI apima finansinio kapitalo judėjimą, technologijų, marketingo, vadybinių gebėjimų ir kt. perdavimą. Taip pat turimas kapitalas, technologijos, žmogiškieji ištekliai ir kiti nuosavybės pranašumai leidžia investuojančiai įmonei turėti konkurencinį pranašumą prieš vietines įmones, įmonės pranašumas turi būti mobilus, kad būtų galima jį perkelti į užsienio padalinį, o nauda turi būti didesnė už sunkumus, su kuriais susiduriama užsienyje.

Tarptautinė produkto gyvavimo teorija. Ši teorija – tai Hekšerio Oulino modelio papildymas apie tarptautinę prekybą. Ji teigia, kad inovacijos ir naujų produktų kūrimas dažniausiai vyksta gerai išsivysčiusiose šalyse, nes tam yra reikalingi dideli kapitalo įdėjimai ir kvalifikuota darbo jėga. Teorijoje buvo išskirtos trys produkto gyvavimo stadijos: nauja prekė, branda ir standartizacija. Išaugus eksportui įmonei naudingiau gamybą perkelti į kitas šalis, kad būtų išvengta transportavimo kaštų, muitų bei netarifinių barjerų. Išskiriama ir tai, kad dėl išaugusios konkurencijos, užsienio gamintojams pradėjus gaminti panašius produktus, produkto gamyba iš pirminės valstybės yra perkeliama į besivystančias valstybes, siekiant sumažinti gamybos kaštus, o pati valstybė iš eksportuotojas tampa importuotoja.

Eklektinė OLI teorija. Internacionalizacijos teorijos išplėtimas, nurodant priežastis kodėl produkcija turi būti gaminama užsienyje. Teorijoje išskiriamos trys veiksmų grupės, kuriose turimas pranašumas gali lemti kompanijos sprendimą tapti tarptautine įmone: nuosavybė, vietos padėtis ir internacionalizacija.

Nuosavybės pranašumas – jį gali lemti investuojančios įmonės turimos technologijos, vadybos, marketingo patirtis ir patentai.

Vietos padėties pranašumas – tai šalies gamtiniai ištekliai, transportavimo sąnaudos, makroekonominis stabilumas, valstybės reguliavimas, kultūriniai skirtumai. Taip pat ir pigūs darbo ištekliai šalyje, į kurią investuojama.

Internacionalizacijos pranašumas – įmonės siekis perkelti savo nuosavybės pranašumą į kitą šalį, kai įmonė tampa tarptautine, turėdama užsienio filialą, veikiantį kaip vietinę tos šalies įmonę, tačiau nuosavybės pranašumą išlaikant įmonės viduje.

Internacionalizacijos teorija. Šia teorija siekiama paaiškinti kodėl įmonės plečiasi į užsienio rinkas, siekdamos perimti tarpinių produktų gamybą ir integruojant šį procesą į bendrą įmonės veiklą. Tarptautinės įmonės sukuria alternatyvų mechanizmą rinkos atžvilgiu koordinuoti tarpusavyje susijusias, pridėtinę vertę kuriančias, veiklas tarp skirtingų šalių. Sprendimas tiesiogiai investuoti į kitą šalį priimamas tik tada, jei įsteigus padalinį užsienio valstybėje bus gaunama didesnė nauda iš tiekiamos tarpinės produkcijos, nei tą produkciją perkant iš užsienio partnerių. Internacionalizuotis pradedančios įmonės pirmiausia renkasi plėstis į tas rinkas, kurios yra panašiausios į vietinę

rinką tiek politinė ir ekonomine sistema, tiek ir kultūriniais bei kitais panašumais.

Žinių-kapitalo modelis. Apjungiami įmonių motyvai plėstis horizontaliai, siekiant perkelti gamybą kuo arčiau vartotojų ir taip sumažinti prekybos kaštus, bei vertikaliai – siekiant perkelti gamybą į pigios darbo jėgos valstybes. Remiantis tuo, kad daug intelektualinių žinių reikalaujanti veikla gali būti geografiškai atskirta nuo gamybos vietos bei žinių reikalaujančiai veiklai vykdyti yra reikalinga aukštesnės kvalifikacijos darbo jėga, įmonės yra suinteresuotos padalinti savo veiklą vertikaliai, mokslinę ir eksperimentinę veiklą perkeltiant į vietas, kuriose egzistuoja pigi aukštos kvalifikacijos darbo jėga, o gamybą perkeltiant į vietas, kuriose egzistuoja pigi nekvalifikuota darbo jėga. Taip pat, remiantis tuo, kad sukurtos žinios gali būti naudojamos keliuose gamybos vietose, įmonės yra suinteresuotos plėsti savo veiklos horizontaliai plėtrai ir investavimui į gamyklas skirtingose valstybėse, plečiant produktų gamybą bei siekiant masto ekonomijos.

TUI aiškinančiose teorijose galima išskirti tai, kad pagrindinis jų panašumas yra įmonių siekis sumažinti gamybos ir darbo kaštus, perkeltiant ją į užsienio valstybes, kuriose kapitalo grąža būtų didesnė, o darbo jėga pigesnė. Taip pat, šios teorijos viena kitą papildo, atsižvelgiant į tai, kad investuotojas renkasi kur investuoti ne tik pagal finansinio kapitalo judėjimus ir pigią darbo jėgą, bet ir pagal turimus žmogiškuosius išteklius, išsivystymo lygį, technologinę pažangą ir kt.

3. Estijos makroekonominės aplinkos analizė tiesioginių užsienio investicijų požiūriu

Užsienio investuotojai Estijos makroekonominę aplinką TUI požiūriu vertina kaip pakankamai palankią. Jų svarstymais, ši šalis yra viena iš politiškai stabiliausių Vidurio ir Rytų Europos šalių euro zonos, JTO, NATO ir EBPO narystėje. Estija nėra nustačiusi pajamų mokesčio įmonėms už reinvestuojamą pelną ir valstybės skola yra pati mažiausia ES. Taip pat, investuotojų vertinimu, šalis turi labai išsilavinusią ir motyvuotą darbo jėgą ir yra lyderė, taikant modernius IT sprendimus, turinti platų valstybinių elektroninių paslaugų asortimentą.

Remiantis teisės aktais, užsienio investuotojai turi lygias teises verslui kaip ir Estijos piliečiai, tai reiškia, kad TUI nėra suteikiamos specialios paskatos ar palankesnės sąlygos, o šalis suteikia vienodą apsaugą tiek vietiniams, tiek ir užsienio investuotojams. Užsienio investuotojams, renkantys investuoti Estijoje, svarbu ir tai, kad ši šalis yra skaidriausia ir mažiausiai korumpuota VRE (Tarptautinio skaidrumo suvokimo indeksas 2018 m. – 18 iš 180 šalių) bei ekonominė laisvė yra laikoma viena iš aukščiausių pasaulyje ir viena iš geriausių ES (Ekonominės laisvės pasaulyje reitingas 2019 m. – 15-oji iš 180 šalių).

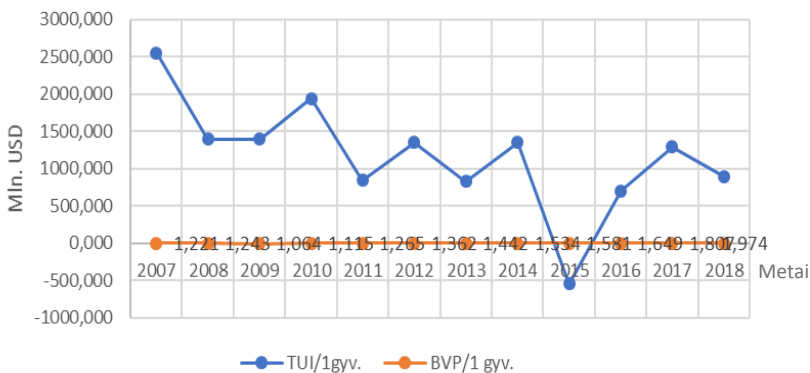
Vienu iš svarbiausių veiksnių, lemiančių TUI pritraukimą į šalį, yra laikoma šalies mokesstinė sistema. Investuotojų nuomone, pagrindiniai Estijos mokesčių politikos principai yra paprasta mokesčių sistema, plati mokesčių bazė ir žemi tarifai. Šalis yra patraukli verslo kūrimui, nes pajamų mokestis nevertinamas pagal kiekvienais metais uždirbtą pelną. Jis apskaičiuojamas kas mėnesį ir tik tada, kai paskirstomas.

Estijoje galima steigti laisvasias prekybos zonas, kuriose prekės laikomos esančiomis už apmokestinimo ribų, o PVM, akcizo, eksporto ir importo mokesčiai nėra taikomi, jei prekės, įvežtos į šias zonas, vėliau yra iš naujo eksportuojamos.

4. Estijos tiesioginių užsienio investicijų skatinamųjų veiksnių analizė ir vertinimas

Estija yra viena iš pirmaujančių Vidurio ir Rytų Europos šalių pagal TUI, tenkančias vienam gyventojui. Atsižvelgiant į TUI srautus Estijoje, pastebimas ir BVP vienam gyventojui nuolatinis augimas šalyje visu analizuojamu laikotarpiu (žr. 1 pav.).

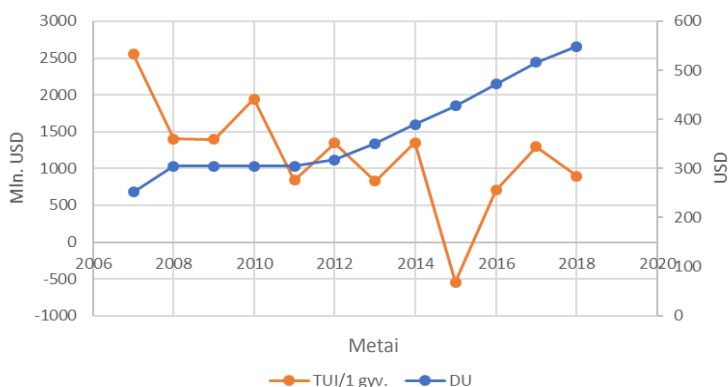
Galimai egzistuoja tiesioginė priklausomybė tarp TUI ir BVP vienam gyventojui, nes 2015 metais, kai TUI srautas šalyje buvo mažiausias (žr. 1 pav.), BVP vienam gyventojui augimas taip pat buvo lėtesnis, o 2017 metais, išaugus investicijų srautams, BVP augimas buvo spartesnis. Tuo pačiu, atsižvelgdami į augantį BVP vienam gyventojui, užsienio investuotojai renkasi investuoti Estijoje.



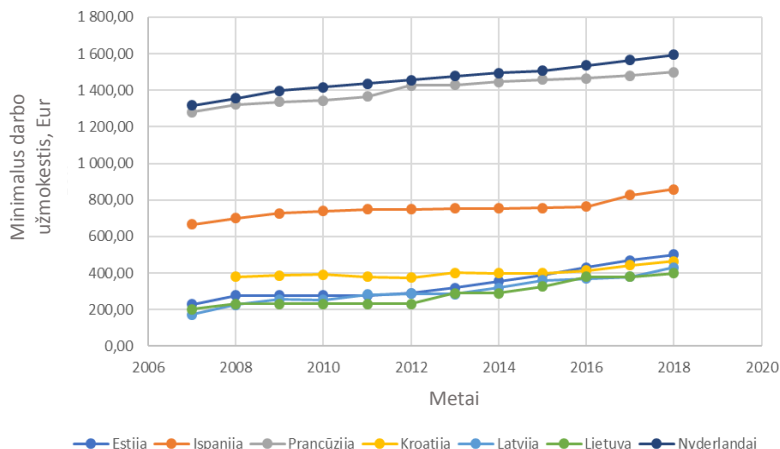
1 pav. Tiesioginės užsienio investicijos ir BVP vienam gyventojui Estijoje 2007–2018 metais [18]

Tarp minimalaus darbo užmokesčio augimo ir TUI, tenkančių vienam gyventojui srautų šalyje taip pat pastebima tiesioginė priklausomybė (žr. 2 pav.), nes 2016 metais ženkliai padidėjus investicijoms, minimalus darbo užmokestis augo šiek tiek sparčiau.

Kita vertus, lyginant su kitomis ES šalimis, Estijoje darbo jėga yra vis dar pakankamai pigi (žr. 3 pav.), todėl tai yra viena iš paskatų užsienio investicijoms būtent šioje šalyje.



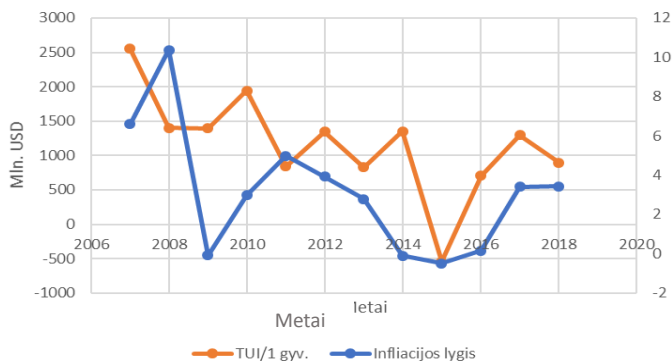
2 pav. Minimalus darbo užmokestis ir TUI vienam gyventojui Estijoje 2007–2018 metais [17, 18]



3 pav. Minimalus darbo užmokestis Europos Sąjungos šalyse 2007–2018 metais [17]

Šalies infliacijos lygis taip pat turi didelę įtaką TUI pritraukimui. Infliacijos procesai, vertinant makroekonominčius rodiklius, įvardijami kaip „išstumiantys“ investicijas [5], todėl norint pritraukti TUI reikia užtikrinti infliacijos stabilumą šalyje.

4-me paveiksle galima matyti, kad 2008 metais infliacijai staigiai padidėjus, o 2009 metais jai rekordiškai sumažėjus, TUI srautai taip pat buvo mažesni.



4 pav. Infliacijos lygis ir TUI vienam gyventojui Estijoje 2007–2018 metais [18]

Taip pat ir 2014–2016 metų laikotarpiu, infliacijos lygiui esant mažesniau už normalų, TUI srautai buvo patys mažiausi visu analizuojamu laikotarpiu.

5. Estijos investicinį patrauklumą lemiantys pagrindiniai mokestinės sistemos privalumai

Yra išskiriama daugybė šios sistemos privalumų, iš kurių pagrindinius privalumus galima suskirstyti į skirtingas juos apjungiančias kategorijas, tokias kaip: su verslu bei turtu susijusius mokesčių sistemos privalumus ir kitus su verslo infrastruktūra susijusius privalumus, lemiančius TUI pritraukimą į šalį.

Su verslu susijusių mokesčių sistemos privalumai. Investuotojus kurti verslus ir steigti įmones Estijoje skatina daugybė verslui skirtų lengvatų. Visų pirma, visos Estijos įmonės yra Estijos mokesčių rezidentės. Taip pat įmonės veiklos vieta nustatoma pagal registracijos vietą, o vadovybė ar tikrieji savininkai gali kreiptis dėl el. rezidencijos. Kaip paskata kurti darbo vietas gali būti laikoma lengvata, kai Estijos įmonės gali mokėti didelius atlyginimus ne rezidentams, nes atlyginimai ne rezidentams Estijoje nėra apmokestinami.

Nepelningos ar nesėkmingos investicijos laikomos verslo sąnaudomis, kas taip pat pritraukia daugiau užsienio investuotojų, o su verslu susijusios, nesusijusios šalių, tokios kaip paskolos palūkanos, paslaugų išmokos ir t. t., išlaidos nėra apmokestinamos gryniaisiais (nėra išskaičiuojamųjų mokesčių už rinkos lygio išlaidas). Svarbu ir tai, kad šalis netaiko išlaikymo mokesčio (WHT) (pajamų mokesčio, kurį vyriausybei turi mokėti pajamų mokėtojas, o ne jų gavėjas) dėl dividendų, interesų ir honorarų (esant tam tikroms sąlygoms). Užsienio investuotojai, rinkdamiesi šalį investicijoms,

įvertina ir tai, kaip lengvai galima registruoti PVM, o Estijoje ši registracija yra lengva, lyginant su Vakarų Europos šalimis. Išskiriama ir tai, kad mokesčių laikymas šalyje yra efektyvus (pigų, greitą, lengvą), o mokesčių sutartys sudarytos su daugiau nei 60 šalių.

Su turtu susijusių mokesčių sistemos privalumai. Steigiant užsienio kapitalo įmones Estijoje nemažiau svarbu ir tai, kad šioje šalyje yra mažas turto apmokestinimas bei nėra apmokestinamas apyvartinis dividendas.

Kiti su verslo infrastruktūra susiję privalumai. TUI pritraukimui į šalį didelę įtaką daro ir tos šalies infrastruktūros ir žmoniškojo kapitalo privalumai. Estija yra ES ir EBPO narė bei „baltojo sąrašo“ (turinti saugius laivynus) šalis, taip pat ir šios šalies įmonės priežiūra yra pigi, lyginant su kitomis „baltojo sąrašo“ šalimis.

Verslo kūrimui įtaką daro ne tik transporto bei verslo infrastruktūra, bet ir žmoniškasis kapitalas. Estijoje yra labai gerai išvystyta transporto infrastruktūra, dėl ko ypač lengva susiekti su pagrindinėmis prekybos partnerėmis. Taip pat, šioje šalyje yra saugios ir modernios bankininkystės galimybės bei el. valdymas, o mokesčių institucijos yra lengvai prieinamos ir bendradarbiaujančios. Be viso to, Estija pasižymi ir aukštu žmoniškojo kapitalo lygiu, kvalifikuota darbo jėga, kas lemia didesnę TUI pritraukimą.

6. Išvados

1. TUI yra laikomos pagrindiniu sparčiai besivystančios ekonominės integracijos elementu. Jos kuria tiesioginius, stabilius ir ilgalaikius ryšius tarp ekonomikų, tarnauja kaip svarbi vietos verslo plėtros priemonė, kuri gali padėti tobulinti konkurencinę padėtį tarp šalies gavėjos ir investuojančios ekonomikų. TUI skatina technologijų ir patirties mainus tarp ekonomikų bei daro ne tik teigiamą poveikį plėtojant tarptautinę prekybą, bet ir yra svarbus kapitalo šaltinis įvairioms priimančioms šalims bei namų ūkiams.
2. Pagrindinė paskata investuotojams Estijoje yra neapmokestinamas reinvestuojamas pelnas, kas gali būti patrauklu jaunoms ir augančioms įmonėms. Taip pat ir palanki mokesstinė sistema šalyje yra vienas iš pagrindinių veiksnių, lemiančių verslų kūrimąsi.
3. Estijos TUI skatinamaisiais veiksniais išskirti augantis BVP vienam gyventojui, kurį užsienio investuotojai palankiai vertina, rinkdamiesi šalį investicijoms; taip pat augantis vidutinis darbo užmokestis, tačiau vis dar palyginti pigi darbo jėga ir stabilus infliacijos lygis.

Literatūra

1. VAINIENĖ, R. *Ekonomikos terminų žodynas*. Vilnius: Tyto alba, 2005. ISBN 9789986164180.

2. NAULICKAITĖ, J., SOLNYŠKINIENĖ, J. *Tiesioginių užsienio investicijų plėtros sąlygos globalizacijos procesų kontekste*. Vilnius, 2016.
3. ŽUKAS, N. *Lietuvos ir Estijos tiesioginių užsienio investicijų pritraukimo lyginamoji analizė*. Šiauliai, 2013.
4. MICKUS, L. *Tiesioginių užsienio investicijų veiksmų vertinimas Baltijos valstybėse*. Kaunas, 2018.
5. DAINOROVIČ, K. *Tiesioginių užsienio investicijų tendencijos ir investicinės aplinkos patrauklumo analizė Lietuvoje*. Vilnius, 2017.
6. SIPAS, G. *Tiesioginės užsienio investicijos Lietuvoje – galimybės ir perspektyvos*. Vilnius, 2009.
7. TAMULEVIČIŪTĖ, I. *Tiesioginės užsienio investicijos Lietuvoje: analizė ir perspektyvos*. Vilnius, 2007.
8. RUPLIENĖ, D., MONTVILAITĖ, K. *Tiesioginės užsienio investicijas lemiantys veiksniai*. Šiauliai, 2008.
9. *OECD Benchmark Definition of Foreign Direct Investment* [interaktyvus]. Fourth Edition, 2008 [žiūrėta 2020-03-15]. Prieiga per: <https://www.oecd.org/daf/inv/investmentstatisticsandanalysis/40193734.pdf>.
10. *Foreign Direct Investment (FDI) in Estonia* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-02-29]. Prieiga per: <https://www.nordeatrade.com/dk/explore-new-market/estonia/investment>.
11. *Estonian Investment Agency* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-02-29]. Prieiga per: <https://investinestonia.com/investment-agency/>.
12. *Estonian Tax Basics* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-03-01]. Prieiga per: <https://learn.e-resident.gov.ee/hc/en-us/articles/360000721597-Estonian-tax-basics>.
13. *Estonian Taxes Overview* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-03-01]. Prieiga per: <https://ansonbaer.com/estonian-taxes/>.
14. *United Nations Conference on Trade and Development* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-02-29]. Prieiga per: <https://unctad.org/en/Pages/statistics.aspx>.
15. *Doing Business and Investing in Estonia* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-03-01]. Prieiga per: <https://www.pwc.com/ee/et/publications/DoingBusinessinEstonia/Doing%20Business%202019.pdf>.
16. *The Global Economy* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-03-01]. Prieiga per: https://www.theglobaleconomy.com/Estonia/trade_openness/.
17. *Eurostat Database* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-03-25]. Prieiga per: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>.
18. *The World Bank* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-03-25]. Prieiga per: <https://data.worldbank.org/>.



FINANSINIO RAŠTINGUMO VERTINIMAS INOVATYVIŲ FINANSINIŲ PASLAUGŲ VYSTYMOSI KONTEKSTE

Šiaulytė R.¹, Lakštutienė A.¹

¹Kauno technologijos universitetas

Raktiniai žodžiai: finansinis raštingumas, inovatyvios finansinės paslaugos, *FinTech*.

1. Įvadas

Finansinis raštingumas yra vienas iš veiksmų lemiančių žmonių finansinę gerovę. Šiuo metu vartotojų finansinio raštingumo pokyčiams poveikį daro finansų technologijos (angl. *FinTech*). Šios industrijos teikiamos finansinės technologijos yra technologijomis grindžiamos finansinės inovacijos, kurios padeda kurti naujus verslo modelius, veiklos programas, procesus bei produktus [14]. Dėl paslaugų skaitmeninimo vis daugiau asmenų turi teisę dalyvauti finansinėje veikloje, o tinkamų sprendimų priėmimui pagrindinį vaidmenį atlieka finansinis raštingumas [24]. Tačiau, Lietuva 2019 metais tarp visų Europos valstybių pagal finansinį raštingumą užima paskutinę, t. y. 24-ąją vietą [8]. Nors Lietuva siekia tapti *FinTech* centru Europoje, dėl palankios infrastruktūros, teisinių reglamentų, palankios investicinės aplinkos bei čia esančių talentų. Dėl to, pagal Moenjak ir kt. [16] galima teigti, kad *FinTech* plėtra padėtų pagerinti finansinį raštingumą. Tačiau, kyla klausimas kaip prie inovatyvių finansinių paslaugų sugeba prisitaikyti vartotojai ir ar jų sprendimus naudotis inovatyviomis finansinėmis paslaugomis iš tiesų lemia jų finansinio raštingumo lygis.

Darbo tikslas – atlikti finansinio raštingumo vertinimą, lemiantį vartotojų elgsenos pasikeitimus inovatyvių finansinių paslaugų vystymosi kontekste.

2. Finansinio raštingumo svarba ir vertinimo metodai

Finansinis raštingumas, tai žinios ir įgūdžiai, leidžiantys priimti kompetentingus ir veiksmingus finansinius sprendimus [8]. Tai apima, palūkanų suvokimą, infliacijos vaidmenį finansų valdyme ir finansinės rizikos diversifikavimo principus [27]. Be to, apskritai, **žmonės turintys didesnį finansinį raštingumą priima geresnius finansinius sprendimus,**

pavyzdžiui, dėl nekilnojamojo turto pirkimo, draudimo pirkimo, investavimo, taupymo, mokesčių ar pensijų planavimo bei kitais atvejais [27]. Be to, Nicolini [18] išskiria, kad finansinis raštingumas galėtų būti apibūdintas pagal penkias kategorijas: pinigų valdymas, taupymas ir investicijos, skolinimasis ir skolos, draudimas, išėjimas į pensiją ir planavimas. Šiose kategorijose žinios ir gebėjimai leistų užsitikrinti finansinę gerovę. Panos ir Wilson [21] teigia, kad daugėja įrodymų apie finansinio raštingumo sąsajas su finansine gerove. Tačiau, tuo tarpu nuomonės, kad *FinTech* turės poveikį finansiniam raštingumui ar finansinei gerovei dar nėra pagrįstų įrodymų. Naujos *FinTech* įmonės ir platformos, kurios naudoja technologijas asmeniniams finansams supaprastinti ir finansinio planavimo procesams, ne tik kuria naujos kartos finansines priemones, bet ir skatina bei palengvina finansinį švietimą [21]. *FinTech* industrija ypač didina prieinamumą ir paslaugų patogumą vartotojui, kurie yra svarbūs finansinių galimybių plėtrai. Buvo įrodyta, kad **finansinės informacijos pateikimo formatas daro įtaką mažai finansinį raštingumą turinčių asmenų pasirinkimams** [21]. Tačiau, *FinTech* plėtra gali turėti ir neigiamą poveikį, sukeldama impulsyvų vartotojų elgesį sąveikaujant su finansinėmis technologijomis ir platformomis. Tikėtina, kad tokiais atvejais, dėl sutrumpėjusio laikotarpio nuo finansinių paslaugų pirkimo iki galutinio vartojimo *FinTech* atsiradimas gali būti siejamas su vartotojų gerovės mažėjimu [21]. Nepaisant teigiamų ir neigiamų aspektų, Ran ir kt. [24] teigia, kad **vis daugiau ir daugiau asmenų turi teisę dalyvauti finansų rinkose**, tačiau mažai žinoma apie tai, ar jie turi pakankamai galimybių priimti teisingus sprendimus ir tokiu būdu gauti naudos iš finansinės veiklos. Todėl, tikslinga apžvelgti taikomus finansinio raštingumo vertinimo metodus ir gautus rezultatus.

Toliau bus aptarti šie segmentai: Lietuva, studentai, kriptovaliutos, skaitmeninės operacijos, išmaniosios programos bei platformos. Pirmame analizuojamame tyrime *Intrum* įmonė vertino finansinį raštingumą Lietuvoje pateikdami apklausą. Pagal apklausos rezultatus nustatė, kad Lietuvoje tik apie pusę respondentų (52 proc.) finansines sąvokas apibrėžia teisingai, o tik 56 proc. žmonių teigia įgiję pakankamą finansinį išsilavinimą. Be to, 38 proc. respondentų žinių gauna iš interneto, o 62 proc. išskiria, kad **technologijos iš tiesų palengvino jų finansų tvarkymą** [8]. Antrasis tyrimas atliktas su studentais iš Massachusetts universiteto esančio Jungtinėse valstijose. Tyrime Artavanis ir Karra [2] vertino finansinį raštingumą pagal tris klausimus apie palūkanas, infliaciją ir rizikos diversifikaciją. Dar literatūroje vadinamas didžiojo trejeto klausimais. Tokiu būdu ištyrė **nerimą keliantį žemą studentų finansinio raštingumo lygį** bei teigia, finansinis raštingumas gali vaidinti svarbų vaidmenį paaiškinant lyčių atlyginimų skirtumus, bent jau ankstyvose karjeros stadijose. Toliau Panos ir Karkkainen [20] finansinio raštingumo tyrimą atliko taip pat pateikdami didžiojo trejeto klausimus bei dar du klausimus susijusius su sudėtinėmis palūkanomis. Toliau tyrė finansinio raštingumo įtaką kriptovaliutų rinkoje. Nustatyta, kad turintys aukštesnį

finansinį raštingumą yra mažiau linkę naudoti kriptovaliutomis. Dėl to, kad labiau **finansiškai raštingi yra mažiau linkę įsitraukti į labai nepastovią naują priemonę ir sandorius**, kuriuos lemia nerealiai didelis pažadėtas atlygis. Kitu tyrimu French ir kt. [6] tyrė ar išmaniųjų telefonų programos galima panaudoti siekiant efektyvaus finansų valdymo. Tyrimo dalyviai buvo aprūpinti keturiomis išmaniųjų telefonų programomis: paskolų palūkanų palyginimo, išlaidų palyginimo, pinigų kalendoriaus ir skolų tvarkymo. Finansinio raštingumo vertinimui pateikti didžiojo trejeto klausimai bei vienas papildomas klausimas. Rezultate, buvo įvertinta, kad **dalyvių finansinis raštingumas pagerėjo ir atitinkamai labiau tiems, kurie dažniau naudojo programomis**, nes lengviau galėjo sekti savo pajamas ir išlaidas, dėl to tapo atsparesni susidūrę su finansiniu šoku. Sekantis, Piercy [22] pateikė aštuonių savaikių kursą. Prieš kurį ir po kurio vertino finansinį raštingumą, panaudojant anketinę apklausą, kuri išskirta pagal šešias kategorijas: finansinių galimybių įsivertinimas, vartotojo elgesys, biudžeto sudarymas, finansinės gerovės įsivertinimas, finansinės perspektyvos, skaitmeninis įsitraukimas. Viską įvertinus paaiškėjo, kad **skaitmeninė pagalba padėjo padidinti asmenų pasitikėjimą savo finansine ateitimi, ugdant finansinius įgūdžius**. Paskutiniame tyime Ran ir kt. [24] finansinį raštingumą vertino stebėdami faktinius asmenų sprendimus dalyvis – dalyviui (angl. *Peer-to-Peer*, P2P) platformoje, priimtus dėl asmeninio kredito. Finansinio raštingumo tyrimas atliktas stebint realius asmenų finansinius sprendimus, naudojantis didelio masto stebėjimo duomenimis, kad atskleistų finansinio raštingumo vaidmenį teikiant P2P skolinimąsi kylančiose rinkose. **Tyrimo rezultatai rodo finansinio raštingumo svarbą tiek skolinantis, tiek investuojant P2P skolinimo platformose**. Gauti rezultatai taip pat yra ekonomiškai reikšmingi, nes vidutinė šios platformos grąža yra apie 12,7 proc. Apibendrinant galima teigti, kad **dažniausiai finansinio raštingumo vertinimui naudojamos apklausos anketos**, tačiau vienu atveju buvo siekiama įvertinti pasinaudojus faktiniais duomenimis. Vertinimo sritys dažniausiai apima žinias apie palūkanas, rizikos diversifikaciją ir infliaciją. Vis dėlto, nors tikimasi, kad finansinės technologijos skatins geresnį finansinį raštingumą, bet vis dar liko daug iššūkių [16].

3. Inovatyvių finansinių paslaugų plėtra Lietuvoje

Inovatyvių finansinių paslaugų vystymuisi Lietuvoje didžiausią įtaką daro *FinTech* industrija. *FinTech* atėjimą į rinką skatina Lietuvos bankas, siūlydamas specialias programas: *Newcomer*, *Sandbox*, *LBChain* ir kitas [14]. Kitus Lietuvos privalumus išskiria *Invest Lithuania* ir *Rockit* [9]: palanki reguliacinė aplinka, lengvas patekimas į rinką, inovatyvi infrastruktūra, vyriausybės parama, konkurencingos kainos bei talentų pasiūla. Palankios sąlygos pritraukia vis daugiau *FinTech* įmonių į Lietuvą. *Invest Lithuania* ir *Rockit* [9] teigia, kad Lietuvoje 2019 m. fiksuota 210 *FinTech* įmonių. Toliau,

Lietuvos siekis yra tapti *FinTech* centru Europoje. Be to, Findexable [5] skelbia, kad Lietuva jau užima 4 vietos poziciją *FinTech* srityje lyginant su visomis pasaulio šalimis. Šiuo metu *FinTech* industrija Lietuvoje pakankamai išplėtė savo paslaugų spektrą, pakėlė jų kokybę [4]. Dabartiniais duomenimis yra išskirti trys Lietuvoje veikiantys *FinTech* lyderiai: *Stockinvest us*, *Coingate*, *NEO Finance* [5]. Pagal *Global FinTech Aoption Index* [5] išskirtos penkios inovatyvių finansinių paslaugų kategorijos pasaulio mastu: pinigų pavedimo ir mokėjimų paslauga, taupymo ir investicijų, draudimo, biudžeto ir finansų planavimo. Be to, teigia, kad visos kategorijos yra besiplečiančios, o tai parodo vis didesnę naudojimąsi inovatyviomis finansinėmis paslaugomis.

Finansų rinkoje vykstančios permainos priverčia susiimti tradicinius bankus [4]. Akivaizdu, kad *FinTech* atėjimas į rinką skatina tradicinius bankus teikti skaitmenizuotas paslaugas, dėl augančios konkurencijos [13]. Pagal Lee ir Shin [11] *FinTech* industrija diktuoja naujas taisykles tradiciniams bankams bei pastebi, kad tradicinės finansinės institucijos investuodamos į išorinius *FinTech* įmonių steigėjus ir į savo vidinius inovatyvių finansinių paslaugų projektus bei bendradarbiaudamos su *FinTech* įmonėmis, tikisi greičiau įdiegti inovatyvias finansines paslaugas ir įgyti konkurencinį pranašumą. Be to, naujovės bankiniame sektoriuje daro teigiamą įtaką ekonomikos augimui. Bara ir Mudzingiri [3] bei Laeven ir kiti [12] nustatė, kad tradicinių bankų sektoriuje įdiegiamos naujovės yra iš tiesų naudingos tvariai ir augimo reikalaujančiai šalies ekonomikai. Tradicinių bankų pelningumo augimo koreliaciją su inovatyvių paslaugų paketo plėtimu pastebėjo Gai ir kiti [7] atliktame tyrime. Taip pat Magotra ir kiti [15] patvirtina, kad bankų pelningumui turi įtakos bankininkystėje diegiami nauji technologiniai procesai. Šioje srityje taip pat pasireiškia ir didelės technologijų įmonės, pvz., *Facebook*, *Google* ar *Apple*, su inovatyviomis finansinėmis galimybėmis. Dėl to, inovatyvios finansinės paslaugos vis labiau skverbiasi įvairiais kanalais į finansų rinką, sukurdamos aršią konkurencinę aplinką jau esamiems rinkos dalyviams ir sukeldamos neapibrėžtumą finansų sistemos verslo modelių stabilumui, nes reikalauja novatoriškų pokyčių [26].

Technologinės bendrovės sėkmingai kuria finansinius sprendimus, panaudodamos didelius duomenis, mobiliąsias bei informacines technologijas, kad įvairiems klientams būtų teikiami patogūs produktai ir paslaugos. Nicoletti [17] teigia, kad ypač priverstė inovatyvinti bendravimą su klientais. Pagal Lagarde [10] *FinTech* teikiamos finansinės paslaugos klientams yra greitesnės, pigesnės, skaidresnės bei patogesnės nei tradicinių finansinių įstaigų. Romanova ir Kudinska [25] taip pat teigia, kad *FinTech* suteikia daugiau lankstumo ir geresnę funkcionalumą. Diegiami *FinTech* procesai sukuria **platų funkcijų diapazoną**, kurio lengviau reaguojama į individualius vartotojų poreikius. Taip pat pateikia **lengvesnę sąranką ir konfigūraciją**, skaitmenizuojant finansinius procesus. Be to, *FinTech* įmonės gali suteikti vartotojams **mažesnių įmokų pranašumą** nei tos, kurios siejamos su tradicinėmis įmonėmis. Kitas svarbus privalumas šiuolaikiniame amžiuje tapo

laikas, todėl nepaprastai svarbu kiekvienam, kad būtų galimas **24/7 paslaugų prieinamumas**. PWC [23] pranešime, pabrėžiama, kad *FinTech* įmonių prioritetas yra paslaugų teikimas klientui ištiesą parą. Be to, atsiranda įvairios rizikos. Kaip pavyzdį galima pateikti, jog atsiranda nedidelė rizika, kad ne visose šalyse *FinTech* integruojama efektyviai visuomenėje, dėl to tarp skirtingai besivystančių šalių *FinTech* atžvilgiu, galimai **tarptautinis bendradarbiavimas** gali sudaryti sunkumų. Nors taip pat svarbu, kad visose šalyse būtų laiku įtvirtintas **teisinis reguliavimas**, kuris didintų pasitikėjimą tinklais, sukurtais algoritmais ir toliau turėtų veikti kaip pagrindinė apsaugos priemonė globalizacijos procesuose [10]. Anaiptol, tai ne pagrindinės rizikos, nes visgi didžiausia rizika yra **kibernetinis saugumas**. Dauguma jurisdikcijų, kurių pajamos didesnės pagal apklausos rezultatus – *FinTech* kibernetinę riziką įvardijo kaip finansų sektoriaus problemą [1]. Toliau, Lagarde [10] įžvelgia, kad paslaugoms tampant vis labiau automatizuotoms, gali atsirasti dar viena didelė rizika, kuri sudarytų sąlygas pakenkti vartotojų duomenų apsaugai. Tačiau, anot Noreikos [19] nors **vartotojų duomenų apsauga** susijusi su pinigų judėjimu yra rizikinga, bet tai yra sudėtinė kainos dalis, kuri mokama už gerėjančias paslaugas. Toliau gali būti pasitaikančios **pinigų plovimo ir teroristų finansavimo rizikos** [10]. Visgi, Noreika [19], teigia, kad *FinTech* privalumai ateityje galimai ženkliai viršys rizikas bei turėtų palengvinti vartotojų naudojimąsi finansinėmis paslaugomis.

4. Vartotojų elgsenos pokyčių tyrimo rezultatai

Tyrimo metodika. Tyrimui atlikti pasirinktas anketinės apklausos metodas. Toliau finansinio raštingumo vertinimui buvo sudaryti trys klausimai apie palūkanas, infliaciją ir rizikos diversifikaciją. Tyrimo populiacija – Lietuvos Respublikos aukštųjų mokyklų studentai, tiriamųjų imtis – 100. Tyrimas buvo atliekamas internetu, o atranka vyko netikimybinio atrankos būdu.

Gautais rezultatai nustatyta, kad inovatyviomis finansinėmis paslaugomis naudojasi 94 proc. apklaustųjų. Tarp respondentų labiausiai žinomos trys inovatyvių finansinių paslaugų kategorijos: pinigų pavedimai ir mokėjimai (99 proc.), taupymas ir investicijos (81 proc.), skolinimasis (87 proc.). Toliau mažiausiai žinomos: biudžeto ir finansų planavimo (24 proc.) bei draudimo (16 proc.). Akivaizdu, kad daugiausiai žinomos kategorijos turėtų būti ir dažniausiai naudojamos. Visgi, nustatyta, kad tarp respondentų populiariausia kategorija yra pinigų pavedimo ir mokėjimų (95 proc.). Kitos kategorijos, kurios buvo taip pat gerai žinomos, bet naudojime ne tokios populiarios: taupymas ir investicijos (10 proc.) ir skolinimasis (20 proc.). Toliau mažiausiai žinomos kategorijos, vis dėlto yra naudojamos, bet siekia labai žemus rodiklius: biudžeto ir finansų planavimas (7 proc.) ir draudimas (2 proc.). Toliau, įvertino, kad juos labiausiai paskatino naudotis lengva sąranka (63 proc.) bei platus funkcijų diapazonas (56 proc.). Toliau mažiau populiarūs

inovatyvių paslaugų privalumai darantys įtaką šių paslaugų pasirinkimui: 24/7 paslaugų prieinamumas (38 proc.) ir žemesni įkainių dydžiai (17 proc.). Visgi, didžiausios rizikos sritys respondentų nuomone yra trys: kibernetinio saugumo pavojaus (76 proc.), vartotojų apsaugos galimas neužtikrinimas (67 proc.), pinigų plovimo atvejai (49 proc.). Toliau daug mažiau pavojingos rizikos sritys išskirtos: teisinio reguliavimo nepakankamumas (16 proc.), teroristų finansavimas (14 proc.), tarptautinio bendradarbiavimo atotrūkiai (6 proc.).

Toliau respondentų buvo klausiamą nuomonės apie tikimybę, kad inovatyviomis finansinėmis paslaugomis yra didinamas finansinis raštingumas. Su šiuo teiginiu sutiko 73 proc. Dėl to, finansinio raštingumo vertinimui, buvo atrinkti tik tie respondentai, kurie teigė, kad naudojasi inovatyviomis finansinėmis paslaugomis ir sutiko su teiginiu. Vis dėlto, finansinį raštingumą galima laikyti žemu, nes respondentai daugiausia surinko 1 balą (54 proc.) bei 17 proc. neatsakė teisingai nei į vieną klausimą. Toliau 2 balus surinko 22 proc., o 3 balus tik 7 proc. Be to, dažniausiai teisingai atsakė į klausimą susijusi su palūkanų žinių įvertinimu (59 proc.). Kitos žinios apie palūkanas ir rizikos diversifikavimą maždaug lygiavertės ir atitinkamai siekia 19 proc., 22 proc. Visgi, bet koku atveju rezultatai parodo, kad nors ir jau naudojamos inovatyviomis finansinėmis paslaugomis, bet tų respondentų finansinis raštingumas yra įvertintas žemu. Visgi, rezultate, didžiosios daugumos nuomone (88 proc.) teigia, kad jų priimami sprendimai naudojantis inovatyviomis finansinėmis paslaugomis tampa paprastesni ir aiškesni bei tik 14 proc. mano, kad dėl to iššaukiami impulsyvūs ir neapgalvoti sprendimai.

5. Išvados

1. Nustatyta, kad žmonės turintys didesnę finansinį raštingumą priima geresnius finansinius sprendimus. Taip pat nustatyta, kad skaitmeninės paslaugos padeda didinti finansinį raštingumą bei manoma, jog technologijos lengvina finansų tvarkymą. Toliau nustatyta, kad dažniausiai finansinio raštingumo vertinimui naudojamos apklausos anketos, o vertinimo sritys apima žinias apie palūkanas, rizikos diversifikaciją ir infliaciją.
2. Pažymima, kad inovatyvios finansinės paslaugos plečiasi Lietuvoje ir skatina ekonomikos augimą, o pagrindiniai teikėjai yra *FinTech* bei jų teikiamos paslaugų kategorijos pasaulyje: pinigų pavedimai ir mokėjimai, taupymas ir investicijos, biudžeto ir finansų planavimas, draudimas, skolinimasis. Toliau išskirtos patrauklios galimybės: platesnis funkcijų diapazonas, 24/7 paslaugų prieinamumas, patrauklesni paslaugų įkainių dydžiai bei lengvesnė sąranka ir konfigūracija. Bei įvertintos rizikos: teisinis reguliavimo nepakankamumas, tarptautinio bendradarbiavimo atotrūkiai, kibernetinio saugumo pavojai, vartotojų duomenų apsaugos neužtikrinimas, pinigų plovimo rizikos bei teroristų finansavimas.

3. Remiantis atlikto tyrimo rezultatais, nustatyta, kad analizuojamos tikslinės grupės finansinis raštingumas yra žemas, nes didžioji dauguma (59 proc.) yra gebantys atsakyti tik į finansinio raštingumo vertinimo srities klausimą apie palūkanas, nors jau ir naudojasi inovatyviomis finansinėmis paslaugomis. Tačiau, respondentai mano, kad inovatyvios finansinės technologijos didina finansinį raštingumą (73 proc.) bei teigia, kad priimami sprendimai tampa paprastesni ir aiškesni (88 proc.). Apibendrinant, būtina pažymėti, jog dažniausiai naudojasi pinigų pavidimo ir mokėjimo paslauga. Be to, išskiria didžiausius privalumus šių paslaugų dėl lengvos sąrankos ir konfigūracijos bei plataus funkcijų diapazono, o reikšmingiausias keliamas rizikas išskiria: kibernetinių saugumo pavojų, vartotojų duomenų apsaugos galimą neužtikrinimą ir pinigų plovimo atvejus.

Literatūra

1. ADRIAN, T., PAZARBASIOGLU, C. Five facts on Fintech. *IMFBlog – Insights & Analysis on Economics & Finance*. 2019.
2. ARTAVANIS, N., KARRA, S. Financial literacy and student debt. *The European Journal of Finance*. 2020, 26(4–5), 382–401.
3. BARA, A., MUDZINGIRI, C. Financial innovation and economic growth: evidence from Zimbabwe. *Investment Management and Financial Innovations*. 2016, 13, 65–75.
4. DEGUTIS, G. „Fintech“ rinka: ko galime tikėtis 2020-aisiais. 2020.
5. Findexable. The global FinTech index 2020. *The Global FinTech Index City Rankings Report*. 2019.
6. FRENCH, D., MCKILLOP, D., STEWART, E. The effectiveness of smartphone apps in improving financial capability. *The European Journal of Finance*. 2020, 26(4–5), 302–318.
7. GAI, K., QIU, M., SUN, X. A survey on FinTech. *Journal of Network and Computer Applications*. 2017.
8. Intrum. *European Consumer Payment Report 2019*. Lietuva, 2019.
9. Invest Lithuania, & Rockit. *The FinTech Landscape in Lithuania. Report 2019–2020*. 2020.
10. LAGARDE, C. *Fintech: Capturing the Benefits, Avoiding the Risks*. 2017.
11. LEE, I., SHIN, Y. J. Fintech: Ecosystem, business models, investment decisions, and challenges. *Business Horizons*. 2018, 35–46.
12. LAEVEN, L., LEVINE, R., MICHALOPOULOS, S. Financial innovation and endogenous growth. *Journal of Financial Intermediation*. 2015, 24(1), 1–24.
13. Lietuvos bankas. *Finansinio stabilumo apžvalga: 2017*. 2017.
14. Lietuvos bankas. *Finansinės technologijos ir inovacijos*. 2020.
15. MAGOTRA, I., SHARMA, J., SHARMA, S. K. Investigating linkage between customer value and technology adoption behaviour: A study of

- banking sector in India. *European Research on Management and Business Economics*. 2018, 24(1), 17–26.
16. MOENJAK, T., KONGPRAJYA, A., MONCHAITRAKUL, C. *FinTech, Financial Literacy, and Consumer Saving and Borrowing: The Case of Thailand*. 2020.
 17. NICOLETTI, B. *Model and Classifications. The Future of FinTech*. 2017, 31–79.
 18. NICOLINI, G. *Financial Literacy in Europe: Assessment Methodologies and Evidence from European Countries*. Routledge, 2019.
 19. NOREIKA, K. A. *JAV finansų ekspertas: „Lietuva turi puikias galimybes tapti „FinTech“ centru Europoje“*. 2017.
 20. PANOS, G. A., KARKKAINEN, T. *Financial Literacy and Attitudes to Cryptocurrencies*. SSRN 3482083, 2019.
 21. PANOS, G. A., WILSON, J. O. *Financial Literacy and Responsible Finance in the FinTech Era: Capabilities and Challenges*. 2020.
 22. PIERCY, L. *Changing Behavior Around Online Transactions*. 2018.
 23. PWC Blurred Lines: How FinTech is Shaping Financial Services. *Global FinTech Report*. 2016.
 24. RAN, X., TAN, T., PHAN, T. Q., KEPPO, J. *The Role of Financial Literacy in Online Peer-to-Peer Lending: An Empirical Approach*. 2019.
 25. ROMANOVA, I., KUDINSKA, M. Banking and Fintech: A Challenge or Opportunity? *Contemporary Studies in Economic and Financial Analysis*. 2016, 98, 21–35.
 26. SHIM, Y., SHIN, D. H. Analyzing China's fintech industry from the perspective of actor–network theory. *Telecommunications Policy*. 2016, 40(2), 168–181.
 27. SWC, H. H., PRAGIDIS, I., KARAPISTOLI, E., PANOS, G., BOUZANIS, C. *Promoting Financial Awareness and Stability. H220–687895 Data and Information Streams – Assessment Tools*. 2016.



VIEŠŲJŲ BIBLIOTEKŲ KURIAMA SOCIALINĖ VERTĖ

Zimblienė M.¹, Žvirelienė R.¹

¹Kauno technologijos universitetas

Raktiniai žodžiai: socialinė vertė, viešosios bibliotekos.

1. Įvadas

Mokslo ir technologinė pažanga, informacijos ir komunikacijos revoliuciniai pokyčiai keičia bibliotekos, vienos seniausių informacijos ir žinių saugojimo institucijų žmonijos istorijoje, funkcijas. Siekdamos patenkinti bibliotekų steigėjų ir vartotojų poreikius, išlikti gyvybingos ir konkurencingos, bibliotekos dažnai susiduria su tapatumo krize ir yra priverstos atrasti save iš naujo, todėl bibliotekų darbo laukas kaip niekada išsiplėtė. Šiandien jos tampa socialinės erdvės vieta, kuri naudojama kaip laisvalaikio praleidimo, parodų rengimo, edukacinės veiklos vykdymo ir projektų įgyvendinimo vieta, kas suteikia pridėtinę vertę visuomenei.

Mokslininkai pažymi, kad dėl didėjančios kitų institucijų konkurencijos ir augančių jų vartotojų lūkesčių, bibliotekos prisitaiko prie nuolat besikeičiančios socialinės aplinkos. Nors Lietuvos viešosios bibliotekos savo veiklos ir poveikio vertinimui renka ir pateikia jų steigėjams statistinius duomenis, tokius kaip aptarnaujamų lankytojų skaičius, fondų dydis ir išdavimas ir t. t. bei tiria vartotojų pasitenkinimą paslaugomis, kad juos išlaikytų, tačiau šie tyrimai neleidžia identifikuoti, kokia bibliotekų socialinė vertė vartotojams ir kitoms suinteresuotoms šalims.

Darbo tikslas – atskleisti viešųjų bibliotekų kuriamą socialinę vertę.

2. Socialinės vertės samprata

Mokslinėje literatūroje socialinės vertės terminas nėra aiškiai apibrėžtas. Lietuvių kalbos žodyne žodžio „socialinis(-ė)“ reikšmė siejama su visuomeniniu gyvenimu, o žodis „vertė“ – su daikto savybe, kuri daro jį naudingą [8]. Reikia pastebėti, kad socialinė vertė sinonimiškai siejama su socialinės naudos, įtakos, socialinių gėrybių bei individo socialinės gerovės terminais [1, 3–7, 9, 10].

Socialinė vertės samprata mokslininkų analizuojama ekonomikos, įmonių socialinės atsakomybės, socialinio-etinio marketingo, santykių marketingo kontekste. Pagal Baranauskienę [3], socialinė vertė plačiaja prasme suprantama kaip teigiamas ūkinės veiklos subjekto poveikis visuomenei, siejamas su viešosiomis gėrybėmis, kurios įvardijamos kaip prekės ar paslaugos, kurios nėra tiesioginės prekybos su nustatyta atitinkama kaina objektas, kurių vartojimas ir teikimas neapriojamas vienu individu ar jų grupe bei kurios yra lengvai prieinamos visuomenės nariams arba tam tikroms jų grupėms, nepriklausomai nuo to ar jie linkę už jas mokėti [3].

Kairytė ir Stroputė [12] nagrinėdamos socialinio verslo sritį pabrėžia, kad tradicinis verslas nuo socialinio skiriasi tuo, kad pastarojo misija – kurti socialinę vertę ir socialinį pokytį, pasitelkiant sprendimus visuomenės socialinėms problemoms spręsti. Socialinės vertės sąvoką jos sieja su socialinės vertės kūrimu visuomenės nariams (pvz., suteikiant mokymus, įdarbinant socialiai pažeidžiamus asmenis, sprendžiant aplinkosaugines problemas) [12]. Mokslininkai pažymi, kad socialinė vertė gali būti susijusi ir su ekonomine nauda, kuri dažnai matuojama per investicinę grąžą [4, 5, 13].

Marketingo literatūroje dominuoja idėja pagrįsta požiūriu, kad rinkos dalyviai turi gebėti kurti prasmingus santykius, kurie teikia ekonominę ir socialinę vertę ne tik tiesioginiams prekių vartotojams, bet visoms suinteresuotoms šalims, priverčiančioms įmonę būti atsakinga už savo veiksmus [2]. Socialinė vertė, anot Ulaga ir Eggert [13], yra viena iš santykių vertės dedamųjų, kuri patiriama įmonės santykiuose su vartotojais šalia ekonominės, techninės ir aptarnavimo naudų [13]. Socialinė vertė įvardijama ir kaip patirtinė / hedonistinė nauda – prekės ar paslaugos generuojama patirtis, keliama jausmai ir emocijos vartotojui [11].

Apžvelgus mokslinę literatūrą pastebėta, kad nėra vieningo ir konkretaus apibrėžimo nusakančio socialinės vertės sampratą. Apibendrinant galima teigti, kad socialinė vertė – tai veikla ar sunkiai išmatuojamo poveikio veiksniai, kuriantys socialinį pokytį visuomenėje, susiję su individo ar visuomenės gerove bei neturintys konkretaus mato vieneto.

3. Viešųjų bibliotekų kuriamos socialinės vertės aspektai

Šiandieniniame kontekste ypač svarbūs tampa bibliotekų kaip viešosios interneto prieigos teikėjų, informacinio raštingumo mokytojų, naudojimo el. valdžios paslaugomis skleidėjų vaidmenys, kurie yra daugelio vyriausybių prioritetinių sričių sąrašė. Tad vykdydamos savo veiklą bibliotekos prisideda prie įvairių politinių strategijų, tokių kaip kultūros, informacijos, raštingumo, švietimo ir kitų, įgyvendinimo [9, 10].

Iki pat šių dienų bibliotekos savo veiklos ir poveikio vertinimui renka ir pateikia jų steigėjams statistinius duomenis, tokius kaip aptarnaujamų lankytojų skaičius, fondų dydis ir išdavimas, tarpbibliotekinis abonementas, personalo skaičius, edukacinių renginių dalyvių skaičius ir t. t., tačiau daugelis

bibliotekininkystės sritį nagrinėjančių mokslininkų ir praktikų atkreipia dėmesį, kad šių statistinių duomenų vertinimas neatspindi tikrosios bibliotekų vertės visuomenei ir individui [1, 4, 5, 6, 7, 10]. Rutkauskienė [10] pabrėžia, kad atsakymai į klausimą „kiek daug“ nepateikia išsamaus vaizdo apie bibliotekų vertę vartotojams ir kitoms suinteresuotoms šalims ir neįgalina priimti sprendimų, susijusių su bibliotekos strateginiais tikslais ir planais [10]. Huysmans ir Oomes [6] taip pat pažymi, kad statistiniai duomenys apie bibliotekų paslaugų prieinamumą, kokybę, efektyvumą neatspindi bibliotekų sukuriamos socialinės vertės vartotojui, nes pasiskolinta knyga bibliotekoje dar netolygu perskaitytai knygai ar jos suteiktai naudai. Kalbant apie bibliotekų kuriamą socialinę vertę, svarbu žinoti ne kiek knygų žmogus perskaitė, bet kaip perskaityta knyga prisidėjo prie žmogaus pasaulėvaizdžio, žinių [6]. Kadangi socialinė vertė vartotojui yra sunkiai apibrėžiama ir pamatuojama, dažnai priklausanti nuo konkrečių vartotojų asmeninių poreikių, tyrėjai susiduria su sunkumais matuojant bibliotekų socialinę vertę, jos poveikį bendruomenei ir individui.

Pasak Broad, Ortiz ir Meades [4], bibliotekos šiandien yra tapusios bendruomenės centrais, prisidedančiais prie bendruomenės kultūrinės integracijos ir regioninio tapatumo, socialinės integracijos, švietimo, saviugdos ir raštingumo ugdymo, gerovės, gyventojų rekreacijos ir sveikatingumo, gyventojų užimtumo ir saugesnės bendruomenės formavimo, regiono ekonominio vystymosi, pramogų organizavimo (žr. 1 pav.) [4].



1 pav. Bibliotekų kaip bendruomenės centrų kuriama socialinė vertė [4]

Mokslinės literatūros analizė atskleidė, kad bibliotekų kuriama socialinė vertė visuomenei ir individams pasireiškia per kultūrinę, socialinę, edukacinę, ekonominę, emocinio pasitenkinimo sritis (žr. 2 pav.) [5].

Varnienės, Miliauskienės ir Sadunišvili [14] atliktas bibliotekų veiklos tyrimas patvirtino mokslines išvalgas, kad bibliotekų paslaugų poveikis vartotojui pasireiškia per kultūrinę sritį: biblioteka laikoma

bendruomeniniu gyvenimo centru, matoma kaip naujų centrų, kur gera atmosfera ir malonu leisti laiką [14].



2 pav. Bibliotekų kuriama socialinė vertė [5]

Tuo tarpu Aabø [1] atliktas empirinis tyrimas išryškino kitą bibliotekų kuriamos socialinės vertės vartotojui sritį – socialinę. Anot autorių, šiandien biblioteka bendruomenėms tapo ne tik knygų skolinimosi, bet ir susitikimo vieta. Tyrimo metu nustatyta koreliaciją tarp asmenų turinčių žemas pajamas, imigrantų ir žemą išsilavinimą turinčių vartotojų bei polinkio naudotis biblioteka kaip susitikimų vieta [1]. Varnienės ir kt. [14] atliktas tyrimas atskleidė, kad naudojimasis internetu bibliotekoje teigiamai veikia lankytojų socialinį gyvenimą, pagerina bendravimą su artimaisiais, padeda susisiekti su valdžios institucijomis [14].

Bibliotekos kuria socialinę vertę ir per edukacinę sritį, prisidedamos prie lankytojų mokymosi visą gyvenimą. Naudojimasis bibliotekos paslaugomis padeda įgyti žinių ir įgūdžių pritaikomų profesinėje veikloje ar mokslo srityje. Organizuojami mokymai bibliotekose suteikia naujų kompiuterinio raštingumo įgūdžių vyresnio amžiaus vartotojams ir ugdo jų kritinį požiūrį į gautą informaciją. Šiandien bibliotekų vartotojai išmoka: įkelti el. dokumentą į specifinę programą; kurti ir redaguoti dokumentus; redaguoti nuotraukas, vaizdo, garso įrašus; naudotis duomenų bazėmis; programavimo, svetainės kūrimo ir valdymo pagrindų [14].

Huysmans ir Oomes [6] analizuoja bibliotekų poveikį visuomenei per ekonominę sritį. Autoriai pažymi, kad dalis mokslininkų bibliotekų kuriamą socialinę vertę bando matuoti per investicinę grąžą, kuri nusako ar, ir kiek, investuota pinigų suma į bibliotekas atsiperka [6]. Aabø [1] atliktas bibliotekų vertės socio-ekonominiu aspektu tyrimas parodė, kad Jungtinėje Karalystėje 1 Eur investuotas į bibliotekas sukuria 3,5 dolerių vertės grįžtamąją grąžą mokesčių mokėtojams. Tokie tyrimai buvo atlikti JAV, Australijoje, Naujojoje Zelandijoje, Pietų Korėjoje, Norvegijoje. Tyrimų rezultatai leido nustatyti, jog už kiekvieną mokesčių mokėtojų dolerį, kuris buvo investuotas į viešąsias bibliotekas, bibliotekos grąžinama vertė vietos bendruomenei buvo vidutiniškai 4–5 kartus didesnė, nei investuota suma. Latvijoje atlikti investicinės grąžos tyrimai atskleidė, kad 1 Eur investuotas į bibliotekas atsiperka dvigubai [1]. Tačiau dalis mokslininkų abejoja šių tyrimų teisingumu

dėl vartotojų subjektyvumo vertinant bibliotekų paslaugų vertę. Tuo tarpu Lietuvoje atliktas tyrimas išryškino bibliotekų paslaugų socialinę vertę individualiems vartotojams per šiuos ekonomikos aspektus: taupymą, daiktų pirkimą, pinigų uždirbimą, darbo paiešką [14].

Pečeliūnaitė [9], tirdama bibliotekų veiklos ir bendruomenės narių gyvenimo kokybės sąsajas, atskleidė bibliotekų paslaugų kuriamą socialinę vertę per emocinio pasitenkinimo prizmę. Tyrimu nustatyta, kad apskričių viešųjų bibliotekų (AVB) veikla veikia bendruomenės narių gyvenimo kokybę. Tai patvirtina stipri koreliacija tarp Lietuvos AVB veiklos ir bendruomenės gyvenimo kokybės [9].

Verta paminėti, kad dalis mokslininkų pripažįsta, kad vertinant bibliotekų socialinę vertę bendruomenei reikėtų tirti ne tik bibliotekų vartotojus, bet ir bendruomenės narius, kurie taip pat yra mokesčių mokėtojai, tačiau nesinaudoja bibliotekų paslaugomis. Intekhab [7], analizuodamas bibliotekų socialinę vertę, atliko ne tik vartotojų, bet ir asmenų nesinaudojančių bibliotekos paslaugomis apklausą, kuri atskleidė, kad nors bibliotekų vartotojai labiau įžvelgia jiems kuriamą socialinę vertę, tačiau ir nesinaudojantys bibliotekų paslaugomis, akcentuoja šiuos bibliotekų kuriamos socialinės vertės aspektus:

- biblioteka atlieka svarbų vaidmenį bendruomenės ir individų socialinės gerovės kūrime;
- biblioteka prisideda prie mokymosi visą gyvenimą ir yra formalaus ir neformalaus švietimo centras;
- ji yra reikšminga įsitraukiančios ir kuriančios bendruomenės susitikimų vieta;
- biblioteka suteikia informaciją susijusią su karjera, priėjimą prie informacijos resursų, gerina raštingumą, prisideda prie savišvietos ir kompiuterinio raštingumo stiprinimo;
- biblioteka atlieka svarbų vaidmenį bendruomenės stiprinime, teikia kultūros, švietimo ir informacijos paslaugas, mažina socialinę atskirtį [7].

Apibendrinant galima teigti, kad šiandien bibliotekos funkcijos keičiasi ir vartotojų akyse ji matoma ne tik kaip knygų skolinimosi vieta, bet tampa bendruomenės laisvalaikio, švietimo, rekreacijos ir sveikatingumo, gyventojų užimtumo, regiono ekonominio vystymosi centru.

4. Išvados

1. Mokslinės literatūros analizė atskleidė, kad kyla diskusijos dėl socialinės vertės sampratos apibrėžimo, kuri mokslininkų analizuojama ekonomikos, įmonių socialinės atsakomybės, socialinio-etinio marketingo ir santykių marketingo kontekste, ir sinonimiškai siejama su socialinės naudos, įtakos, socialinių gėrybių bei individo socialinės gerovės terminais. Įvertinant tai, socialinę vertę galima apibrėžti kaip neturinčius konkretaus mato vieneto ir sunkiai išmatuojamus poveikio veiksnius, veiklą (prekę ar paslaugos),

kuri nėra tiesioginės prekybos objektas, bet susijusi su individo ar visuomenės gerove ir gyvenimo kokybės gerinimu, kurianti socialinį pokytį visuomenei ir individui.

2. Šiandien bibliotekos yra reikšminga įsitraukiančios ir kuriančios bendruomenės erdvė, atliekanti svarbų vaidmenį visuomenės ir bibliotekos vartotojų socialinės vertės kūrime. Bibliotekos prisideda prie bendruomenės laisvalaikio praleidimo kokybės gerinimo, socialinės ir informacinės atskirties mažinimo, gyventojų saviugdos, užimtumo didinimo, neformalaus švietimo plėtojimo ir pasitenkinimo jausmo stiprinimo gyvenimo kokybe.

Literatūra

1. AABØ, S. The value of public libraries: a socio-economic analysis. Belotti, M. (Ed.). Verso un'economia della biblioteca: *Finanziamenti, Programmazione e Valorizzazione in Tempo di Crisi*. Editrice Bibliografica, Milano, 169–176.
2. BANYTĖ, J., GADEIKIENĖ, A., KASIULIENĖ, I. Aplinkos marketingas kaip konkurencinio pranašumo įgijimo šaltinis. *Economics and Management*. 2012, 17(3), 1060–1067.
3. BARANAUSKIENĖ, J. *Viešųjų investicijų projektų kuriamos socialinės naudos kompleksinis vertinimas* [interaktyvus]. 2015, 1–170 [žiūrėta 2020-04-21]. Prieiga per: <https://vb.vdu.lt/object/elaba:13932150/index.html>.
4. BROAD, G., ORTIZ, J., MEADES, S. Publick libraries: measuring thei value. *Public Library Quarterly*. 2019, 38(3), 309–319.
5. HALPIN, E., RANKIN, C., CHAPMAN, E. L., WALKER, CH. Measuring the value of public libraries in the digital age: What the power people need to know. *Journal of Librarianship and Information Science*. 2015, 47(1), 30–42.
6. HUYSMANS, F., OOMES, M. Measuring the public library's sociatal value: A methodological research program. *International Federation of Library Associations and Institutions*. 2013, 39(2), 168–177.
7. INTEKHAB, A. Social value of public libraries: A case study of ARS inamdar public library, Pune. *Journal of India Library Association*. 2015, 2, 18–26.
8. *Lietuvių kalbos žodynas* [interaktyvus]. 2009–2020 [žiūrėta 2020-04-21]. Prieiga per: <https://www.lietuviuzodynas.lt/zodynas>.
9. PEČELIŪNAITĖ, A. Bibliotekų veiklos ir bendruomenės narių gyvenimo kokybės sąsajos: nepriklausomas Lietuvos apskričių viešųjų bibliotekų tyrimas. *Kultūra ir visuomenė. Socialinių tyrimų žurnalas*. 2018, 9(2), 61–87.
10. RUTKAUSKIENĖ, U. Viešųjų bibliotekų poveikio vertinimas. *Informacijos mokslai*. 2008, 46, 84–101.

11. SMITH, J. B., CORGATE, M. Customer Value Creation: A Practical Framework. *Journal of Marketing Theory and Practice*. 2007, 15(1), 7–23.
12. STROPUTĖ, N., KAIRYTĖ, M. *Kas daro socialinį verslą socialiniu verslu? Gerosios užsienio praktikos analizė. JPP kurk Lietuvai* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2020-04-21]. Prieiga per: http://kurklt.lt/wp-content/uploads/2015/11/U%C5%BESienio-%C5%A1ali%C5%B3-SV-vystymosi-ir-pl%C4%97tros-gerosios-praktikos-analiz%C4%97_Neringa-ir-Modesta_2016_Kurk-Lietuvai_.pdf.
13. ULAGA, W., EGGERT, A. Value-base differentiation in business relationships: gaining and sustaining key supplier status [interaktyvus]. *Journal of Marketing*. 2006, 70(1), 119–136 [žiūrėta 2020-04-21]. Prieiga per: <https://www.jstor.org/stable/30162077?read-now=1&seq=1>.
14. VARNIENĖ, S., MILIAUSKIENĖ, A., SADUNIŠVILI, R. *Bibliotekų tyrimas 2019 gruodis. KANTAR* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-04-14]. Prieiga per: https://www.lnb.lt/media/public/bibliotekininkui/atlikti-tyrimai/Biblioteku_lankytoju_tyrimas_LNB_Kantar_2019.pdf.



IKIMOKYKLINĖS UGDYMO ĮSTAIGOS VADOVO LYDERYSTĖS YPATUMAI

Baltrušaitienė J.¹, Stanikūnienė B.¹

¹*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: vadovo lyderystė, lyderystės ypatumai, ikimokyklinė įstaiga.

1. Įvadas

Lyderystės reiškinys, kaip ir daugelis kitų socialinių reiškinių, yra ganėtinai sudėtingas bei sunkiai išmatuojamas. Daugelis autorių bandė paaiškinti, kokie veiksniai lemia tai, kad vieni žmonės tampa lyderiais, o kiti – ne, nuo ko priklauso lyderio veikla organizacijoje, ar gali tas pats žmogus sėkmingai lyderiauti skirtingose situacijose. Įvairūs mokslininkai sistemingai ir įvairiapusiai tyrinėjo lyderystės reiškinį. Komacki (1986), Hazucha (1993) gilinosi į lyderių elgesį; Bass, Yammarino (1990), Curphy (1991), Shamir, Arthur & House (1994) tyrė lyderio – charizmą ir retorinius gebėjimus; Hinkin, Schreisheim (1989), Yukl, Falbe (1991), Lepsinger, Lucia (1992) – įtakos taktikas; Gibson (1992), Lord, DeVader, Allinger (1986) – intelekto lygį; Hogan, Curphy & Hogan, (1994), Zaccaro, Foti, Kenny (1991) – asmenybės bruožus; Fiedler & Garcia (1987), Gibson (1992) – patirties lygį. Lietuvos mokslininkai lyderystės reiškinį pradėjo tirti tik paskutinį praeito amžiaus dešimtmetį – tai naujas mokslinio tyrimo objektas mūsų šalyje. Pirmieji moksliniai darbai parengti Razausko (1988, 1996), Butkaus (1990), Jucevičienės (1996), Jucevičiaus (1996), Želvio (1999, 2001), Žvirdausko (2006).

Lyderystės tyrimų ikimokyklinio ugdymo įstaigoje nėra gausu. Tačiau svarbu suvokti, kad šios organizacijos vadovo lyderystė kaip ir kitose švietimo organizacijose yra neatsiejama nuo švietimo subjektų – vaikų ir jų tėvų, pedagogų interesų.

Dabartiniu metu ikimokyklinis ugdymas yra akcentuojamas kaip ypač svarbus periodas, kuris padeda pagrindus sėkmingam mokymuisi visą gyvenimą. Visose demokratinėse šalyse yra pabrėžiama ikimokyklinį ugdymą realizuojančių asmenų kompetencija ir brandinimo mokykliniam ugdymui kokybė. Todėl ikimokyklinio ugdymo kokybės užtikrinimas yra vienas svarbiausių ikimokyklinės ugdymo įstaigos vadovų – prioritetų, padedančių išlikti konkurencinėmis sąlygomis. Ikimokyklinės įstaigos taip pat išgyvena

pokyčių metą, joms tenka prisitaikyti prie naujos edukacinės aplinkos, kurią vis labiau įtakoja politiniai, ekonominiai, kultūriniai bei socialiniai pokyčiai visuomenėje. Nuolatinė kaita, kelia naujus reikalavimus šios įstaigos vadovui, nes jo vaidmuo siejamas su didele atsakomybe, aukštais reikalavimais kompetencijai ir profesionalumui. Pripažįstama, kad **švietimo organizacijos vadovo lyderystė yra vienas svarbiausių veiksnių, lemiančių daugelio ugdymo įstaigos sričių sėkmę** [3].

Darbo tikslas – ištirti ikimokyklinės ugdymo įstaigos vadovo lyderystės ypatumus.

2. Švietimo organizacijos vadovo lyderystės samprata

Lyderystės tema mokslininkų gana plačiai nagrinėjama, sisteminiai lyderystės tyrimai atliekami jau nuo XX a. vidurio. Tačiau visiems priimtino lyderystės apibrėžimo iki šiol nėra dėl lyderystės reiškinių kompleksiskumo ir problemiskumo. Mokslinių tyrimų rezultatai rodo, kad skirtinguose kontekstuose lyderystė reiškia nevienodus dalykus, tačiau ji visada apibrėžiama kaip individų ar jų grupių elgseną keičiantis įtakos procesas (ten pat). Lyderyste dažniausiai laikomas lyderio **bruožas** (bruožų ir savybių teorijos), **elgesys** (stiliaus ir elgsenos teorijos), **santykiai, sąveika su kitais** (socialinės įtakos teorijos) [11]. Tarp mokslininkų vyrauja įvairūs lyderystės teorijos apibrėžimai.

Lyderystė, kaip švietimo reiškinys Lietuvoje analizuoti pradėtas palyginus neseniai. Apie lyderius ir lyderystę švietime tyrėjai diskutuoja truputį daugiau nei dešimt metų, didžiausias dėmesys šiuose tyrimuose tenka mokyklos, ypač bendrojo lavinimo mokyklos, vadovo ir mokytojų lyderystės raiškiai.

Mokslininkai siekė atskleisti mokyklos vadovo lyderystės bruožus, nustatyti mokyklos direktoriaus, kaip organizacijos lyderio, kompetencijų struktūrą, pagrįsti bendruosius vadovų lyderystės gebėjimų ugdymo organizavimo sprendimus. Taip pat tiriamas mokyklos bendruomenės požiūris į lyderystę ir supratimas apie „idealųjį“ lyderį, t. y. aiškinamasi, kokių savybių ir elgsenos tikimasi iš mokyklos lyderių. Mokslo darbuose lyderystės raiška analizuota įvairiose mokyklos veiklos situacijose, remiantis skirtingomis lyderystės teorijomis [10].

Pasak Navickaitės [7], *„lyderystė yra pagrindinis ugdymo įstaigos veiksmingumą lemiantis veiksnys, o būtina veiksmingumo sąlyga laikoma institucijos vadovo lyderystė, jos pripažinimas“*.

Žvirdauskas [12] teigia, kad švietimo organizacijos vadovo lyderystė – vadovavimo viršūnė, kuri sutelkia mokyklos bendruomenę bendram tikslui ir priklauso, – nuo vadovo asmenybės, požiūrių, vertybių [12]. Tam pritaria ir Skarbalienė [13], teigdama, kad lyderystė ugdymo įstaigoje yra tuomet, kai visi kartu siekia bendro tikslo – geriausių ugdymo rezultatų. Lyderystės jėga kyla – iš vadovo asmenybės bei organizacijos narių lūkesčių šios asmenybės

atžvilgiu. Viena svarbiausių lyderio funkcijų – daryti įtaką kitiems [13]. Kaip teigia Želvys [11], **svarbiausi švietimo organizacijos vadovo lyderio bruožai yra:** sugebėjimai valdyti pokyčius, sugebėjimas nuolat mokytis ir sudaryti sąlygas mokytis kitiems (sukurti besimokančią organizaciją); sugebėjimas telkti komandas ir dirbti grupinį darbą, įtraukiant į kaitos procesą kuo daugiau darbuotojų; efektyvus komunikavimas; sugebėjimas sukurti saugią ir darbingą atmosferą [11]. Šiuos gebėjimus galima papildyti Everard ir Morris [2] išskirtais gerai gebančių vadovauti pokyčiams **žmonių savybėmis:** tiksliai žino, ką nori pasiekti; geba norus paversti praktiniais veiksmais; siūlomas permainas gali matyti ne tik savo akimis, bet ir kitų požiūriu; nesirūpina, kad liks vieni, be kitų paramos; negarbina tradicijų, tačiau paiso patirties; planuoja lanksčiai, derina tikslus su turimomis priemonėmis; nesibaido kliūčių; panaudoja aplinkybes, kad įgyvendintų pokyčius; tiksliai paaiškina pokyčius; įtraukia į kaitą personalą ir garantuoja jiems saugumą; nepradedą kitų pokyčių, kol neįsisavinami ankstesnieji [2].

Kaip teigia Lambert [3], analizuodama lyderystę švietime, lyderystė – tai gebėjimas padėti mokytis kitiems, mokytis iš kitų ir paveikti kitų mokymąsi [3]. Todėl, pasak Skarbalienės [13] švietimo įstaigoje lyderiai gali augti tuomet, jeigu įstaigos vadovas skatina lyderystę.

Vadovas yra pagrindinis asmuo įstaigoje, nes jis atsako už viską kas vyksta įstaigos viduje ir aplinkui. Vadovas kaip lyderis lemia gerą atmosferą, gerą ugdymo(si) aplinką, rūpinasi personalu, ugdytiniais, bei jų pasiekimais. Anot Valuckienės, Balčiūno, Katiliūtės ir kt. [11], įstaigos vadovas turi siekti sudaryti tokias sąlygas, kad kiekvienas pedagogas galėtų tapti savo asmeninio mokymosi lyderiu [11]. Todėl anot mokslininko Senge (1990), vadovai turi taip organizuoti darbą, kad pedagogai norėtų gilinti žinias, plėsti sugebėjimus. Pasak Skarbalienės [13], tik tokiu būdu vadovas gali sukurti stiprią pedagogų lyderių komandą [13].

Apibendrinant galima teigti, kad tiek pedagogai, tiek vadovai yra atsakingi už lyderystę. Tačiau Skarbalienė [13] pabrėžia, kad yra tam tikros ribos „... vadovai atsako už *strateginę lyderystę, mokytojai lyderiai – už pedagoginę ir ugdymo proceso lyderystę* ...“. Taip atsiranda pasidalytoji lyderystė. Pasak Valuckienės, Balčiūno, Katiliūtės ir kt. [10], šios lyderystės idėja – visi turi prisidėti prie sistemos tobulinimo. Pasidalytoji lyderystė į ugdymo procesą įtraukia tėvus, vaikus, pedagogus, įstaigos vadovus ir visą bendruomenę. „*Taip sukaupia darbuotojų, vaikų ir jų tėvų patirtis bei profesionalumas tampa svarbiais ištekliais, galinčiais padidinti vaikų mokymosi efektyvumą*“ [10]. Ikimokyklinio ugdymo kontekste lyderystė yra vis plėtojamas tyrimų laukas visame pasaulyje, atliekant naujus tyrimus apie lyderystės tipus, (Alvesson ir Sandberg, 2013; Sims, Forrest, Semannas ir Slattery, 2015), vadovo įtaką (Hall, 2013) ir produktyvumo stiprinimą (Kilderry, 2015) (Lunneblad, Garvis, 2017) [11]. Todėl aktualu atskleisti ikimokyklinio ugdymo ypatumus ir tokios įstaigos vadovo lyderystės specifiką.

2.1. Ikimokyklinio ugdymo ypatumai

Lietuvos Respublikos įstatyme [1] nurodoma, kad ikimokyklinis ugdymas turi padėti vaikui tenkinti prigimtinius, kultūros, taip pat ir etninės, socialinius, pažintinius poreikius. Taip pat pabrėžiama, kad ikimokyklinis ugdymas vyksta šeimoje, o tėvų (globėjų) pageidavimu – pagal ikimokyklinio ugdymo programą. Remiantis šiuo metu galiojančia teisine baze, ugdymas teikiamas vaikui nuo gimimo, iki jis pradeda lankyti priešmokyklinę arba pradinę ugdymo įstaigą.

Lietuvos švietimo koncepcijoje [4] pažymima, kad ikimokyklinio ugdymo įstaiga turi atliepti vaiko saugumo, aktyvumo, saviraiškos poreikius. Jos uždavinys – skatinti vaiko savarankiškumą, iniciatyvą, kūrybiškumą bei saugoti ir stiprinti vaiko sveikatą. Akivaizdu, jog abejuose dokumentuose pažymima ikimokyklinės įstaigos paskirtis – tenkinti vaikų poreikius.

Nagrinėjant kitų šalių švietimo koncepcijas vaikų ugdymas traktuojamas įvairiai. Vengrijos nacionalinėje švietimo koncepcijoje (1992) teigiama, kad tai institucija, skirta mažų vaikų bendravimui, saviraiškai, savojo „aš“ identifikacijai, pažinimui ir pripažinimui tikruoju visuomenės nariu. Kitokia darželio samprata randama Lenkijos nacionalinėje ikimokyklinio ugdymo pertvarkos koncepcijoje (1991). Šiame dokumente teigiama, kad ikimokyklinė įstaiga – siekianti pašalinti šeimoje ir visuomenėje atsiradusius trūkumus, kurie gali sudaryti sunkumų vaiko mokymosi pasiekimams bei tolimesnėms veiklos galimybėms. Tuo tarpu Rusijos ikimokyklinio ugdymo koncepcijoje (1991) nurodoma, kad darželis – tai socialinės vaikystės apsaugos įstaiga, kurioje sudaromos sąlygos vaiko socializacijai ir bendradarbiavimui tarp trijų svarbių grandžių: šeimos, darželio ir mokyklos. Slovakijos ikimokyklinėje ugdymo koncepcijoje (1991) pabrėžiama, jog ikimokyklinė ugdymo institucija turi tapti visos pedagoginės pertvarkos centru bei padėti šeimai kurti naująją pedagoginę kultūrą.

Pasak Valantino [9], *„šalių ikimokyklinio ugdymo sistemų ypatumus lemia daugelis veiksnių: tikslai, uždaviniai, kuriuos kelia vyriausybė, istorinė raida ir kultūriniai ypatumai, tradicijos, vertybės“* [9]. Ikimokyklinio ugdymo turinys ir programos įvairiose šalyse yra skirtingi. Kaip pastebi Valantinas [9], kad vis daugiau šalių ikimokyklinį amžiaus tarpsnį vertina kaip vertingą, orientuojasi į visuminį ir integruotą ugdymą. Lietuva orientuojasi į integruotą ikimokyklinį ugdymą. Anot Monkevičienės [6], *„ugdymo proceso kokybė priklauso nuo vaikų ugdymo tikslingumo. Įvairių amžiaus tarpsnių vaikų ugdymo tikslingumą ir kryptingumą lemia ikimokyklinės įstaigos vadovų keliami ugdymo tikslai. Pagal juos pedagogai konstruoja savo veiklą, numatydamos, kaip ugdymo procese turi keistis ugdytinio galios“*.

Viena iš pagrindinių visų švietimo įstaigų vadovų pareigų yra užtikrinti, kad švietimo įstaigos pagrindu būtų esminės demokratinės vertybės – lygybės ir socialinio teisingumo ugdymas švietimo įstaigose ir platesnėje bendruomenėje. Pabrėžiama, kad vadovavimo ir lyderystės praktikoje turi būti

įgyvendinti esminiai demokratijos principai bei vertybės. Vadovavimas ir lyderystė turi būti orientuoti į socialinį teisingumą ir žmonių gerovę, mažumą ir individų orumą ir teises. Įgalinimo įvardijimas esminiu principu reiškia, kad vadovavimo ir lyderystės srityse turi būti teisių ir pasitikėjimo pusiausvyra. Lyderystė reikalauja skirti daug dėmesio praktikos vertybinei bazei ir procesams, padedantiems kurti ir išlaikyti socialinį teisingumą, galių suteikimą ir bendruomeniškumą. Tai apima įvertinimą, kaip švietimo įstaigų administravime atsispindi išorės socialinės struktūros (Lyderių laikas, 2011). Ikimokyklinės įstaigos vadyba – tai ypatinga profesinės veiklos rūšis, kuria siekiama optimalių rezultatų racionaliai panaudojant materialius, žmogiškuosius bei finansinius išteklius, taikant įvairius principus bei funkcijas.

2.2. Ikimokyklinio ugdymo įstaigos vadovo lyderystės ypatumai

Ikimokyklinio ugdymo metodinėse rekomendacijose (2015) teigiama, kad dėl to, kas yra kokybiškas ikimokyklinis ugdymas, turi susitarti visos kokybišku ugdymu suinteresuotos šalys: ugdytinių tėvai, švietimo strategai, ikimokyklinio ugdymo pedagogai, kiti specialistai. Tariantis turėtų būti atsižvelgiama į visų šių grupių prioritetus, poreikius ir lūkesčius. Kokybiško ikimokyklinio ugdymo samprata skirtinguose Lietuvos regionuose gali šiek tiek skirtis.

Vadovų, kaip lyderių, vaidmuo yra suderinti skirtingai suvokiamus kokybiško ugdymo kriterijus, kad ugdymo programa tenkintų visų kokybišku ikimokykliniu ugdymu suinteresuotų šalių poreikius ir lūkesčius. Ikimokyklinės įstaigos vadovas privalo būti geras strategas: numatyti įstaigos viziją, misiją, gebėti atlikti situacijos analizę, numatyti būtiną veiklos planą, koordinuoti, skatinti, mokyti, nuolat kelti savo ir darbuotojų kvalifikaciją, spręsti konfliktus, gebėti valdyti stresą, vykdyti kontrolę ir pan.

Ikimokyklinio ugdymo kokybė priklauso nuo tėvų ir švietimo įstaigos bendradarbiavimo. Anot Mahmood [5], ugdymo įstaigos vadovų, pedagogų santykiai su tėvais yra vienas iš svarbiausių akcentų, siekiant vaiko gerovės ugdymo įstaigoje. Šiuo požiūriu įstaigos vadovo lyderystė tampa itin svarbi, kaip visų interesuotų pusių interesų derinimo prielaida [5]. Šiame kontekste būtų galima diskutuoti ir apie pasidalytosios lyderystės idėjos realizavimą, kaip įstaigos vadovas kaip lyderis įgalina vaiko tėvus tapti aktyviais ikimokyklinės įstaigos veiklos lyderiais. Halgunseth, Peterson ir kt. pažymi, kad, tėvai yra vaiko atstovai ugdymo institucijoje, todėl jų bendradarbiavimas su ugdytojais, dalyvavimas ugdymo(si) procese, vaiko gyvenime priimant įvairius sprendimus yra būtinas. Autoriai nurodo, kad bendradarbiavimas turi būti grindžiamas pasitikėjimu. Būtent pasitikėjimo kūrimas organizacijoje tarp lyderio ir pasekėjų, šiuo atveju tarp įstaigos vadovo, pedagogų ir tėvų, yra vienas iš sėkmingos lyderystės principų. Pasitikėjimo kūrimas, kaip teigia

daugelis lyderystės tyrėjų, turi būti grįstas vadovo autentiškumu, jo kompetencija (profesionalumu), geranoriškumu ir patikimumu.

Bendradarbiavimas – tai yra nuoseklus ir pastovus procesas, naudojant įvairias bendradarbiavimo formas ir būdus. Tam pritaria ir mokslininkas Traškelys [8]. Autorius, remdamasis mokslininko Walsh teorijomis, nurodo, kad sėkmingas bendradarbiavimas galimas tik palaikant nuolatinį dialogą, kai tėvai ir vaikai yra kaip nedalomas vienetas, o ugdymas įstaigoje yra neatsiejamas nuo ugdymo(si) namuose [8]. Monkevičienė [6] nurodo, kad sąveika turi vykti ne tik tarp tėvų, vaiko, švietimo įstaigos vadovų, bet ir tarp bendruomenės narių [6]. Taigi, remiantis Monkevičienės [6] pastebėjimais, galime teigti, kad ikimokyklinė ugdymo įstaiga yra tinklas, kuriame bendruomenės nariai – vaikas – tėvai – pedagogai – įstaigos vadovai sąveikauja tarpusavyje. Sąveika skatina pokyčius, tobulina ugdymąsi. Sąveika tarp vaiko ir pedagogo laiduoja efektyvų ugdymosi procesą, nes užtikrina harmoningas bei nuoseklias vaiko raidos sąlygas. Vadovo lyderio sąveika su bendruomenės nariais, padeda ne tik kurti psichologinę atmosferą, bet ir suteikia paramą ir pagalbą, skatina tobulėti, užtikrina darną. Todėl ypač svarbu ikimokyklinės įstaigos vadovui sugebėti bendrauti ir bendradarbiauti.

Užsienio mokslininkai vis dažniau atsisirgia ir į pasidalytosios lyderystės proceso valdymo specifiką skirtinguose kontekstuose, pavyzdžiui, skirtingo amžiaus tarpsnio vaikų ugdymo įstaigose. Nemažai mokslinių studijų apie lyderystę ankstyvojo vaikų ugdymo įstaigose yra atlikta Suomijoje (Nivala ir Hujala, 2002; Heikka, Waniganayake ir Hujala, 2012; Heikka, 2014), Australijoje (Waniganayake, 2014), Kinijoje (Chan, 2013). Pastaruoju metu mokslininkų ir praktikų dėmesys pasidalytajai lyderystei ankstyvajame ugdyme auga dėl atsiradusios būtinybės inovatyviais būdais spręsti kylančius lyderystės iššūkius ir šiame sektoriuje. Šie mokslininkai atkreipia dėmesį, kad, atliekant mokslinius tyrimus vaikų ankstyvojo amžiaus ugdymo sektoriuje, labai svarbu atsižvelgti į organizacijų kontekstus, jų unikalumą, ypatingai glaudžius ikimokyklinio ugdymo įstaigų ryšius su šeimomis ir bendruomenėmis. Nors dėmesys lyderystei ikimokyklinio amžiaus ugdymo įstaigų kontekste yra išaugęs, tačiau mokslinių tyrimų stoka pasidalytosios lyderystės tema šių įstaigų kontekste vis dar jaučiama. Nors pastaraisiais metais mokslininkai, pripažindami, kad pasidalytoji lyderystė yra kontekstuali, daugiau dėmesio skiria lyderystės tyrimams ankstyvojo amžiaus ugdymo įstaigose, Lietuvoje mokslininkų dėmesio lyderystei ikimokyklinio ugdymo įstaigų kontekste pasigendama. Šios autorės teigia, kad valstybės švietimo politikos pokyčius formalizuojančiuose dokumentuose stebimas akivaizdus dėmesys lyderystės idėjoms, siekis tobulinti švietimo įstaigų valdymą, sąveiką su vietos bendruomenėmis, socialiniais partneriais, kitomis ugdymo įstaigomis ir pan. Todėl kyla klausimas – kokios yra pasidalytosios lyderystės teorinės prielaidos ir kaip pasidalytosios lyderystės plėtra priklauso nuo Lietuvos ikimokyklinio ugdymo įstaigų konteksto?

Humphreys, apibendrindamas mokslinės literatūros apžvalgą, išskiria šiuos **pasidalytosios lyderystės bruožus**: kiekvienas yra vertinamas ir remiamas jo profesinėje praktikoje; vyrauja bendruomeniškumo jausmas; vertinama patirtis; egzistuoja pasitikėjimo aplinka; pripažinimas, kad kiekvienas asmuo prisideda prie bendros mokyklos gerovės, o mokykla yra tiek gera, kiek geri yra žmonės joje; formuojamos ir reformuojamos organizacijos valdymo struktūros, kad suteiktų galimybių visiems bendradarbiauti ir dalyvauti priimant sprendimus; vadovavimas gali būti vykdomas per formalias ir neformalias pareigybės ir veiksmus, taip pat neoficialiais vaidmenimis ir veiksmais.

Pasidalytoji lyderystė yra įgyvendinama per lyderių ir pasekėjų sąveiką. Ikimokyklinės ugdymo įstaigos pedagogai ir kiti darbuotojai įtraukti į savo tiesioginių funkcijų įgyvendinimą (ugdymą ir / ar vaikų priežiūrą), todėl yra sudėtingiau rasti laiko tarpusavio sąveikai, idėjų generavimui, jų aptarimui. Tačiau atsižvelgiant į skirtingą ugdytinių amžių, bendravimą su tėvais ikimokyklinėse ugdymo įstaigoje pobūdį, intensyvumą galimai yra didesnė galimybė į pasidalytosios lyderystės procesus įtraukti ir ugdytinių tėvus.

3. Išvados

1. Mokslininkų tyrinėjama švietimo lyderystė yra apibrėžiama kaip bendradarbiavimo, bendrų susitarimų, pasitikėjimo, atsakomybės prisiėmimo, delegavimo, lyderių ugdymo ir kt. organizacija. Švietimo organizacijos lyderio misija – sutelkti visos bendruomenės pastangas bendrų organizacijos tikslų siekimui, siekiant darnos ir pasitikėjimu grįsto bendradarbiavimo, realizuojant pasidalytosios lyderystės idėją, kai įgalinamas kiekvienas švietimo įstaigos narys asmeninei lyderystei, o svarbiausia – organizuoti efektyviai ugdymo ir ugdymosi procesus besimokančiųjų pažangai pasiekti.
2. Ikimokyklinės ugdymo įstaigos vadovas lyderis yra grindžiama visuotinai pripažįstamais demokratijos principais bei vertybėmis, tokiomis kaip socialinis teisingumas ir žmonių gerovė. Jo lyderystė kaip ir bet kokio kito tipo švietimo organizacijoje yra siejama su ugdymo kokybės ir besimokančiųjų, šiuo atveju, ikimokyklinio amžiaus vaikų, pažangos užtikrinimu. Specifiška tai, kad ikimokyklinio ugdymo įstaigoje itin svarbų vaidmenį turi ugdytinių tėvai. Todėl šios įstaigos vadovo lyderystei turėtų būti būdingi pasidalytosios lyderystės bruožai. Tai lyderystė įgalinanti visų suinteresuotųjų pusių aktyvų dalyvavimą įstaigos vadyboje.
3. Tėvų ir ikimokyklinio ugdymo įstaigos bendradarbiavimo santykiai yra vienas iš svarbiausių akcentų siekiant vaiko gerovės. Bendradarbiavimas turi būti grindžiamas pasitikėjimu, todėl įstaigos lyderis turi turėti aukštas vadybines kompetencijas, tai pat turi būti lankstus, atkaklus, nenusimenantis ir optimistiškas. Tik turėdama vadovą lyderį ikimokyklinio ugdymo įstaiga padės vaikui tenkinti prigimtinius, kultūros, taip pat

etninius, socialinius, pažintinius poreikius, skatins vaiko savarankiškumą, iniciatyvą, kūrybiškumą bei saugos ir stiprins vaiko sveikatą.

Literatūra

1. *Lietuvos Respublikos švietimo įstatymas* [interaktyvus]. Vilnius: ŠMM, 2011 [žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per: http://www.sac.smm.lt/wp-content/uploads/2016/02/Lietuvos-Respublikosssvietimo-istatymas_svietstrat.pdf.
2. EVERARD, B., MORRIS, G. *Efektyvus mokyklos valdymas*. Kaunas: UAB „Poligrafija ir informatika“, 1997.
3. LAMBERT, L. *Lyderystės gebėjimai ir tvari mokyklų pažanga*. Vilnius: Švietimo aprūpinimo centras, 2011.
4. *Lietuvos švietimo koncepcija* [interaktyvus]. Vilnius: Leidybos centras, 1992 [žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per: http://www.smm.lt/uploads/documents/kiti/koncepcija1.htm#3_1.
5. MAHMOOD, S. First-year preschool and kindergarten teachers: challenges of working with parents. *School Community Journal*. 2012.
6. MONKEVIČIENĖ, O. *Ikimokyklinio ir priešmokyklinio ugdymo(si) turinio kaitos tendencijos*. 2008.
7. NAVISKAITĖ, J. Lyderystės kompetencijos: Kam? Kodėl? Kaip? *Pedagogika*. Vilnius: „Petro ofsetas“, 2012, 10(74), 57.
8. TRAKŠELYS, K. Tėvų įtraukimas į aplinkos pedagogizavimą taikant andragogines sistemas. *Socialinių mokslų studijos*. 2010.
9. VALANTINAS, A., ČIULADIENĖ, G. Tėvų į(si)traukimas į vaikų ugdymą: ar tai problema Lietuvos mokyklose? *Socialinis darbas*. 2012, 11(2), 401–410.
10. VALUCKIENĖ, J., BALČIŪNAS, S., KATILIŪTĖ, E., SIMONAITIENĖ, B., STANIKŪNIENĖ, B. *Lyderystė mokymuisi: teorija ir praktika mokyklos kaitai*. Šiauliai: Titnagas, 2015.
11. ŽELVYS, R. *Švietimo vadybos pagrindai*. Vilnius: VU leidykla, 2001.
12. ŽVIRDAUSKAS, D. *Mokyklos vadovo lyderystės ypatumai švietimo subjektų interesų ir mokyklos efektyvumo raiškos aspektu*. 2006.
13. SKARBALIENĖ, A. *Mokytojų mentorių lyderystės kompetencijos kaip studentų lyderystės kompetencijų ugdymo veiksnys. Disertacija*. 2015.



PERDEGIMO SINDROMO SĄVOKOS TEORINIAI ASPEKTAI

Grinskytė I.¹, Lipinskienė D.¹

¹*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: perdegimo sindromas, profesinis perdegimas.

1. Įvadas

Šiuolaikiniame pasaulyje nuolat vykstantys pokyčiai yra jau įprastas reiškinys, tačiau kokias pasekmes tai sukelia asmenybei. Tyrimais įrodyta, kad darbuotojai, kurių darbo specifika nuolatinis tarpasmeninis kontaktas su kitais žmonėmis (pedagogai, medikai, socialiniai darbuotojai ir kt.), patiria stiprius psichinius krūvius, kurie ilgainiui pasireiškia kaip profesinis perdegimo sindromas. Šiuolaikinis darbuotojas – žmogus, turintis daugybę atsakomybių, nuolat skubantis, veikiamas asmeninių ir aplinkos pokyčių, patiriantis neužtikrintumo jausmą dėl ateities, tai sudaro sąlygas jaustis emociškai ir fiziškai išsekusiu.

Tyrimų objektas – perdegimo sindromas.

Darbo tikslas – išnagrinėti perdegimo sindromo sąvoką teoriniame kontekste.

2. Perdegimo sindromo sampratos pagrindimas

Perdegimo sindromas mokslinėje literatūroje apibrėžiamas sąvokomis: emocinis perdegimas, psichinis perdegimas, profesinis nuovargis, psichinis, emocinis išsekimas. Mokslininkų (Hall (2007); Certer (2006); Weigard (2004), Maslach (1976); Butler, Constantina (2005); Wolmer (1998) ir kt.) teigimu, perdegimo sindromo fenomenas apibūdinamas kaip tam tikros sritys darbuotojų psichinio ir fizinio išsekimo būseną, kuri atsiranda esant nepalankiems darbo veiksniams [4]. Tyrinėtojų teigimu, perdegimo sindromas apibūdinamas kaip emocinis, protinis ir fizinis išsekimas. Šio išsekimo pasekmės pasireiškia kaip neigiamas požiūris į darbą, gyvenimą, lėtinis nuovargis, juntamas bejėgiškumo jausmas [8].

Pirmieji perdegimo sindromo tyrimai inicijuoti Jungtinėse Amerikos valstijose. 1974 m. Freudembergeris vokiečių kilmės psichanalitikas, dirbęs Alternatyviosios priežiūros agentūroje, analizavo socialinės sferos profesijų

darbuotojus. Psichoanalitikas tyrinėjo ir siekė įvardinti darbuotojų emocinę, fizinę išsekimo būklę. Freudenbergis (1974) atkreipė dėmesį į darbuotojus, kurių profesijos buvo susijusios su pagalbos teikimu žmonėms tai, socialiniai darbuotojai, pedagogai, medikai. Tai žmonės, kurių darbo specifika – nuolatinis tarpasmeninis kontaktas, neigiamas poveikis fizinei ir psichinei savijautai [8].

Vollmer [9] teigia, profesinis perdegimo sindromas – tai psichinis sindromas, kuris apibūdina idealistiškai nusiteikusių ir atsidavusių žmonių būseną, kai dėl per didelio profesinio ar asmeninio pobūdžio krūvio žmogus pasijunta visiškai išsekęs [8]. Dorritie „perdegimą“ įvardina kaip harmonijos nebuvimą su pačiu savimi [7].

Socialinės psichologijos specialistė Maslach, Berklio universitetas, Kalifornija, tyrė emocinę būklę žmonių, kure dirba aptarnavimo, sveikatos priežiūros sferoje [8]. Autorė teigia, kad tai netrumpalaikė ir greitai įveikiama žmogaus būseną, o ilgai pasireiškianti tarpasmeninių ir nuolatininių emocinių stresorių darbe reakcija. Pedagogai, medikai ir socialiniai darbuotojai, Maslach teigimu, yra nuolat patiriantys profesinį nuovargį, o tai jau tampa profesinės raidos problema [8]. Ilgainiui pasireiškiantis darbe cinizmas ir emocinio atstumo palaikymas tampa nuolatinio darbuotojų emociniu reiškiniu. Tokiais būdais žmonės, dirbantys aptarnavimo, sveikatos priežiūros sferoje stengiasi išlaikyti savo stabilią emocinę būseną, todėl jų elgsena tampa formali.

Žmogaus perdegimo fenomenas paskatino Maslach ieškoti sąsajų tarp darbuotojų tarpusavio bendravimo ir darbo santykių [8]. Pasak autorės, profesinio perdegimo sindromas siejamas su darbo metu patiriamo streso pasekmėmis. Perdegimas, Maslach teigimu, tai emocinio, psichinio ir fizinio išsekimo būseną, atsirandanti veikiant ilgalaikiams neišsprendžiamiems stresams, kurie kyla darbo situacijose. Apie ilgalaikio streso pasekmes analizavo ir Smith ir kt. [15]. Autorius teigia, kad reikia atskirti streso ir profesinio perdegimo sindromo reiškinius: stresas panašėja į darbuotojo „skendimą“ pareigose, o profesinis perdegimo sindromas gali būti laikomas kaip visišku asmenybės „išdžiovinimu“ [4].

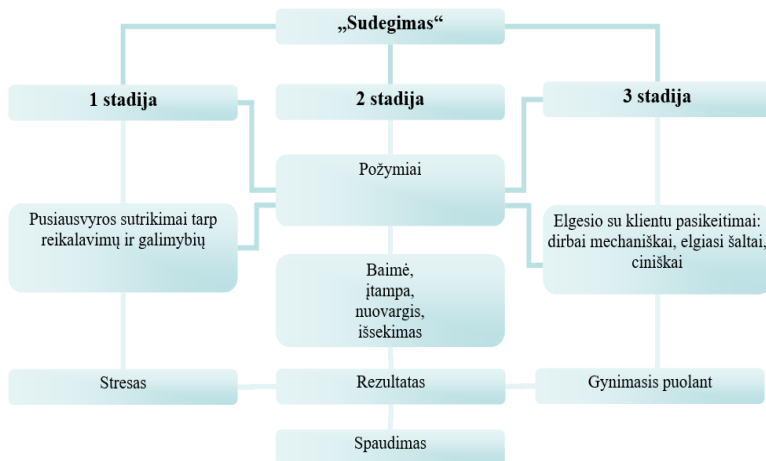
Lietuvoje perdegimo sindromas taip pat tyrinėtas. Lepeškienė [16] teigia, kad tai įvairialypių priežasčių sąlygotas sudėtingas reiškinys. Autorė pabrėžia, kad perdegimo sindromo priežastys glūdi ne tik pačiame individe, tačiau tai ir organizacijos kurioje jis dirba, socialinės, ekonominės ir politinės aplinkos įtaka. Pacevičius profesinį sindromą apibrėžia, kad sindromas susiformuoja chroniško streso fone, taip išsekindamas darbuotojo emocinius ir asmeninius išteklius [4].

Žukaitė [10] perdegimą apibūdina kaip streso ir profesinės krizės pasekmę. Nuolat patiriantis stresą žmogus išsenka fiziškai, emociškai ir psichiškai. Stiprus stresas gali tapti psichosomatinės, nervų sistemos, ar psichinės ligos priežastimi, teigia Pikūnas, Palujanskienė [17].

Pasak Amerikiečių mokslininko Chernio [18] „perdegimas“, tai rezultatas transakcinio proceso, į kurį įeina darbo krūvis, psichologinis

pritaikymas, patiriamas stresas. Šie faktoriai sukelia pasekmes – profesionalaus darbuotojo pasitraukimą iš darbo. Autorius pateikė tris „perdegimo“ stadijas:

- stresas;
- spaudimas;
- gynimasis puolant (žr. 1 pav.).



1 pav. Perdegimo sindromo stadijos [6]

Cherniss [18] teigia, kad streso stadijoje sutrinka pusiausvyrą tarp darbo reikalavimų ir darbuotojo galimybių. Spaudimo stadijoje darbuotoją ištinka trumpalaikės emocinės reakcijos, tai įtampa, baimė, išsekimas ir nuovargis.

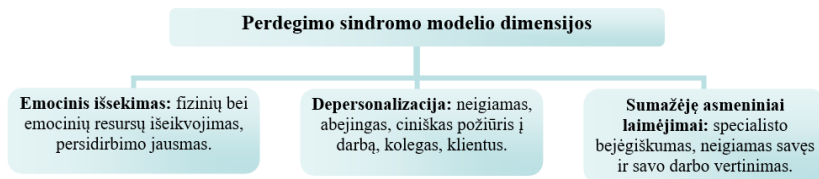
Trečioje, gynimosi puolant stadijoje darbuotojo elgesys pasikeičia. Darbuotojo požiūris į darbą, klientus tampa mechaniškas ir grubus. Pasireiškia formalus elgesys, juntama neigiama nuostata. Ši autoriaus įžvalga sutampa su Maslach teigimu, kad pasireiškiantis cinizmas ir emocinis atstumas, tai priemonė apsaugoti save kaip žmogų ir patenkinti savo paties poreikius, išsaugant emocinį stabilumą [1, 6, 8].

Apibendrintai galima teigti, kad perdegimo sindromas, tai harmonijos nebuvimas su pačiu savimi – ilgalaikio darbe patiriamo streso, neigiamų emocijų ir darbuotojo elgsenos pokyčių pasekmė. Stresas darbuotoją „skandina“ pareigose, o perdegimo sindromas „išdžiovina“ kaip pačią asmenybę.

3. Perdegimo sindromo dimensijos ir veiksniai

Maslach [11] analizuodama darbuotojų emocijas, sukūrė profesinio perdegimo sindromo vertinimo instrumentą, kurį pavadino MBI metodu (angl.

Maslach Burnout Inventory). Šis metodas suteikė galimybę plėsti žinias ir rengti kiekybinius tyrimus profesinio perdegimo sindromo srityje. Autorė pateikia trijų dimensijų modelį, kuris naudojamas tyrinėjant profesinį perdegimo sindromą [5]. Šis modelis apima svarbiausias asmenybės sritis: asmeninę (emocinis išsekimas), tarpusavio santykių su kitais žmonėmis (depersonalizacija) ir darbo (asmeninių laimėjimų sumažėjimas) [1] (žr. 2 pav.).



2 pav. Maslach [11] perdegimo sindromo modelio dimensijos [8]

Maslach, Leiter [12]; Maslach [11] taip apibūdina kiekvieną perdegimo sindromo dimensiją ir jos pasireiškimo eiliškumą:

1. Emocinis išsekimas, kylantis dėl per daug monotoniško, nuobodus darbo, sukeliantis persidirbimo jausmą, emocinių ir fizinių išteklių išsekvojimą. Pasak Campanini, Forst, Ekstedt, emocinis išsekimas laikomas kertiniu perdegimo bruožu ir jo prevencijai būtina skirti ypatingą dėmesį.
2. Depersonalizacija suprantama kaip neigiamas, abejingas, ciniškas darbuotojo požiūris į darbą, bendradarbius, klientus. Žmogus jaučiasi nekompetentingas, neduodantis jokios naudos kitiems, nepasiekiantis laimėjimų savo darbe. Tokiais atvejais darbuotojai sąmoningai ieško būdų, kaip atsiriboti nuo klientų, tai pastebėjo Maslach [8]. Taigi, depersonalizacija pasireiškia po emocinio išsekimo dimensijos, kai išsekęs žmogus ima šalintis klientų, kolegų, tampa ciniškas, formaliai bendraujantis.
3. Sumažėję asmeniniai laimėjimai yra pagrįsti išmoktu bejėgiškumu ir pasireiškia, kai darbuotojas, nesugebėdamas susidoroti su kylančiais stresoriais, nebetiki savo atliekamo darbo sėkme, neigiamai vertina save bei savo gebėjimus ir nustoja siekti teigiamų rezultatų [4, 6].

Autoriai teigia, kad trečioji dimensija pasireiškia tik po kurio laiko. Pati pirminė-pagrindinė profesinio perdegimo sindromo dimensija – emocinis išsekimas, ir tik vėliau pasireiškia kitos dvi negatyvios: viena nukreipta į kitus (depersonalizacija), kita – į save (sumažėję asmeniniai laimėjimai) [8]. Todėl pasak Griffin, Hogan, Lambert, Tucker-Gail, Baker (2010); Jawahar, Kisamore, Stone, Rahn (2012) nesprendžiami perdegimo sindromo pasireiškiantys simptomai gali sukelti daug neigiamų pasekmių ne tik darbuotojui, bet ir organizacijos personalui bei visuomenei [3].

Profesinis perdegimo sindromas pasireiškia individualiai kiekvienai asmenybei. Autoriai Maslach [11], Vimantaitė, Šeškevičius [13] perdegimo sindromą skirsto į veiksnius:

- vidiniai – individualūs, kai perdegimo sindromas kyla dėl asmenybės savybių;
- išoriniai – organizaciniai, kai perdegimo sindromą sukelia darbo veiksniai.

Galimos individualios asmenybės priežastys, turinčios įtaką perdegimo sindromo atsiradimui: amžius, lytis, išsilavinimas, šeimyninė padėtis, darbo stažas, asmenybės savybės, ištvermė, kontrolės lokusas, pasipriešinimo stilius, savivertės lygis, neurotiškumas, ekstravertiškumas. Darbo sąlygos, perkrovos, laiko trūkumas, darbo dienos trukmė, darbo turinys, klientų skaičius, jų problemų sudėtingumas, svarba, kontaktų su klientais artumas, dalyvavimas priimančiais sprendimus, grįžtamasis ryšys, tai priežastys, priskiriamos darbo / organizaciniais veiksniais [4].

Vollmer [9] ir Weigand [14] atliko tyrimus apie išskiriamą individualios asmenybės bruožą – lytiškumą. Autoriai analizavo perdegimo sindromą patiriančias moteris, kurios pagal prigimtį yra išskirtinai jautresnės asmenybės. Vollmer [9] ir Weigand [14] teigia, kad lytis yra labai svarbus rizikos veiksnys sindromui atsirasti. Pabrėžiama, kad būtent moterų atsidavimas darbui bei aukštesnis jautrumo lygis sudaro sąlygas išsivystyti perdegimo sindromui.

Apibendrinant perdegimo sindromo dimensijas ir veiksnius moksliniame kontekste, galima teigti, kad asmenybė yra veikiamą nuolatinių faktorių, tai žmoniškųjų normų reikalavimai, socialinės darbo aplinkos poreikiai bei tarpusavio santykių su kitais žmonėmis išraiška. Asmenybė, kuriai pasireiškia dimensijos į save, anksčiau ar vėliau jos pasireišk ir į kitus.

4. Išvados

1. Profesinis perdegimo sindromas labiausiai ištirtas aptarnavimo, sveikatos priežiūros sferose. Tai darbinė aplinka, kurioje kaip svarbiausias kriterijus išskiriamas darbuotojo nuolatinis kontaktas su žmonėmis. Pastebėta, kad mokslinėje literatūroje tyrimų darbo aplinkoje, kurioje nepasireiškia intensyvus kontaktas su klientais, atlikta nedaug.
2. Išanalizavus mokslinėje literatūroje išskiriamas perdegimo sindromo dimensijas, galima teigti, kad profesinis perdegimo sindromas – tai ilgalaikio streso rezultatas, kurio pasekmė neigiamai veikia ne tik darbuotojo gyvenimą, tačiau ir organizaciją, visuomenę.
3. Analizuojant mokslinę literatūrą pastebimas dvigubas profesinio perdegimo sindromo aspektas. Vieni autoriai tyrinėdami perdegimo sindromą didesnę dėmesį skiria darbo / organizaciniai sričiai, kiti kaip svarbiausią tyrimų dalį išskiria asmenybės psichologinį sutrikimą.

Literatūra

1. *Burnout Among Hospice Nurses* [interaktyvus]. 2006 [žiūrėta 2020-04-15]. Prieiga per: <https://search.proquest.com/openview/df375c0f183d9a407f5aeacbbd6bd03d/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>.
2. CHERMISS, C. Long-term consequences of burnout: an exploratory study. *Journal of Organizational Behavior*. 1992, 1–11.
3. JANONIENĖ, G. G., SKUČAITĖ, R., ENDRIULAITIENĖ, E. Įsipareigojimas organizacijai – darbuotojo profesinio perdegimo rizikos ar saugos veiksnys? *Psichologija*. 2015, 79.
4. KAVALIAUSKIENĖ, V., BALČIŪNAITĖ, R. Profesinis perdegimas ir jo raiška socialinio darbo profesionalizacijos kontekste. *Tiltai*. 2014, 20–24.
5. RAIŽIENĖ, S., BAKŠTYTĖ, A. Socialinės paslaugas teikiančių darbuotojų perdegimo sindromo paramos bei saviveiksmingumo sąajos. *Mokslo darbai*. 2010, 120.
6. STOŠKUS, A. Kūno kultūros mokytojų profesinio perdegimo prevencija ir redukovimas: ugdomojo projekto rezultatai. *Tiltai*. 2014, 153.
7. SUDVAJIENĖ, L. *Profesinio perdegimo sindromo prevencija socialiniame darbe*. Lietuvos edukologijos universitetas, 2012, 6–7.
8. VAICEKAUSKIENĖ, V. Profesinio perdegimo sindromo įveikos ir prevencijos prielaidos socialiniame darbe. *Socialinis ugdymas*. 2014, 189–190.
9. VOLLMER, H. *Jaučiuosi visiškai išsekusi: „sudegimo“ sindromas*. Alma Littera, 1998.
10. Žukaitė, L. Teigiamų jausmų atsargos irgi išsenka [interaktyvus]. 2005 [žiūrėta 2020-11-29]. Prieigaper: <http://www.sekunde.lt/content.php>.
11. MASLACH, C. Job burnout: New directions in research and intervention. *Current Directions in Psychological Science*. 2003, 12(5), 189–192.
12. MASLACH, Ch., LEITER, M. P. *The Truth About Burnout: How Organizations Cause Personal Stress and What to Do About It*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1997.
13. VIMANTAITĖ, R., ŠEŠKEVIČIUS, A. Perdegimo sindromas tarp Lietuvos kardiologijos centruose dirbančių slaugytojų. *Slaugos mokslas. Medicina*. Kaunas, 2006, 42(7).
14. WEIGAND, V. *Moterų stresai*. Vilnius: Alma littera, 1998.
15. SMITH, M. *Preventing Burnout Sings. Symptoms, Causes, and Coping Strategies*, 2008.
16. LEPEŠKIENĖ, V. Kai darbas tampa kančia: perdegimo sindromas, jo padariniai ir profilaktika. *Vadovo pasaulis*. 1997, 8, 47–51.
17. PIKŪNAS, J., PALUJANSKIENĖ, A. *Stresas: atpažinimas ir įveikimas*, 2005.
18. CHERNISS, C. Long-term consequences of burnout: An exploratory study. *Journal of Organizational Behavior*. 1992, 13(1), 1–11.



SKIRTINGŲ KARTŲ POŽIŪRIS Į KARJEROS PERSPEKTYVAS

Kėvelaitytė A.¹, Stanikūnienė B.¹

¹*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: karta, karjeros sprendimas, karjeros valdymas.

1. Įvadas

Kartų reiškiny suskelia naujus iššūkius karjeros pasaulyje. Kiekviena organizacija susiduria su skirtingų kartų iššūkiu, nes jų požiūris į darbą, karjerą, bei jų profesiniai lūkesčiai yra visiškai skirtingi. Mokslinėje literatūroje (Dries, Pepermans, Kerpel [3]; Hernaus, Vokic [4]; Chawla, Dokadia, Rai [2] ir kt.) teigiama, kad karjeros sprendimams turi įtakos įvairūs veiksniai: (asmenybės savybės, vertybės, tėvų / šeimos narių patarimas, finansinė situacija).

Karjeros sprendimas, suprantamas kaip pasirinkimo iš kelių karjeros alternatyvų procesas, ir tai gana sudėtingas reiškiny, turintis poveikį kitoms žmogais gyvenimo sritims artimų santykių ir šeimos kūrimui, socialiniam statusui, laisvalaikiui ir kt. [3, 4, 2].

Visgi, tyrėjai (Hsiao [5]; Smola, Sutton [10]; Prawitasari [8] ir kt.) pripažįsta, kad kiekvienos kartos vertybių ir tikslų skirtumai lemia asmens karjeros ar organizacijos (darbdavio) pasirinkimą. Todėl kiekvienam įmonės vadovui reikalingas tinkamas požiūris ir supratimas, kuris padėtų tinkamai įvertinti, kokie veiksniai motyvuotų skirtingų kartų atstovus siekti profesinės karjeros, kas jiems yra patraukli ir kuria pridėtinę vertę darbo vietoje bei tokiu būdu skatina juos įsipareigoti organizacijos tikslams [5, 10, 8].

Skirtingų kartų požiūrio į jų karjeros perspektyvas analizė yra svarbi dar ir tuo požiūriu, kad šiuolaikinėse organizacijose vystant vidinį žmogiškųjų išteklių potencialą, reikalingi individualizuoti karjeros valdymo sprendimai, pasitelkiant įvairias konkrečiam darbuotojui tinkamas kompetencijos ugdymo metodikas.

Darbo tikslas – atskleisti skirtingų kartų požiūrį į karjeros perspektyvas.

2. Kartų charakteristikų analizė

Šiuo metu apie kartas darbo rinkoje kalbama vis plačiau. Tačiau kiekvienas asmuo šią sąvoką identifikuoja skirtingai. Priklausymas kartai yra viena iš pagrindinių sociodemografinių charakteristikų, darančių įtaką ir paaiškinančių gyventojų vertybių, elgesio ar požiūrio kaitą. Keturios viena po kitos einančios kartos sudaro maždaug 80 metų ciklą, kurį mokslininkai prilygina metų laikams. Karta, kuri pradeda naują ciklą, t. y. eina po keturių kartų, savo vertybių sistema ir pasaulėžiūra yra panašesnė į pirmąją kartą, o ne į ketvirtąją. Mokslininkų teigimu, jaunoji Z karta savo vertybių sistema turėtų būti panaši į „tyliąją“ savo proprosenelių kartą [11].

Žvelgiant į vertybes per darbo prizmę autoriai išskiria teigiamas ir neigiamas vertybes pagal kiekvieną iš kartų.

1 lentelėje, parengtoje pagal Codrington (2008), McCrindle (2014), Flagler, Thompson (2014) ir kitų autorių darbus, pateikiamos kiekvieną kartą apibūdinančios asmenybės savybės, vertybės ir požiūris į darbą [11].

1 lentelė

Kartų charakteristikos

	Tyloji karta 1920–1945	<i>Kūdikio bumo</i> karta 1946–1964	X karta 1965–1981	Y karta 1982–2003	Z karta 2004–2023
Požiūris į darbą	Reikia sunkiai dirbti, nes taip yra teisinga	Reikia sunkiai dirbti, nes tik taip gali kažko pasiekti	Sunkiai dirbsi – gerai gyvensi ir smagiai pramogausi	Galima sunkiai dirbti, bet tik prasmingą darbą	Numanomai darbas siejamas su gyvenimo sričių darna ir socialine atsakomybe
Asmenybės savybės ir vertybės	Pasiaukojimas, pareigingumas, griežtas taisyklių laikymasis, mandagumas, kuklumas, kantrybė, santūrumas reiškiant emocijas, gebėjimas prisiderinti	Idealizmas, nepriekiaštingas jvaizdis, optimizmas, orientavimasis į komandinį darbą, asmeninis tobulėjimas, saviraiška, meistriškumas, iškalba, jaunatviškumas	Pasirengimas pokyčiams, verslumas, globalus mąstymas, technologinis raštingumas, individualizmas, nuolatinis mokymasis, drąsa klysti, informuotumas, pragmatizmas	Optimizmas, pasitikėjimas savimi, aukšta savivertė, gatvės išmintis, priklausomybė nuo interneto, kosmopolitiškumas, naivumas, technologinis	Dėmesingumo stoka, gebėjimas vienu metu dirbti kelis darbus, kūrybiškuma, autoritetų nepaisymas, technologinis sumanumas, tolerancija

Pirmoje lentelėje pateikta informacija rodo, kad kiekviena nauja karta atsineša vis daugiau savarankiškumo, gebėjimą atlikti tokius technologinius darbus, kuriuos kai kuriems ankstesnės kartos žmonėms vis dar sunku atlikti. Žvelgiant į visa tai vertybiniu požiūriu, galime teigti, kad nuo drovumo ir besąlyginio paklusnumo pereinama prie savimi pasitikinčio, autoritetų

nepaisančio ir technologiškai išprususio žmogaus, kuriam vis lengviau prisitaikyti prie pokyčių.

Stanišauskienė [11] teigia, jog tyliosios kartos (1920–1945) vertybių formavimuisi įtakos turėjo rūstūs to meto istoriniai įvykiai: Antrasis pasaulinis karas, pokaris, didžioji depresija JAV. Jie augo sunkiais laikais, kai kiekvienas nori nenori turėjo atlikti savo pareigas, o vaikai turėjo būti „matomi, bet negirdimi“. Šios kartos atstovai yra darbštūs, punctualūs, konservatyvūs, pripažįsta taisykles, tvarką ir formalią hierarchiją. Jie laikosi pozicijos „nėra ir nereikia“, vengia skolintis ar pirkti imant kreditą [11].

Remiantis Mažeikaite, Gruževskiu [7] *Kūdikio bumo* karta (1946–1964) formavosi pokario metais, viena vertus, veikiamą didingų ateities vizijų (tiek Vakarų pasaulyje, tiek Sovietų sąjungoje veikė galinga ideologija), skrydžių į kosmosą, kita vertus, – revoliucinio laisvės ir taikos troškimo (Vakaruose su protestu prieš Vietnamo karą siejamas hipių judėjimas, kiek vėliau su tam tikromis kultūrinėmis korekcijomis pasiekęs ir sovietines valstybes). Įsitikinę savo vertybių teisingumu, šios kartos žmonės nevengia kritikuoti, sunkiai pripažįsta savo kaltę. Į konfliktus reaguoja emocionaliai, laukia, kol aplinkiniai pirmieji pradės spręsti nesutarimus. Tikisi, kad kažkas kitas jais pasirūpins. Jie nemoka racionaliai spręsti konfliktų, todėl laiko nuoskaudas savyje, tyliai užglaisto problemas [7].

Pagal Dries, Pepermans, Kerpel [3] *X* karta (1965–1982) yra viena maištingiausių kartų, sukėlusį nemažą perversmą prieš tai buvusioje visuomenėje [3]. Jai priklausančios žmonės nepakenčia formalumų, kuriais itin žavėjosi ankstesnė karta. *X* generacija apibūdinama kaip išsilavinusi, aktyvi, laiminga ir orientuota į šeimą. Moka atsiprašyti ir prisipažinti klydusi, diskutuoja ir efektyviai ieško sprendimo. *X* kartos atstovai moka priimti kritiką, bet nesibodi pabaksnoti pirštu į kitų ydas. Dėl nesėkmės jiems lengviau apkaltinti aplinkybes nei save. Labai savarankiški, veržlūs žmonės svajoja apie prasmingą karjerą, nebijo keistis ir mokytis. Judėjimas į priekį – pagrindinis jų gyvenimo moto. Ieško ne tik profesinio, bet ir dvasinio tobulėjimo kelio. JAV susiformavusi hipių karta skelbė taikos ir laisvės idėjas.

Mažeikaitė, Gruževskis [7] išskyrė *Y* kartą (1982–2003), kaip interneto, socialinių tinklų vaikus, gimusius pačiame kompiuterizacijos įkarštyje [7]. Jie tikisi galimybės augti, tobulėti ir neslepia didelių asmeninių ambicijų. Šiai kartai svarbi aplinkinių nuomonė, todėl daug jėgų ir laiko skiria savo įvaizdžiui, didžiulę reikšmę teikia išvaizdai. *Y* karta (ypač moteriškoji lytis) svajoja išlikti amžinai jauna. Jos atstovams svarbu patikti, būti žinomiems ir geresniems už kitus. Tai – akivaizdūs reklamų „vergai“, besąlygiškai tikintys pateikiama informacija. Darbe *Y* karta yra profesionalūs ir kompetentingi specialistai: veiklūs, atviri naujovėms, pristatantys idėjas. Puikiai išmano naujas technologijas, moka kelias užsienio kalbas, nevaržomai keliauja. Tačiau šios kartos darbuotojai dažnai neturi kantrybės siekti ilgalaikių tikslų. Jaunimas trokšta greito rezultato ir pripažinimo, nori kontroliuoti kitus, bet patys nemėgsta būti pavaldiniais. Renkantis profesiją,

labiausiai lemia gyvenimo būdas, siekiama, kad darbas teiktų malonumą ir nebūtų tik pinigų šaltinis.

Taip pat Mažeikaitė, Gruževskis teigia, jog pagal kartų teoriją Z kartos (2004–2023) atstovų daugės iki pat 2023-ųjų [7]. Ši generacija pasirengusi užkariauti pasaulį. Ji dar vadinama *Google* karta, nes nuolat ieško informacijos, domisi naujovėmis ir žino, kur jų rasti. Tėvai skatina atžalas pinigais, kartais pritrūksta nuoširdaus bendravimo šeimoje. Atžalų laisvalaikis susijęs su kompiuterinėmis technologijomis. Nuo mažens aprūpinti mobiliaisiais telefonais, planšetiniais kompiuteriais ar žaidimų konsolėmis šios kartos atstovai dar vadinami technonarkomanais. Pastebėta, kad mažieji kopijuoja suaugusiųjų veiklos modelį. Net vaikams ima trūkti laiko, todėl mitybai, sportui skiriama nedaug dėmesio. Jie dažnai auga be griežtos dienotvarkės, įpranta bet kuriuo metu papildyti energijos atsargas, todėl įsigalėjo greitojo maisto kultas.

3. Skirtingų kartų požiūris į karjerą

Šiuo metu darbo rinkoje konkuruoja net trijų kartų atstovai, dėl šios priežasties vadovai vis dažniau susiduria su problemomis, susijusiomis su darbuotojų kartų skirtumais. Problemos dažniausiai iškyla dėl kitokios mąstysenos, bendravimo stilių ir skirtingo supratimo, kokios turi būti darbinės užduotys ir kaip jos turi būti vykdomos. Skirtingų kartų darbuotojai įvairiai vertina vadovų autoritetą, darbinę aplinką, darbovietėje gyvuojančias taisykles ir darbinius įpročius. Šiandien, kai Y karta (gimusieji nuo 1982 m. iki 2003 m.) „šturmuoja“ darbo rinką, o vadovų postus dažniausiai užima X kartos (1965–1981) atstovai, diskutuoja apie skirtingų kartų požiūrį į darbą ir vertybes ypač aktuali. Kiekvienos kartos nariai demonstruoja šiek tiek skirtingą požiūrį į savo karjeros augimą.

Kiekvienais metais tyrimų, susijusių su skirtingų kartų požiūriu į savo karjerą, darbinę veiklą ir pasitenkinimą savo karjera, skaičius didėja. Tai susiję su tuo, kad organizacijoms kyla nemažai iššūkių, kaip efektyviai organizuoti skirtingų generacijų darbą kartu.

Šiame dešimtmetyje mokslininkai gana intensyviai domisi skirtingų kartų požiūriu į karjerą ir jų teikiamiems prioritetams profesinėje veikloje. Lietuvių tyrėja Stanišauskienė [11] tyrimu įrodė, kad X kartos respondentai, kalbėdami apie savo sprendimus, neišvengiamai juos lygina su savo vaikų karjeros sprendimais, tuo tarpu Y kartos respondentai kalba tik apie save. Kalbėdami apie karjeros sprendimus, X kartos atstovai akcentuoja darbą, profesiją, veiklą, pasiekimus, susiklosčiusias sąlygas, o Y kartos atstovai pirmiausia kalba apie savo jausmus, patyrimus, savo gyvenimą, įvairias jo sritis. Chawla, Dokadia ir Rai [2] savo tyrimo rezultatais patvirtina, jog X karta siekia įsidarbinimo galimybių, suderintų su jų karjeros siekiais. Jie teigia, jog pastarieji yra linkę dirbinti tas organizacijas, kurios suteikia karjeros galimybes, atitinkančias jų karjeros siekius. Ši karta teikia pirmenybę darbui

organizacijose, kuriose jie galėtų įgyti pasitenkinimą prasmingu darbu, atliekamos užduotys turi atitikti jų karjeros siekius. Kita vertus, Y karta teikia pirmenybę toms organizacijoms, kuriose vadovai imasi aktyvių veiksmų vedant reguliarias ir savalaikes diskusijas apie karjerą, kuriose pagrindinis dėmesys skiriamas jų poreikiams ir siekiams. Vadovų gebėjimas reguliariai diskutuoti apie karjerą su savo darbuotojais yra viena iš pagrindinių vadovo savybių, darančių įtaką Y kartos darbuotojų laimei ir didesniai pasitenkinimui darbo vietoje.

Panašius rezultatus pateikia ir Prawitasari [8], patvirtindamas, kad *Kūdikio bumo* karta buvo linkusi pasirinkti karjerą, kuri suteikia prestižą, galimybes ir galimybes kilti darbo pozicijose. Pasak šio autoriaus, X kartai svarbu rasti pusiausvyrą tarp asmeninių laimėjimų, karjeros ir šeimos. Y kartos atstovai, žinomi kaip skaitmeniniai vietiniai gyventojai, yra linkę rinktis karjerą, suteikiančią laisvę ir kūrybiškumą dirbti pasitelkiant aukštasias technologijas [8]. Panašiai ir Z karta yra ne tik linkusi pasirinkti karjerą, kuri jiems suteikia laisvės ir kūrybiškumo, tačiau taip pat tikisi atsilyginimų iš patyrusių žmonių. Puspanathan, Ramendran, Muthurajan, Balwant Singh [9] pažymi, kad Y kartos atstovai turi lūkesčius ir supratimą apie gerą atlyginimą ir išmokas, vertina prasmingą patirtį darbo vietoje ir lankstumą pasirenkant karjerą. Y karta turi tam tikrus kriterijus, kurie turėtų įtakos jų motyvacijai, produktyvumui, atsidavimui ir pan. [9].

Šeima kaip veiksnys turi stipriausią poveikį X kartos karjeros sprendimams. Savo tyrime Prawitasari [8] pastebėjo, jog X kartos atstovai neakcentuoja prestižo, galimybių ar pakėlimo pareigose kaip prioritetų. Priešingai, jiems svarbu, kaip jau minėta, balansas tarp darbo ir šeimos. Taip yra dėl jų požiūrio į savo tėvus, *Kūdikio bumo* atstovus, kurie pasižymėjo darboholizmu. Dėl šios priežasties X kartos asmenys nenori, kad jų vaikai jaustųsi panašiai, kaip jie jautėsi, kai jų tėvai buvo pasišventę darbui. Y kartą nagrinėjęs Hsiao [5] savo tyrime pastebėjo, jog Y kartai veiksniai „tėvas“ ir „šeima“ (kiti giminaičiai, tokie kaip dėdė, teta, pusbrolis, senelis ir močiutė) daro mažesnę įtaką renkantis karjerą. Y karta stebi kitų reikšmingų žmonių karjeros sprendimus, aptaria šiuos klausimus su draugais, taip pat savo klausimus dėl karjeros galimybių diskutuoja su dėstytojais / mokytojais. Visgi, May Hong Pang atlikto tyrimo rezultatai prieštarauja Hsiao [5] tyrimo rezultatams. Hernaus, Vokic [4] tyrimas atskleidė, jog Y karta pirmenybę teikė karjeros pasirinkimui atsižvelgiant į šeimos narių nuomonę, vadinasi šeimos aplinka turi nemažą įtaką jų karjeros sprendimams. Akivaizdu, kad šioje srityje reikalingi išsamesni tyrinėjimai, siejami su tiriamųjų nacionalinės (šalies) aplinkos ir kultūros poveikiu karjeros motyvacijai.

Įvairių tyrimų rezultatai rodo, jog jaunesnės kartos atstovai visko nori greičiau ir yra labiau mobilūs, dėl menkausio nepasitenkinimo pasiryžę keisti savo darbo poziciją. Tai savo tyrimo rezultatais patvirtina Smola, Sutton [10]. Jie teigia, kad jaunesnės kartos darbuotojai (Y kartos) norėjo būti paaukštinti greičiau nei vyresni kolegos (X kartos ar *Kūdikio bumo*), nurodant didelius

lūkesčius dėl darbo iššūkių, sėkmės ir pasiekimų [10]. Westermanas, Yamamura [12] atliktas tyrimas parodė, kad jaunesnės kartos darbuotojai yra labiau linkę aktyviau dalyvauti jų karjeros planavime ir vykdyme. Todėl tikėtina, kad jaunesnės kartos atstovai turi pirmenybę kilti karjeros laiptais. Tyrėjai pripažįsta, kad jaunosios kartos nekantrumas ir padidėjęs mobilumas gali pasireikšti didesniu darbuotojų nepasitenkinimo lygiu. Kita vertus, *Kūdikio bumo* karta jau yra įsitvirtinusi organizacijoje ir dėl amžiaus ir šeimos įsipareigojimų jie yra mažiau mobilūs.

Kokie skirtingų kartų lūkesčiai jų karjeros ir profesinės veiklos požiūriu yra suponuojami organizacijai, kurioje jie dirba? *Kūdikio bumo* kartai svarbus tokie dalykai kaip lankstus darbas ir galimybė gauti atostogas bet kada, tai gali padėti pagerinti darbuotojų profesinio ir asmeninio gyvenimo pusiausvyrą. Kaip teigia Hernaus, Vokic, šios kartos atstovai dažniau susiduria su sveikatos problemomis, todėl yra linkę apie tai susimąstyti [4]. Šiems darbuotojams svarbu, kad organizacija suteiktų papildomų išmokų, padėtų jiems taupyti sveikatos priežiūros srityje arba suteiktų papildomų sveikatinimosi paslaugų kaip atlygį.

Kaip minėta, X kartos prioritetai yra rūpintis savo šeima – tiek jauna, tiek sena. Todėl iš organizacijos jie tikisi lankstaus darbo, sudarytų sąlygų gauti atostogas ir kitų galimybių, kurios užtikrintų jiems kokybišką laiką, skirtą praleisti su šeima. Remiantis Young, Sturts, Ross, Kim tyrimais, jie taip pat labiau linkę teikti pirmenybę savarankiškumui ir labiau linkę vadovautis savo verslumo instinktu [6].

Y kartai, kaip teigiama Puspanathan, Ramendran, Muthurajan, Singh darbuose tikisi organizacijos paramos jiems pereinant iš švietimo sistemos į darbo rinkos pasaulį [9]. Viena iš galimybių – tai pačios įmonės vadovų ugdomoji veikla, kai jie konsultuoja ir ugdo potencialų Y kartos jauną darbuotoją. Kitas variantas – tai vyresnės kartos, tarkime *Kūdikio bumo* kartos atstovo, mentoriavimas, kai jie perduoda savo ekspertinę patirtį jaunimui. Daugeliu atveju Y karta organizacijoje dar neužima aukštų pozicijų, todėl, kaip rodo Andrea, Gabriella, Timea [1] tyrimai, net 46 proc. Y kartos respondentų sutinka, kad jiems reiktų organizacijoje tobulėti ir mokytis vienerius ar net dvejus metus. Taip yra todėl, kad Y kartos atstovai yra pakankamai ambicingi siekti karjeros [1].

Z karta dėlioja panašius prioritetus kaip ir Y kartos atstovai Remiantis tyrimais, jie turi daugiau rūpesčių dėl ekonomikos ir dėl to nori finansinio saugumo. Jiems taip pat būdingas didesnis nerimo ir depresijos lygis, todėl psichinės sveikatos pagalbos jie ieško labiau nei kitos kartos. Dauguma organizacijų atkreipia dėmesį į šios kartos poreikį ir siūlo psichinės sveikatos konsultacijas bei papildomų išmokų darbuotojams paketą. Puspanathan, Ramendran, Muthurajan, Singh [9] savo tyrime atskleidė, kad 80 proc. mokinių, dar tik besiruošiančių įsilieti į darbo rinką, jau svajoja apie darbą su pažangiausiomis technologijomis, 38 proc. nori tapti IT srities, o 39 proc. – kibernetinio saugumo ekspertais. Z karta iš kitų radikaliai išsiskiria tuo, kad

technologijos jos atstovams – neatskiriama gyvenimo dalis [9]. Pavyzdžiui, 98 proc. respondentų teigia, kad technologijos buvo ir jų formaliojo švietimo dalis, todėl ir rinkdamiesi darbo vietą jie itin daug dėmesio skiria darbo priemonių modernumui.

Apibendrinus galima teigti, jog svarbu pažinti kiekvieną kartą, tam, kad pavyktų efektyviai dirbti, bei patenkinti visus darbuotojų lūkesčius. Svarbu suprasti, ko kiekvienas darbuotojas tikisi iš darbdavio. X karta likusi teikti pirmenybę savarankiškumui, tai vadovai turėtų skirti daugiau individualių užduočių. Y kartos atstovai likę daug mokytis ir tobulėti dėl karjeros, tai svarbu šiuos darbuotojus nuolat mokyti kažko naujo, bei daug dirbti su jais. Z kartai svarbus organizacijų modernumas bei galimybės dirbti su technologijomis, tad organizacija turi būti atvira naujovėms, bei pokyčiams.

4. Išvados

1. Mokslinėje literatūroje skiriamos keturios kartos, kurios pasižymi skirtinga karjeros motyvacija, požiūriu į darbą, vertybėmis, asmeninėmis savybėmis ir lūkesčiais, kuriuos jie išreiškia darbo organizacijos atžvilgiu. Šiuos skirtumus sąlygojo ne tik kartai formuojantis, t. y. jų vaikystės ir paauglystės periodu, egzistavę išorinės aplinkos veiksniai (istorinis laikotarpis, ekonominė situacija, technologinė pažanga ir pan.), bet ir jų artimiausia aplinka, t. y. šeima. Kitaip tariant, jų tėvų kartos propaguotas gyvenimo stilius, vertybės, darbinė veikla darė įtaką jų supratimui apie karjeros perspektyvas ir lūkesčius.
2. Tyrimai atskleidžia keturių kartų požiūrį į karjerą skirtumus.
 - *Kūdikio bumo* karta supranta karjerą kaip darbą vienoje darbovietėje visam gyvenimui, tai labiausiai į darbą susikoncentravusi karta, jie neskaičiuoja darbo valandų, o save vertina pagal darbo pasiekimus. Jie yra atsidadę ir lojalūs, todėl retai keičia darbo vietą.
 - X karta atstovai ieško prasmingos karjeros, ieško ne tik profesinio tobulėjimo, tačiau ir asmeninio tobulėjimo. Šie atstovai lengvai prisitaiko prie įvairių darbo sąlygų, yra verslūs, nebijo permainų ir vertina lankstumą. Nors ir yra orientuoti į karjerą, jie nepamiršta šeimos ir nori išlaikyti pusiausvyrą tarp darbo ir laisvalaikio.
 - Y kartos darbuotojai stokoja kantrybės, tad iš darbdavių tikisi, greitos karjeros „čia ir dabar“. Tačiau kaip ir X kartos atstovai, jie siekia asmeninio augimo bei profesinio tobulėjimo, turinčių prasmę karjerai, o to nesulaukę, skuba keisti darbo vietą.
 - Prognozuojama, jog Z karta, darbe vertins lankstumą ir mieliau dirbs kaip laisvai samdomi darbuotojai. Šie jaunuoliai yra labai savarankiški, patys gali susigalvoti sau veiklos ir nelaukia nurodymų iš kitų.
3. Mokslininkų atlikti tyrimai patvirtina, kad skirtingos kartos suponuoja skirtingus lūkesčius savo darbo organizacijoms jų karjeros ir profesinės veiklos požiūriu:

- *Kūdikio bumo* karta pageidauja, kad organizacija būtų lanksti ir gebėtų užtikrinti visas socialines garantijas ar papildomus priedus. Jiems svarbios atostogos, kad galėtų daugiau laiko skirti šeimai.
- X kartos darbuotojai, tikisi laisvesnio darbo grafiko, tai karta kuri linkusi vadovautis verslumo instinktu bei dirbti sau.
- Y karta vertina organizacijų vadovų jiems skirtą laiką, aptariant jų karjeros galimybes. Jie pripažįsta, kad turi dar pakankamai tobulėti ir todėl yra linkę naudotis organizacijos siūlomomis tobulėjimo galimybėmis ar reikšmingų rezultatų organizacijoje pasiekusių žmonių mentorystė. Z kartos atstovai pasižymi išskirtiniais technoliniais gabumais ir skaitmeniniu brandumu, todėl tikis dirbti modernioje organizacijoje, Jie įsitikinę, kad technologijos ir procesų automatizacija padės užkirsti kelią šališkumui ir diskriminacijai bei įneš daugiau lygybės į darbo aplinką.

Literatūra

1. ANDREA, B., GABRIELLA, C. H., TÍMEA, J. Y and Z Generations at Workplaces [interaktyvus]. *Journal of Competitiveness*. 2016, 8, 90–106 [žiūrėta 2020-04-01]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/309021397_Y_and_Z_Generations_at_Workplaces.
2. CHAWLA, D., DOKADIA, A., RAI, S. *Multigenerational Differences in Career Preferences, Reward Preferences and Work Engagement Among Indian Employees* [interaktyvus]. 2017, 18, 181–197 [žiūrėta 2020-03-24]. Prieiga per: <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0972150916666964>.
3. DRIES, N., PEPERMANS, G. R., KERPEL, D. E. Exploring four generations' beliefs about career Is „satisfied“ the new „successful“? [interaktyvus]. *Journal of Managerial Psychology*. 2008, 23(8), 907–928 [žiūrėta 2020-04-01]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/235320822_Exploring_four_generations'_beliefs_about_career_Is_satisfied_the_new_successful.
4. HERNAUS, T., VOKIC, P. N. Work design for different generational cohorts. Determining common and idiosyncratic job characteristics [interaktyvus]. *Journal of Organizational Change Management*. 27(4), 2014 p. 615–641 [žiūrėta 2020-04-01]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/265732712_Work_design_for_different_generational_cohorts_Determining_common_and_idiosyncratic_job_characteristics.
5. HSIAO, J. Generational Approach to Factors Influencing Career Choice in Accounting [interaktyvus]. *Rev Contab Finanç*. São Paulo, 2016, 27(72), 393–407 [žiūrėta 2020-03-24]. Prieiga per: <http://www.scielo.br/pdf/rcf/v27n72/1808-057X-rcf-27-72-00393.pdf>.

6. YOUNG, S., STURTS, L. R., ROSS, C., KIM, T. K. Generational differences and job satisfaction in leisure services [interaktyvus]. *Journal Managing Leisure*. 2013, 18, 1–19 [žiūrėta 2020-03-24]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/263043719_Generational_differences_and_job_satisfaction_in_leisure_services.
7. MAŽEIKAITĖ, D., GRUŽEVSKIS, B. Darbo vertybių vieta ir kaita skirtingų Lietuvos gyventojų kartų kontekste [interaktyvus]. *Socialinė teorija, empirija, politika ir praktika*. Vilniaus universitetas, 2018, 17, 108–131 [žiūrėta 2020-03-24]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/327128109_Darbo_vertybiu_vieta_ir_kaita_skirtingu_Lietuvos_gyventoju_kartu_kontekste.
8. PRAWITASARI, G. The influence of generations on career choice [interaktyvus]. *Social Cognitive Career Theory Perspective*. 2018, 7, 15–20 [žiūrėta 2020-03-24]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/325369520_The_Influence_of_Generations_on_Career_Choice_Social_Cognitive_Career_Theory_Perspective.
9. PUSPANATHAN, A. C., RAMENDRAN, C., MUTHURAJAN, R., SINGH, N. Perceptions of generation Y undergraduate students on career choices and employment leadership: A study on private higher education institutions in Selangor [interaktyvus]. *Malaysian Online Journal of Educational Sciences*. 2017, 5, 46–59 [žiūrėta 2020-03-24]. Prieiga per: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1150430.pdf>.
10. SMOLA, K. W., SUTTON, C. D. Generational differences: revisiting generational workvalues for the new millennium [interaktyvus]. *Journal of Organizational Behavior*. 2002, 23, 363–82 [žiūrėta 2020-04-01]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/227533994_Generational_Differences_Revisiting_Generational_Work_Values_for_the_New_Millennium.
11. STANIŠAUSKIENĖ, V. Karjeros sprendimus lemiančių veiksnių dinamika kartų kaitos kontekste [interaktyvus]. *Tiltai*. 2015, 1–20 [žiūrėta 2020-03-24]. Prieiga per: <https://etalpykla.lituanistikadb.lt/object/LT-LDB-0001:J.04~2015~1491484071387/J.04~2015~1491484071387.pdf>.
12. WESTERMAN, J. W., YAMAMURA, J. H. Generational preferences for work environment fit: Effects on employee outcomes [interaktyvus]. *Career Development International*. 2007, 12(2), 150–161 [žiūrėta 2020-04-01]. Prieiga per: http://www.dwashingtonllc.com/pdf/generational_preferences_work_environment%20Fit.pdf.



TURIZMO SEKTORIAUS DARBUOTOJŲ PASITENKINIMO DARBU VEIKSNIŲ ANALIZĖ

Kulpina S.¹, Bubnys R.¹

¹Kauno technologijos universitetas

Raktiniai žodžiai: turizmo sektorius, pasitenkinimas darbu, darbuotojai, veiksmų analizė.

1. Įvadas

Verslo tvarumo ir konkurencingumo kūrimo pagrindai iš esmės pasikeitė iš materialiuųjų į nematerialiuosius išteklius. Skirtingos organizacijos atkreipia dėmesį į žmogiškuosius išteklius, pripažindamos gyvybiškai svarbų jų varomosios jėgos vaidmenį ir konkurencinio pranašumo tvarumą [2]. Kaip teigia Viningienė [21]: „*darbuotojai, kaip žmogiškieji ištekliai, yra vienas svarbiausių ekonominių veiksnių, turintys įtakos organizacijų veiklos rezultatams. Visoms įmonėms darbuotojų motyvacija yra aktuali, nes ne tik didina dirbančiųjų pasitenkinimą darbu, bet ir teikia apčiuopiamos naudos: produktyvesnis darbas, geresnis įmonės įvaizdis, patrauklios darbo vietos, noras išlaikyti darbo vietą, garantuotos pajamos, užimtumas. Visa tai užtikrina stabilų regiono ekonominį vystymąsi*“ [21]. Organizacijoms privalu siekti ugdyti atsidadusią darbo jėgą, taikant efektyviausius metodus darbuotojų išlaikymui užtikrinti. Organizacijos išskirtinumą atspindi gebėjimas išlaikyti ir nuolat kelti darbuotojų pasitenkinimo darbu lygį. Darbuotojų pasitenkinimas darbu daro įtaką jų atsidadimui, veiklos kokybei ir produktyvumui, todėl yra nepaprastai svarbus tokioje srityje, kaip turizmo sektorius, kuris yra priklausomas nuo žmogiškųjų išteklių [22]. Nors turizmo sektorius skatina ekonomikos šalies augimą ir sukuria ištis daug darbo vietų, tačiau susiduria su problema, būdinga visai Lietuvos darbo rinkai – didele darbuotojų kaita [18]. Atsižvelgiant į tai svarbu identifikuoti veiksmus, kurie daro įtaką turizmo sektoriaus darbuotojų pasitenkinimui darbu.

Išgyvenantys pasitenkinimą savo darbu darbuotojai yra organizacijos sėkmės privalumas, nes išlaikant darbuotojų motyvaciją, atsidadimą ir įsitraukimą į darbą didėja organizacijos produktyvumas, bei darbuotojų lojalumas organizacijai [22]. Lietuvoje pasitenkinimo darbu tyrimai atliekami nuolatos: Šulgienė (2005) tyrė pasitenkinimo darbu veiksmus, pasitenkinimo darbo pasekmių tyrimą atliko Taločkienė (2002). Marčinskas ir Šikšnelytė [11] analizavo darbuotojų pasitenkinimo darbu didinimo strategiją ir kt. Užsienio

autoriai taip pat analizavo ir nagrinėjo temas susijusias su pasitenkinimu darbu, apžvelgiant atliktų tyrimų rezultatus (Aziri (2011)), farmacijos sektoriaus pasitenkinimo darbu veiksniais (Parvin (2011)), santykio tarp pasitenkinimo darbu ir sveikatos metaanalizę atliko Faragher, Cass ir Cooper (2013), mokytojų pasitenkinimą darbu tyrė Klassen, Usher ir Bong (2010) ir kt.

Akivaizdu, jog nors ir pasitenkinimo darbu atliktų tyrimų yra nemažai tiek užsienyje, tiek Lietuvoje, kiekvienoje srityje, veiksniai lemiantys pasitenkinimą darbu, yra skirtingi, taigi aktualu formuluoti probleminių klausimų: kokie pagrindiniai veiksniai lemia darbuotojų pasitenkinimą darbu turizmo sektoriuje?

Darbo tikslas: teoriškai pagrįsti ir išanalizuoti turizmo sektoriaus darbuotojų pasitenkinimo darbu veiksniai.

2. Pasitenkinimo darbu samprata

Pasitenkinimo darbu problematika dažnai atliekami moksliniai tyrimai, o ir kasdieniame gyvenime, ši tema dažnai aptarinėjama, bet vis dar nėra bendro sutarimo dėl pasitenkinimo darbu sampratos ir jos turinio. Skirtingi autoriai skirtingai vertina pasitenkinimą darbu. Vienas iš dažniausiai naudojamų pasitenkinimo darbu apibrėžimų mokslininko Hoppock [7]. Pasitenkinimą darbu jis apibrėžė, kaip bet kokių psichologinių, fiziologinių ir aplinkos sąlygų derinį, dėl kurio žmogus sąžiningai teigia, kad yra patenkintas savo darbu [7]. Remiantis šiuo požiūriu, nors pasitenkinimas darbu turi daugybę išorinių veiksnių, jis vis tiek priklauso nuo to, kaip iš tiesų jaučiasi darbuotojas. Taigi pasitenkinimas darbu – tai veiksniai, sukeliantys pasitenkinimo jausmą.

Vienas iš dažniausiai sutinkamų pasitenkinimo darbu apibrėžimų yra tas, kurį pateikia Spector [20]. Pateiktas apibūdinimas, jog pasitenkinimas darbu parodo, kaip žmonės jaučiasi dėl savo darbo, atžvelgiant į įvairius aspektus. Tai susiję su tuo, kiek žmonėms patinka ar nepatinka jų darbas. Spector [20] išvardija tris svarbius pasitenkinimo darbu požymius. Pirmą, organizacijos turėtų vadovautis žmogiškosiomis vertybėmis. Pastarosios organizacijos orientuotos į teisingą ir pagarbų elgesį su darbuotojais. Tokiais atvejais pasitenkinimo darbu įvertinimas yra darbuotojo efektyvumo rodiklis. Aukštas pasitenkinimo darbu lygis gali būti ir geros emocinės ir psichinės darbuotojų būklės požymis. Antra, darbuotojų elgesys, atsižvelgiant į jų pasitenkinimo darbu lygį, turės įtakos organizacijos verslo veiklai. Galima daryti prielaidą, kad pasitenkinimas darbu lems teigiamą elgesį ir atvirkščiai, nepasitenkinimas darbu sukels neigiamą darbuotojų elgesį. Trečia, pasitenkinimas darbu gali būti organizacinės veiklos rodikliai [20]. Vertinant pasitenkinimo darbu vertinimą, galima apibrėžti skirtingus pasitenkinimo lygius skirtinguose organizaciniuose vienetuose, tačiau tai savo ruožtu gali būti gera nuoroda į tai, kuriuose organizacijos padaliniuose turėtų būti padaryti pakeitimai, kurie padidintų veiklos rezultatus.

Pasitenkinimas darbu siejamas su darbuotojo laimėjimo ir sėkmės jausmais darbe. Darbuotojo produktyvumas yra tiesiogiai susijęs su jo asmenine gerove. Taip pat tai yra pagrindinis dalykas, kuris lemia pripažinimo, augančių pajamų, paaukštinimo ir kitų veiksnių, dėl kurių atsiranda pilnavertiškumo jausmas, įgyvendinimą [9]. Pasitenkinimas darbu vertinamas, kaip požiūris ir jausmai, kuriuos žmonės jaučia savo darbe, kai teigiamas požiūris rodo pasitenkinimą darbu, o neigiamas požiūris rodo nepasitenkinimą [1]. Tai reiškia teigiamų ir neigiamų jausmų derinį, kuriuos darbuotojai jaučia darbe. Pasitenkinimas darbu atspindi žmogaus lūkesčių mastą ir atitinkamą grįžtamąjį ryšį. Kaip teigia Pagojutė [17], analizuojant konsultantų pasitenkinimą darbu – „*tai teigiamų ir neigiamų žmogaus jausmų rinkinys, parodantis, kaip darbuotojas vertina savo darbą*“ [17]. Ši apibrėžtis labiausiai artima turizmo sektoriui, kadangi daugeliu aspektų turizmo sektoriuje darbuotojai dirba, kaip konsultantais (pvz., kelionių agentūrose, turistų informaciniuose centruose ir t. t.). Lentelėje pateikti įvairių autorių pasitenkinimo darbu sampratos (žr. 1 lentelę).

1 lentelė

Skirtingų autorių pateikiamos pasitenkinimo darbu sampratos

Autorius, metai	Pasitenkinimo darbu samprata
Hoppock, 1935	Psichologinių, fiziologinių ir aplinkos sąlygų derinį, dėl kurio žmogus sąžiningai teigia, kad yra patenkintas savo darbu
Spector, 1997	Pasitenkinimas darbu yra tai, kaip žmogus jaučiasi dėl savo darbo ir įvairių jo aspektų
Weiss, 2002	Pasitenkinimą darbu apibūdina, kaip teigiamą (arba neigiamą) darbo ar darbo situacijos vertinimą
Schermerhorn, Hunt, Osborn, 2004	„ <i>Pasitenkinimas darbu nulemia, kokio stiprumo teigiamas arba neigiamas emocijas žmogus patiria dėl savo darbo. Tai santykinai pastovi nuostata arba emocinė reakcija į užduotis, bei į fizines ir socialines darbo sąlygas</i> “ [3]
Armstrong, 2006	Pasitenkinimas darbu vertinamas, kaip požiūris ir jausmai, kuriuos žmonės jaučia savo darbe, kai teigiamas požiūris rodo pasitenkinimą darbu, o neigiamas požiūris rodo nepasitenkinimą darbu
Pagojutė, 2006	„ <i>Pasitenkinimas darbu yra teigiamų ir neigiamų žmogaus jausmų rinkinys, parodantis, kaip darbuotojas vertina savo darbą</i> “ [17]
Kaliski, 2007	Pasitenkinimas darbu yra pagrindinis dalykas, kuris lemia pripažinimo, augančių pajamų, paaukštinimo ir kitų veiksnių, dėl kurių atsiranda pilnavertiškumo jausmas, įgyvendinimą
Roelen, Koopmans, Groothoff, 2008	Pasitenkinimas darbu yra daugialypė koncepcija, apimanti asmenybės bruožus ir aplinkos veiksnius

Autorius, metai	Pasitenkinimo darbu samprata
Murrells, Robinson, Griffiths, 2008	Pasitenkinimas darbu yra dinamiškas ir keičiasi priklausomai nuo individualaus asmens charakterio savybių, lūkesčių, vadovavimo stilių, organizacinės politikos ir individualaus gyvenimo stiliaus
Meeusen, Mahoney, Zundert ir kt., 2010	Pasitenkinimas darbu susideda iš dviejų komponentų: emocinio ir kognityvinio požiūrio į darbą
Downing, 2010	Pasitenkinimą darbu parodo, kai nariai priklausantys tam tikrai sistemai, dėl to jaučiasi teigiamai

Apibendrinant galima teigti, kad pasitenkinimo darbu samprata, nors mokslininkų suvokiama skirtingai, tai vistiek nusako pasitenkinimo lygį, kurį darbuotojai jaučia dirbdami. Tai apima daugiau nei kasdienės darbinės pareigas. Pasitenkinimas darbu susijęs su santykiais su komandos nariais ir vadovais, įmonės organizacine politika, bei įtaka, kurią darbas daro asmeniniam žmogaus gyvenimui.

3. Pasitenkinimą darbu sąlygojantys veiksniai

Egzistuoja daug veiksnių, kurie yra tiesiogiai susiję su pasitenkinimu darbu. Ištirti įvairūs pasitenkinimo darbu komponentai, siekiant įvertinti jų svarbą pasitenkinimui darbu [21, 17]. Siekiama išsiaiškinti, kaip skirtingi veiksniai daro įtaką darbuotojų produktyvumui. Rezultatai rodo, kad žmonių, kurie yra patenkinti savo darbu, psichinė ir fizinė būseną yra geresnė, jie greičiau prisitaiko prie naujovių ir pokyčių, lengviau sprendžia problemas, bei turi mažiau nusiskundimų [16].

Pasitenkinimo darbu tyrimai pradėti dar dvidešimto amžiaus pradžioje. Viena dažniausiai iki šiol naudojamų Herzberg [6] dviejų veiksnių teorija (žr. 2 lentelę), nurodanti veiksnius, kurie daro įtaką pasitenkinimui darbu. Pagal šią teoriją veiksniai yra skirstomi į higieninius (vidinius) veiksnius ir motyvuojančius (išorinius) veiksnius [6]. Remiantis šia teorija, kai abu veiksniai yra patenkinti, darbuotojai yra patenkinti savo darbu. Pagal Herzbergą [6], galima išskirti tokius žemo darbuotojų pasitenkinimo darbu indikatorius: a) žemas darbo našumas; b) prastas aptarnavimo lygis ir žemas kokybės lygis; c) konfliktai kylantys tarp darbuotojų; d) netenkinantis darbuotojų atlygis ar netinkamos darbo sąlygos. Herzberg [6] pasiūlė tris priemones, kuriomis būtų padidintas darbuotojų pasitenkinimo lygis [6]:

- didesnė darbo atsakomybė (tai žmogui teikia supratimą apie jo darbo svarbą);
- darbo ir darbinų funkcijų kaita (prie monotoniškų dalykų žmogus greitai linkęs priprasti, ir ilgainiui tai nebereikalauja protinės veiklos, veikla atliekama mechaniškai).

Spector [20] išskiria panašius faktorius, darančius įtaką pasitenkinimui darbu: darbo įvertinimas, organizacijos vidinė komunikacija, papildomos garantijos, darbo sąlygos, pats darbas savaime, organizacijos politika ir tvarka, atlygis, asmens augimo galimybės, karjeros galimybės, saugumas dėl darbo vietos, vadovavimo stilius [20].

Pasak Armstrong [1], pasitenkinimo darbu lygiui daro įtaką [1]:

- motyvuojantys veiksniai (tai veiksniai, kurie susiję su darbo turiniu ir penkiomis jo dimensijomis – įgūdžiais, užduočių įvairumu, darbo užduočių svarba, savarankiškumu ir įvertinimu);
- kokybiškas vadovavimas;
- gerai atliekamas darbas (jei žmogus sėkmingai padaro paskirtą užduotį, jaučia pasitenkinimą).

Lietuvoje atliktų tyrimų metu, Merkys ir Brazienė [12] nustatė, kad pasitenkinimui darbu turi įtaką amžius. Gauti rezultatai parodė, kad labiausiai patenkinti darbu yra vidutinio amžiaus žmonės, o jauni ir vyresni žmonės (prieš ar pensijoje) yra mažiau patenkinti savo darbu. Taip pat išryškėjo aspektas, kad vyrams amžius turi didesnę įtaką pasitenkinimui darbu, nei moterims [12].

Ožeraitienės, Gaigalaitės, ir Arnatkevič (2014) tyrimas parodė, kad darbo stažas neturi tiesioginio ryšio su pasitenkinimu darbu. Bet išryškėjo tokie aspektai, kaip didelį darbo stažą turintys darbuotojai (daugiau nei 20 m.) prilygino pasitenkinimą aukštam atlyginimui. Slaugės, kurių stažas buvo iki dešimt metų, prioritetą teikė karjeros galimybėms. Vidutinį darbo stažą turinčios darbuotojos siejo pasitenkinimą darbu su santykiais su kolegomis.

Vveinhardt ir Kotovskienės tyrime [22] rekreacines paslaugas teikiančių organizacijų darbuotojų lojalumą buvo prieita išvados, kad pagrindinės priežastys, kurios daro įtaką darbuotojų lojalumui yra: netinkamas vadovavimas (prasti darbuotojų ir vadovų santykiai), silpnas pasitikėjimas įmone (įmonės žinomumas, reputacija, klientų aptarnavimo lygis), atlyginimų sistema (žemas atlygis, nemotyvuojanti skatinimo programa).

Marčinsko ir Šikšnelytės [11] atliktame darbuotojų pasitenkinimo darbu tyrime išaiškėjo, kad aukštesnis darbuotojų išsilavinimas neturi tiesioginės įtakos palankesniai požiūriui į darbą. Bet išaiškėjo, kad kuo aukštesnis žmonių pasitenkinimo darbu lygis, tuo jų požiūris į ateitį optimistiškesnis.

Kovalčikienės, Gustainienės, Stelmokienės [10] analizėje buvo atskleista, kad būtent darbo pobūdis (atliekama darbinė veikla ir jos reikšmės lygis) yra svarbiausias prognozuojant darbuotojų pasitenkinimą darbu [10]. Be to, kuo didesnis darbuotojų įsipareigojimas organizacijai, darbo ir asmeninio gyvenimo suderinamumas, bei mažesnis subjektyviai suvokiamas stresas, tuo bendras pasitenkinimas darbu didesnis. Jų teigimu, prognozuojant darbuotojų pasitenkinimą darbu, svarbūs yra ne tik organizaciniai veiksniai, bet ir su pačiu dirbančiu asmeniu susiję veiksniai.

Pasitenkinimo darbu veiksniai

Autorius, metai	Pasitenkinimo darbu veiksniai	
	Vidiniai	Išoriniai
Herzberg (1968)	Organizacijos politika ir administravimas	Statusas
	Atlygis ir skatinimas	Asmeninio tobulėjimo galimybės
	Kontrolė	Pripažinimas
	Tarpasmeniniai santykiai	Atsakomybė
	Darbo sąlygos	Iššūkiai darbe
	Darbo sauga	Karjeros galimybės
Spector, 1997	Vadovavimo stilius	Darbo įvertinimas
	Užtikrintumas dėl darbo	Darbo prasmė
Armstrong, 2014	Darbuotojo įgūdžiai	Užduočių įvairumas
	Savarankiškumas / autonomija darbe	
Edwards, Billsbery, 2010	Darbuotojo lojalumas įmonei	Organizacijos kultūra
	Asmenybės bruožai (vertybės, emocijos, tikslai)	
Merkys, Brazienė, 2010	Darbuotojo amžius	Įmonės žinomumas
Ožeraitienė, Gaigalaitė, Arnatkevič, 2014	Darbo stažas	
Vveinhardt, Kotovskienė, 2008		
Marčinskas, Šikšnelytė, 2002	Darbuotojo išsilavinimas	
Kovalčikienė, Gustainienė, Stelmokienė, 2018	Darbo pobūdis	Darbo ir asmeninio gyvenimo suderinamumas
		Darbuotojo įsipareigojimas organizacijai

Galima teigti, kad veiksniai, darantys įtaką pasitenkinimui darbu yra labai įvairūs, kaip ir pati pasitenkinimo darbu samprata, kiekvieno žmogaus gali būti suvokiama skirtingai. Kiekvienas darbuotojas į organizaciją ateina su skirtingais lūkesčiais ir poreikiais. Todėl remiantis jau atliktų tyrimų rezultatais turizmo srityje Jasinsko, Simanavičienės, Noreikaitės [8] tema „*Skirtinguose karjeros etapuose esančių darbuotojų motyvavimo ypatumai turizmo ir rekreacijos sektoriaus įmonėse*“ [8] buvo išskirti veiksniai, kurie daro didžiausią įtaką darbuotojų motyvacijai pagal amžiaus faktorių – psichologiniai, finansiniai ir nefinansiniai, bei jų tarpusavio derinimas, tobulėjimo poreikis aktualus ankstyvoje karjeros stadijoje. Pauliukaitienė,

Pilipavičienė [15] ištyrusios darbuotojų motyvavimo vertinimą Kauno miesto turizmo organizacijose nustatė, kad didžiausią įtaką darbuotojų pasitenkinimui ir motyvacijai turi karjeros galimybės, kurių darbuotojai pasigenda savo darbe, kiti veiksniai, kurie daugiausia tenkina ir motyvuoja darbuotojus yra atlyginimas ir darbo įvairovė [15]. Pajutę tyrusi konsultantų pasitenkinimą darbu, nustatė, kad pasitenkinimą darbu lemia išoriniai (tai veiksniai, kuriuos vadovas gali kontroliuoti) ir vidiniai (susiję su darbuotojo asmens ir charakterio savybėmis), kurių vadovas kontroliuoti negali [17].

Apibendrinant galima teigti, kad turizmo sektoriuje dirbančių darbuotojų pasitenkinimo darbu veiksnius taip pat galima išskirti į dvi grupes: vidinius ir išorinius [17]. Vidiniai veiksniai, lemiantys pasitenkinimą darbu apima sociodemografinius darbuotojo kintamuosius: asmens amžių [11], lytį, darbo stažą, išsilavinimą, šeimyninę padėtį. Išoriniams veiksniams priskiriami: darbo užmokesčio, karjeros galimybių, fizinių ir psichologinių darbo sąlygų veiksniai [22].

4. Išvados

1. Pasitenkinimo darbu samprata priklausomai nuo autorių ir tiriamo konteksto aiškinama skirtingai. Egzistuoja bendrieji pasitenkinimo darbu veiksniai, kurie dominuoja daugelyje sričių ir apima aspektus susijusius su organizacijos politika, kontrole, santykiais su vadovais ir kolegomis, darbo sąlygomis, darbo sauga ir kt. Tai atspindi ne tik žmogaus nuomonę ar požiūrį į darbą, bet ir emocinę, psichologinę būseną.
2. Remiantis turizmo ir paslaugų srityse jau atliktų pasitenkinimo, ir motyvacijos veiksnių tyrimų rezultatais, turizmo sektoriaus darbuotojų pasitenkinimą lemia sociodemografiniai veiksniai, atlygis, savirealizacijos galimybės bei fizinės ir psichologinės darbo sąlygos.
3. Vieningai sutariama, kad pasitenkinimas darbu turi didelę reikšmę organizacijos veiklos produktyvumo rodikliams ir didele dalimi lemia organizacijos sėkmę, todėl bet kokiame sektoriuje, susijusiame su siekiu išlaikyti ir stiprinti žmogiškuosius išteklius, prioritetu turėtų tapti darbuotojų pasitenkinimo darbo užtikrinimas.

Literatūra

1. ARMSTRONG, M. *A Handbook of Human Resource Management Practice*. 10th Edition, London: Kogan Page Publishing, 2006.
2. BABAZADEH, B., FARAHANI, T. The effect of knowledge management capability and dynamic capabilities in organizational performance of Razi insurance company. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Science*. 2015, 2342. ISSN 2231-6345.
3. CHOMENTAUSKIENĖ, R. *Žmonės – organizacijos turtas* [interaktyvus]. 2008 [žiūrėta 2020-02-17]. Prieiga per: <http://www.psichologijatau.lt>.

4. DOWNING, H. *A Quantitative Correlational Study of Job Satisfaction Among Critical Care Nurses in Hawaii* [interaktyvus]. 2010 [žiūrėta 2020-02-17]. Prieiga per: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>.
5. EDWARDS, J. A., BILLSBERY, J. Testing a multidimensional theory of person – environment fit. *Journal of Managerial Issues*. 2010, XXII, 4, 476–493.
6. HERZBERG, F. One more time: how do you motivate employees? *Harvard Business Review Classic*. 1968.
7. HOPPOCK, R. *Job Satisfaction*, Harper and Brothers. New York, 1935, 47.
8. JASINSKAS, E., SIMANAVIČIENĖ, Ž., NOREIKAITĖ, N. Skirtinguose karjeros etapuose esančių darbuotojų motyvavimo ypatumai turizmo ir rekreacijos sektoriaus įmonėse. *Ekonomika ir vadyba*. 2011, 16. ISSN 1822-6515.
9. KALISKI, B. S. *Encyclopedia of Business and Finance*. 2nd edition. Detroit: Thompson Gale, 2007, 446.
10. KOVALČIKIENĖ, K., GUSTAINIENĖ, L., STELMOKIENĖ, A. Darbuotojų pasitenkinimą darbu prognozuojantys psichosocialiniai su darbu susiję veiksniai: „X“ organizacijos atvejis. *Psichologija vakar, šiandien ir rytoj: Lietuvos psichologų kongresas*. VDU, 2018.
11. MARČINSKAS, A., ŠIKŠNELYTĖ, A. Darbuotojų pasitenkinimo darbu didinimo strategija. *Organizacijų vadyba: sisteminiai tyrimai*. 2002, 21, 137–145.
12. MERKYS, G., BRAZIENĖ, R. Valstybės tarnautojų pasitenkinimas darbu ir motyvacija mokytis: lytiškumo ir amžiaus efektai. *Viešojo politika ir administravimas*. KTU, 2010.
13. MEEUSEN, BROWN-MAHONEY, C., DAM, K., ZUNDERT, A.V., ir kt. Personality dimensions and their relationship with job satisfaction among dutch nurse anaesthetists [interaktyvus]. *Journal of Nursing Management*. 2010, 18, 573–581 [žiūrėta 2020-02-17]. Prieiga per: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>.
14. MURRELLS, T., ROBINSON, S., GRIFFITHS, P. Job satisfaction trends during nurses' early career [interaktyvus]. *BMC Nursing*. 2008, 7(7) [žiūrėta 2020-02-17]. Prieiga per: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>.
15. PAULIUKAITIENĖ, J., PILIPAVIČIENĖ, J. Darbuotojų motyvavimo vertinimas Kauno miesto turizmo organizacijose [interaktyvus]. *Mokslinių straipsnių rinkinys*. Kaunas: Lietuvos sporto universitetas, 2013 [žiūrėta 2020-02-17]. Prieiga per: https://www.lsu.lt/sites/default/files/dokumentai/moksliniu_straipsniu_rinkinys_2.pdf#page=94.
16. PACEVIČIUS, J., VITKOVSKI, M. Empirinis darbe patiriamų stresų įvertinimas. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos*. 2007, 2(9), 197–205.

17. PAGOJUTĖ, I. Konsultantų pasitenkinimo darbu didinimas organizacijoje. *Jaunasis mokslininkas*. Lietuvos žemės ūkio universitetas, 2006.
18. RAJACKIENĖ, A. Darbuotojų kaitą sumažintų jų adaptavimas. *Vadovo pasaulis*. 2007, 7–8(129), 26–29.
19. ROELEN, C. A., KOOPMANS, P. C., GROOTHOFF, J. W. *Which Work Factors Determine Job Satisfaction?* IOS Press, 2008, 30, 433–439.
20. SPECTOR, P. E. *Job Satisfaction: Application, Assessment, Causes, and Consequences*. Thousand Oaks: Sage, 1997.
21. VININGIENĖ, D. Darbuotojų darbo motyvacijos ir pasitenkinimo darbu sąsajos. *Regional Formation and Development Studies*. KU, 2014, 1(6).
22. VVEINHARDT, J., KOTOVSKIENĖ, J. Darbuotojų lojalumo ir rotacijos ryšys rekreacines paslaugas teikiančiose organizacijose. *Vadyba: mokslo tiriamieji darbai*. Klaipėda: Vakarų Lietuvos verslo kolegija, 2008, 2(13), 184–197.
23. WEISS, H. M. Deconstructing job satisfaction: Separating evaluations, beliefs, and affective experiences. *Human Resource Management Review*. 2002, 12, 1–22.



SOCIOKRATIJOS FILOSOFIJA ORGANIZACIJŲ VALDYME: SĖKMĖS ISTORIJOS

Skliustys A.¹, Kvedaraitė N.¹

¹*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: sociokratija, sociokratijos filosofija, organizacijų valdymas.

1. Įvadas

Nūdienos rinkoje verslo organizacijos veikia nuolatinių pokyčių kontekste. Siekiančioms išlikti ir augti organizacijoms nebepakanka turėti išskirtinį produktą ir būti mėgstamoms vartotojų, nes kitas ne mažiau svarbus iššūkis yra santykis su darbuotojais. Darbuotojų išlaikymas organizacijoje nebeapsiriboja vien darbo užmokesčiu ir komfortabiliomis darbo sąlygomis, pastarieji nori būti svarbūs organizacijai, jaustis vertinami ir dalyvauti jos valdymo procesuose. Tai atskleidžia, kad šiuo laikotarpiu darbuotojai suvokia savo veiklos vertę, ieško prasmės, o ne materialinės gerovės.

Minėti iššūkiai verčia organizacijas keisti tradicinį požiūrį į darbuotoją ir rasti naujus vadybos principus bei metodikas, kurie ne tik padėtų užtikrinti organizacijų išlikimą bei plėtrą, bet ir padėtų išvengti negatyvių padarinių ar net krizinių situacijų jos viduje, kas įgalina įveikti krizes ir išorėje aplinkoje. Viena iš naujausių organizacijos valdymo filosofijų, kurios principų praktinis pritaikymas tampa vis populiariesnis, yra sociokratija. Straipsnyje nagrinėjama sociokratijos filosofija yra pristatoma kaip visapusiškas organizacijos valdymo sistema, įgalinanti įtraukti darbuotojus į sprendimų priėmimą, bendradarbiaujant veikti drauge, kas suteikia pridėtinę vertę ir naudą tiek organizacijai, tiek ir jos darbuotojams.

Visgi nors sociokratija, kaip nauja organizacijų valdymo filosofija, įgauna pripažinimą tarp stambesnių verslo kompanijų, platesnis jos taikymas smulkiajame ir vidutiniame versle dar gan ribotas. Tai išryškina **mokslinę ir praktinę problemą** – negatyvus organizacijų vadovų ir savininkų požiūris į demokratinį valdymą, kurį neretai sąlygoja vadybinio išprusimo stoka ir per menkas naujų organizacijų valdymo praktikų išmanymas.

Darbo tikslas – atskleisti sociokratiją kaip naują organizacijų valdymo filosofiją, pasitelkiant praktikų įžvalgas ir sėkmės istorijas.

2. Sociokratijos raida ir kelias į organizacijų valdymą

Pirmą kartą sociokratijos terminą paminėjo prancūzų filosofas Auguste Comte (1798–1857) [9]. Tuo metu sociokratija buvo apibūdinama kaip mokslinis metodas taikomas visuomenėje. Naudotas ir ambicingesnis apibūdinimas – tai socialinė ateities tvarka, kuri šiuo metu nėra įmanoma, tačiau neišvengiama ateityje. Remiantis Comte idėjomis, sociokratinė valstybė turėtų remtis šiomis nuostatomis: Meilė, kaip principas; Tvarka kaip pagrindas; Pažanga kaip tikslas [12]. Šios filosofijos pradininkas ir kūrėjas suvokė, kad tokia santvarka yra įmanoma tik mažose valstybėse, nes tik taip būtų įmanoma užtikrinti tokių principų laikymąsi [12].

Organizacijų praktikoje sociokratija pirmą kartą panaudota švietimo sektoriuje. Nyderlandų švietėjas ir kvakerių misionierius Kees Boeke (1884–1966) 1926 m. savo vadovaujamoje mokykloje įdiegė sociokratijos valdymo modelį [11]. Mokyklą jis įsivaizdavo kaip dirbtuvę, moksleivius kaip darbininkus, o mokytojus kaip jų vyresnius kolegas. Tokiu būdu buvo siekiama moksleiviams skiepyti demokratijos principus.

Verslo srityje pirmasis sociokratijos principus pritaikė Gerard Enderburg (gimęs 1933 m.) [11], kuris buvo vienas iš Boeke mokyklą baigusiu absolventų. Tapęs savo šeimos inžinerijos kompanijos *Enderburg Elektrotechniek BV* generaliniu direktoriumi, jis XX a. 7–8 dešimtmetyje ėmė joje diegti sociokratijos principus. Vėliau autoriaus įdiegtas modelis pavadintas „Sociokratinis žiedinės organizacijos metodu“. Dar vėliau pavadinimas supaprastintas į „Sociokratinį metodą“ [11].

Prie vėlesnės sociokratijos idėjų sklaidos prisidėjo 1978 m. Nyderlanduose įkurta organizacija *Sociocratisch Centrum Utrecht* [11]. Reikšmingu šios valdymo filosofijos pripažinimu galima laikyti tai, kad 1994 m. Nyderlanduose priimtas įstatymas, atleidžiantis sociokratinės organizacijas nuo prievolės turėti profsąjungą. Svarbus įvykis pažymėtinas ir 2007 m., kai pasirodė knygos *We the People*, John Buck, Sharon Villines vertimas į anglų kalbą. Tai buvo reikšminga sociokratijos filosofijos plėtra tarp angliškai kalbančių pasaulio žmonių, kurie gavo galimybę susipažinti su esminėmis šios filosofijos idėjomis ir jų taikymo galimybe praktikoje [11].

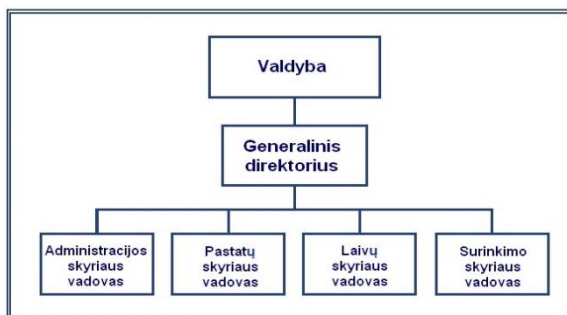
3. Sociokratiniai organizacijos valdymo principai

Sociokratija, kaip visapusė organizacijų valdymo sistema, pasižymi išsamiu valdymo praktikų rinkiniu – nuo mikropraktikų (pvz., kaip sudaryti susirinkimo darbotvarkę) iki makropraktikų (pvz., kokia turi būti hierarchinė struktūra, kad joks procesas nebūtų praleistas) [12]. Pagrindiniai sociokratiniai organizacijos valdymo principai yra: dinaminės valdžios rinkimai, sprendimų priėmimo procesas, įmonės dinaminė žiedinė struktūra. Panagrinėsime elektros įrenginių gamyba užsiimančios kompanijos pavyzdį.

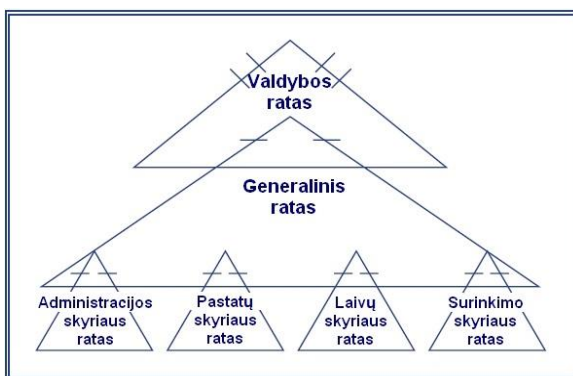
Dinaminės valdžios rinkimai. Taikant šį sociokratinį organizacijos valdymo principą pradžioje vyksta darbuotojų rolių apžvalga, kurios metu paaškinama kiekvienos rolės atsakomybės, reikalinga kvalifikacija ir kitos sąlygos. Tuomet išdalinamos kortelės, kuriose kiekvienas narys parašo žmogų, kurį nominuoja tuo metu renkamai rolei. Rinkimų lyderis perskaito visas nominacijas ir paprašo kiekvieno nario pagrįsti savo pasirinkimą. Po aptarimo rolė priskiriama, daugumos nuomone, tinkamiausiam žmogui. Paprastai kiekviena grupė išsirenka lyderį, pagalbininką, delegatą ir sekretorių. Lyderis yra atsakingas už visos grupės vykdomo projekto eigą, pagalbininkas – už resursų paiešką, delegatas kartu su lyderiu yra projekto srities žinovas, o sekretorius atsakingas už administracinę dalį [2].

Sprendimo priėmimo procesas. Taikant šį principą, pirmiausia yra identifikuojama ir apibūdinama problema arba situacija, sutariama dėl bendro situacijos suvokimo. Vėliau yra generuojamos galimų sprendimų idėjos. Dažniausiai visiems darbuotojams pasiūloma apgalvoti galimus variantus ir pasirinkti juos pristatyti tolesnei diskusijai ateinančio susirinkimo metu. Paskutinis etapas yra sprendimo analizė ir priėmimas. Šiame etape yra užduodami patikslinamieji klausimai. Po išaiškinimo visi darbuotojai pareiškia savo nuomonę apie sprendimą. Jeigu atsiranda prieštaračiai, jie rašomi ant lentos. Tuomet jie taisomi ir vėl grupė reiškia savo nuomonę. Taip daroma, kol priimamas galutinis sprendimas [2].

Įmonės dinaminė žiedinė struktūra. Įmonėse, pasirinkusiose sociokratinį valdymo modelį, funkcinę struktūrą (žr. 1 pav.) neprivalo sutapti su dinamine žiedine struktūra (žr. 2 pav.). Pavyzdžiuose nagrinėjamos elektros įrenginių kompanijos schemos. Nors funkcinėje struktūroje realiai yra vaizduojamas tik generalinis direktorius, tačiau jis savo komandoje turi keletą patarėjų vadybininkų, savo sričių profesionalų [2]. Žiedinėje struktūroje direktorius kartu su patarėjais vadybininkais sudaro generalinį ratą, tačiau čia į valdymo struktūrą įtraukiami ir kiekvieno skyriaus darbuotojų grupės. Kitaip tariant, nors formaliai skyrių ar padalinį valdo tam priskirtas žmogus, realiai jis negali priimti sprendimų nedalyvaudamas savo padalinio rate.



1 pav. Elektros įrenginių kompanijos funkcinė schema [2]



2 pav. Elektros įrenginių kompanijos žiedinė struktūra [2]

Kaip jau minėta anksčiau, kiekvieno rato susirinkimuose dalyvauja lyderis ir delegatas iš žemiau esančio rato [2]. Taip pat tarp ratų egzistuoja dvipusis ryšys [4], kuris reiškia, kad tiek žemiau esantis ratas konsultuojasi su esančiu aukščiau, tiek ir aukščiau esantis ratas atsižvelgia į žemesniojo pasiūlymus. Kiekvienas ratas vadovaujasi trijų kampų principu: planavimas, veikimas, kontrolė. Todėl schemose dažnai ratai vaizduojami ne apvalūs, o kaip trikampiai [2].

4. Sociokratinis valdymo modelis: sėkmės istorijos

Istoriškai taip susiklostė, kad sociokratinį valdymo modelį dažniausiai pasirinkdavo valstybinės ir viešojo sektoriaus įstaigos bei įvairios bendruomeniniu principu veikiančios organizacijos [8]. Kiek vėliau sociokratijos principus ėmė taikyti ir verslo organizacijos, vedamos pokyčių troškimo arba priverstos neigiamų ekonominių aplinkybių. Toliau straipsnyje pateikiamos verslo įmonių vadovų įžvalgos (žr. 1 lentelę) ir sėkmės istorijos diegiant sociokratijos principus į organizacijų veiklą [3, 5, 12, 13].

1 lentelė

Verslo organizacijų vadovų įžvalgos diegiant sociokratijos filosofiją

Atstovas ir įmonė	Įžvalgos
Daiva Viskontienė, UAB <i>Biznio mašinų kompanija</i> direktorė (Lietuva)	• skatina susikalbėjimą, kuria partnerystę; • padeda išspręsti užsistovėjusias situacijas ar problemas; • leidžia išklausti, o svarbiausia, įsiklausti į kiekvieno komandos nario nuomonę, ir visi jaučiasi turintys vienodas teises; • įgalina atsirasti visiškai naujas įžvalgas, naujus požiūrius.
Viktoras Vlaščenko, UAB <i>Plasteksus</i> bendraturtis, pardavimų vadovas (Lietuva)	• įtraukiami visi dalyvaujantys susirinkime; • žmonės susirinkimuose jaučiasi laisviau, atsiranda tvarka, įsiklausymas; • diskutuojant pateikiama daug idėjų, nuomonių; • žmonės jaučia, kad jų nuomonė yra svarbi, ir jie prižiima atsakomybę už sprendimo vykdymą.

Atstovas ir įmonė	Išvalgos
Andrius Mickevičius, <i>Baltimax</i> vadovas (Lietuva)	• sociokratija orientuojasi į tikslų įgyvendinimą; • skatina visus darbuotojus prisiimti atsakomybę už darbus, todėl kiekvienas darbuotojas įmonėje vykdo jam priskirtą vaidmenį; • aiškios atsakomybių ribos ir konkrečių rodiklių matavimas padeda darbuotojams labiau susitelkti ties savo užduočių vykdymu ir siekti bendrų įmonės tikslų.
Richard Heitfield, <i>Creative Urethanes</i> prezidentas (JAV)	• padeda įveikti netikėtus verslo iššūkius; • pagerina komunikaciją tarp padalinių; • mažina darbuotojų kaitą; • didesnė darbuotojų motyvacija dėl įtraukimo į sprendimų priėmimą; • veda organizaciją link nuolatinio tobulėjimo proceso; • suteikiama daugiau pagalbos vadovybei ieškant išeičių įtemptose situacijose.
Abigail Murphy, <i>Outlandish LLP</i> partnerė (UK)	• sprendimo priėmimo priklausomybė perkeliama nuo asmenybės įtakos į įtikinamo atvejo analizę; • atveria kelią diskusijoms apie problemas versle; • įgalina žmones vykdyti pokyčius, nes jiems būna aišku, kodėl jie reikalingi; • sutaupo laiko dėl betikslų diskusijų nebuvimo.

Analizuojant sėkmingas verslo atstovų patirtis galima susisteminti ir išryškinti esminius sociokratijos filosofijos taikymo organizacijų valdyme privalumus:

1. Darbuotojai jaučiasi lygūs tarpusavyje.
2. Lengviau įgyvendinami įmonės užsibrėžti tikslai.
3. Gimsta naujos idėjos ir nauji problemų sprendimo būdai.
4. Pagerėja komunikacija įmonės viduje.

Analizuojant sėkmės istorijas pastebėtina tai, kad sociokratijos filosofija grindžiančios savo valdymo praktiką visame pasaulyje garsios įmonės ją įvardija kaip holokratiją [5]. Tokia praktika susiformavo dėl to, kad 2008 m. iš sociokratinėse idėjų JAV gimė nauja vadybos sistema – holokratija [7]. Ši sistema apibūdinama kaip komercinis konsultacinis produktas, atstovaujamas įmonės *HolacracyOne*. Įmonės, pageidaujančios diegti šį produktą, gali užsisakyti konsultacijas ir kitas su tuo susijusias paslaugas, kurios yra mokamos. Šią sistemą savo valdymo praktikoje diegia tokios garsios organizacijos, kaip *Shell*, *Heineken*, *Pfizer*, *Zappos* ir kt. [7]. Nors holokratijos pamatas yra sociokratija, tačiau yra keletas esminių aspektų, kurie neleidžia jų sulyginti: holokratijoje kiekvienam ratui lyderį paskiria aukščiau esantis ratas, holokratinė organizacija turi savo suformuotą konstituciją, kurios ratai pakeisti negali, nėra deklaruojama lygybė tarp savininko ir darbuotojo, iš esmės visi saugikliai paliekami valdybos rankose [10]. Galima numanyti, kad būtent dėl minėtų aspektų, ši vadybos sistema sulaukė didelio populiarumo tarp JAV įmonių, kurios ėmė domėtis į pilną ir pardavimus orientuotomis idėjomis.

Sociokratinės filosofijos idėjas argumentuotai galima vadinti ateities vadyba, kadangi 2015 m. Bockelbrink ir Priest paskelbė naują formuluotę „Sociokratija 3.0“ [1]. Šis vadybos būdas ir metodika nagrinėja sociokratinę

idėjų integravimą kaip kompleksą kartu su *Lean* ir *Agile* vadybiniais principais. Dauguma integravimo žingsnių aktualūs ir holokratijai. Galima teigti, kad ši filosofija, savo kelią pradėjusi kaip teorija, šiuo metu rado savo pritaikymo galimybes organizacijų valdyme ir turi didelį potencialą platesnei sklaidai.

5. Išvados

1. Sociokratijos, kaip naujos organizacijų valdymo filosofijos, pritaikymas verslo organizacijose suteikia naują vaidmenį kiekvienam jos nariui, todėl yra priimtinas daugumai darbuotojų ir didina jų motyvaciją, nes leidžia jiems būti vertinamiems bei dalyvauti organizacijos sprendimų priėmimo ir valdyme.
2. Taikant sociokratinį valdymo principus, aiškus darbuotojų rolių pasiskirstymas ir sprendimų priėmimo procedūros leidžia organizacijoms greitai reaguoti į pokyčius, rasti netradicinius sprendimus iš sudėtingiausių situacijų, efektyviai priimti tuo metu racionaliausius sprendimus, apsaugoma nuo asmenybės įtakos sukeltų klaidų ir netinkamų sprendimų.
3. Sociokratijos filosofija grindžiamas verslo organizacijų valdymas įgalina jas nuolat mažais žingsniais tobulėti net ir tada, kai esama situacija nereikalauja imtis jokių pokyčių, tačiau padeda sėkmingiau adaptuotis dinamiškoje ir chaotiškoje aplinkoje.

Literatūra

1. BOCKELBRINK, B., PRIEST, J., DAVID, L. *A Practical Guide for Evolving Agile and Resilient Organizations with Sociocracy 3.0* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per: <https://sociocracy30.org/res/practical-guide/S3-practical-guide.pdf>.
2. BUCK, J. A., ENDENBURG, G. *The Creative Forces of Self-Organization*. Rotterdam: Sociocratic Center, 2010.
3. *Clsolutionsinc.com* [interaktyvus]. 2006 [žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per: <http://www.clsolutionsinc.com/what-we-do/dynamic-governance/small-businesses-to-large-corporations>.
4. ECKSTEIN, J. *Sociocracy: An Organization Model for Large-Scale Agile Development* [interaktyvus]. May, 2016 [žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2962695.2962701>.
5. *Evolvingcollaboration.com* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per: <https://evolvingcollaboration.com/who-is-using-sociocracy>.
6. GEORGES, A., ROMME, L. *The Sociocratic Model of Organizing*. *Journal of Strategic Change*. 1995, 4, 205–209.
7. KRASULJA, N., RADOJEVIC, I., JANJUŠIC, D. Holacracy – The new management system. *International Scientific Conference: The Priority Directions of National Economy Development*. 2016, 187–196.

8. MCNAMARA, J. A. *Aligning Values and Practice: a Comparative Analysis of Management Practices in worker Managed Co-Ops Using the Co-Operative Index Tool* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per:
http://www.library2.smu.ca/bitstream/handle/01/28225/McNamara_John_PHD_2018.pdf.
9. MILL, J. S. *Auguste Comte and Positivism* [interaktyvus]. 2005 [žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per: <http://library.umac.mo>.
10. *Socialenterprise.it* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per:
<http://www.socialenterprise.it/index.php/2020/04/05/sociocracy-on-the-human-organization-map>.
11. *Sociocracy30.org* [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per:
<https://sociocracy30.org/the-details/history>.
12. ŠAVAREIKIENĖ, D. Sociokratija kaip nauja organizacijų valdymo paradigma. *Socialiniai tyrimai*. 2019, 42(1), 32–40. ISSN 2351-6712 (online).
13. *Theguardian.com* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per:
<https://www.theguardian.com/small-business-network/2015/jun/06/smarter-working-2014-outlandish>.



LIETUVOS EKOLOGINIO ŪKININKAVIMO ANALIZĖ

Trumpaitė L.¹, Jakštienė S.¹

¹Utenos kolegija

Raktiniai žodžiai: ekologinis ūkis, ekologiška produkcija, žemės naudmenos.

1. Įvadas

Temos aktualumas. Kiekvienais metais vis daugiau namų ūkių nusprendžia įsteigti ekologišką ūkį. Taip pat vis daugiau žemdirbių ir ekologiškų produktų vartotojų supranta ekologinės žemdirbystės svarbą ir perspektyvą. Tai patvirtina kasmet augantis ekologiškai ūkininkaujančiųjų sąrašas, sertifikuotas ekologinės gamybos plotas Lietuvoje nuo įstojimo į Europos Sąjungą sparčiai plečiasi (Stalgienė, Paunksnienė (2009); Stankaitytė, (2011)). Ekologiško ūkininkavimo klausimai aktualūs ne tik Lietuvos (Skulskis, Girgždienė, Melnikienė (2011); Česonienė, Eigirdaitė (2015)) bet ir užsienio mokslininkų ir tyrėjų (Tuomisto, Hodge, Riordan, Macdonald (2012); Leifeld (2012)) tarpe.

Darbo tikslas – išanalizuoti ekologinio ūkininkavimo pokyčius Lietuvoje.

Tiksliui pasiekti formuluojami šie uždaviniai:

1. Atlikti ekologinio ūkininkavimo teorinių pagrindų analizę.
2. Atlikti Lietuvos ekologinio ūkininkavimo pokyčių analizę 2012–2018 m. laikotarpiu.

2. Ekologinio ūkininkavimo teorinių pagrindų analizė.

2.1. Ekologinio ūkininkavimo vystymasis ir motyvai Lietuvoje

Spartūs sprendimai skatinantys ekonomikos augimą lėmė ne tik augančią ekonomiką, tačiau paskatino didesnę ekonominių išteklių naudojimą, aplinkos teršimą, kuris daro neigiamą poveikį gamtai, taip pat neigiamai veikia ir žmones. Sparčiai vystant ir plečiantis gamybai imta ieškoti alternatyvos tam, kad būtų tausojami ir saugomi žemė bei jos ištekliai. Žemės ūkyje tokia alternatyva – ekologinis ūkininkavimas [2].

Ekologinio ūkininkavimo pradžia Lietuvoje laikomi 1990 metai, kai buvo įsteigta Lietuvos ekologinės žemdirbystės bendrija *Gaja*, kuri 2005 m. tapo asociacija, vienijančia ekologinės gamybos ūkininkus [9].

Taip pat pastebima, kad kiekvienais metais siekiant padidinti produkcijos apimtis naudojama vis daugiau cheminių medžiagų. Šios patekusios į dirvožemį naikina mikro ir makro organizmų įvairovę, užteršia gruntinį vandenį. Ši problema egzistuoja visame pasaulyje, todėl ieškoma alternatyvių ūkininkavimo būdų, kurie neturėtų gamtą ir naikintų įvairius organizmus, o kurie apsaugotų ne tik žmones bet ir augalus nuo nereikalingo teršalų kiekio [15].

Taigi, kaip jau buvo minėta, Lietuvoje taip pat siekiama skatinti ekologinių ūkių kūrimąsi, norint išvengti aplinkos taršos. Tam įgyvendinti yra kuriamos strategijos. Viena iš jų yra Lietuvos kaimo plėtros 2014–2020 m. programa, kurioje nurodyti tikslai suformuoti remiantis pagrindiniais ekologinio žemės ūkio plėtros motyvais (žr. 1 lentelę).

1 lentelė

Ekologinio žemės ūkio vystymosi motyvai (sudaryta darbo autorių [17])

Motyvai	Siekiai
Ekologiniai motyvai	Su žemės ūkiu susijusių ekosistemų atkūrimas, išsaugojimas ir pagerinimas; dirvožemio erozijos prevencija, dirvožemio kokybės išsaugojimas ir gerinimas
Socialiniai motyvai	Nedidelių ūkių išsaugojimas; skiriama daug dėmesio kaimo gyventojų ekonominėms ir socialinėms problemoms spręsti
Kultūriniai motyvai	Užtikrinti kokybiškų maisto produktų gamybą ir vartotojų aprūpinimą kokybiškais maisto produktais; mažinti aplinkos taršą bei saugoti biologinę įvairovę, prisidėti prie aplinkos apsaugos žemės ūkyje bei tausios ūkinės veiklos įvairinimo
Ekonominiai motyvai	Vietinių išteklių panaudojimas; galimybė lengviau spręsti su ūkininkavimu susijusias problemas; mažinti gamybos kaštus, o natūralią produkciją realizuoti aukštesne kaina

Kaip matyti iš pateiktų ekologinio ūkininkavimo motyvų analizės, dėmesys yra skiriamas ne tik taršos problemos sumažinimui, tačiau atsižvengiant ir gana nemažos visuomenės – kaimo gyventojų problemas. Nepaisant to, vieni motyvai daugiau orientuoti į ekologines ir ekonomines ekologinio ūkininkavimo atsiradimo prielaidas, o kiti – orientuoti į socialinį bei kultūrinį gyvenimą. Tačiau visi motyvai pabrėžia, kad ekologinis ūkininkavimas mažina taršą, užauginami produktai yra natūralūs ir sveiki, taip pat kuriantis ūkiams kaimo vietovėse galima sumažinti nedarbo lygį.

Ekologiški maisto produktai tampa vis populiariesni, jų gamyba ir vartojimas nuolat auga, tai teigiamai veikia ir darnaus žemės ūkio vystymąsi. Nors apie ekologinį ūkininkavimą yra žinoma gana seniai, tačiau vis dar išlieka problema, kad tiek ūkininkams, tiek gamintojams reikėtų įgauti daugiau žinių kaip teisingai gaminti ir parduoti ekologiškus produktus [7].

Ekologinė žemdirbystė – vienas iš alternatyviųjų žemdirbystės metodų. Vengiama trąšų kenkiančių dirvožemiui, augalijai ir gyvūnijai. Vietoje to naudojamos organinės trąšos. Ekologiškumo reikalavimus atitinkantys ūkiai gauna oficialų sertifikatą ir ženklą, kuriuo žymima ekologiška produkcija. Lietuvoje šį statusą suteikia viešojo įstaiga *Ekoagros* [18].

Apibendrinant galima teigti, kad ekologinio ūkininkavimo motyvai yra skirtingi ir orientuoti į tam tikrą ekonominę, socialinę, kultūrinę ar ekologinę sritį ir papildoma vienas kitą.

2.2. Ekologinio ūkininkavimo galimybės ir grėsmės

Kadangi vis daugiau dėmesio skiriama kaimo vietovių atgaivinimui, ūkių kūrimo skatinimui priimami įvairūs sprendimai, teikiama parama. Ne išimtis ir ekologiniai ūkiai. Jau nuo 1997 metų buvo teikiama parama ir ekologiškai ūkininkaujantiems. Lietuvos kaimo plėtros programa sudarė sąlygas padidinti paramą ekologiniam ūkininkavimui. Vienas didžiausių ekologinio ūkininkavimo privalumų yra didesnė Europos Sąjungos parama, tačiau ekologiškas ūkininkavimas susiduria ir su tam tikromis grėsmėmis (žr. 2 lentelę).

2 lentelė

Ekologinio ūkininkavimo galimybės ir grėsmės (sudaryta darbo autorių [14])

Galimybės ir privalumai	Grėsmės ir trūkumai
Palankios sąlygos ne tik auginti, bet ir perdirbti derlių	Priklausomybė nuo ekonominių ciklų
Nuolatiniai klientai, nes vartotojai nori žinoti iš ko perka	Priemonių ir žinių trūkumas kaip kovoti su ligomis ir kenkėjais
Gali verstis smulkūs ūkiai	Nuolatinė ir griežta produktų kontrolė
Didesnė Europos Sąjungos parama	Kaimyninių ūkių taršos pateikimas ant ekologiškų produktų

Kaip pastebima iš 2 lentelės, ekologiniai ūkiai turi ne tik privalumų, tačiau ir trūkumų. Vienas didžiausių privalumų skatinančių kurti ekologinį ūkį – didesnė Europos Sąjungos parama bei palankios galimybės tuo užsiimti smulkiais ūkiais, tačiau yra ir neigiama to pusė – griežta ir dažna kontrolė, taip pat taisyklių nesilaikantiems skiriamos didelės baudos.

Analizuojant literatūrą [5, 7] matyti, kad kurti ekologiškus ūkius ir juose gaminti ekologišką produkciją skatina finansinė parama. Nors ekologiška produkcija populiarėja, tačiau maži ūkiai susiduria su jos pardavimo problema, juk didieji prekybos centrai tikisi produkciją parduoti dideliais kiekiais. Čia kyla produkcijos realizavimo sunkumų.

Apibendrinant galima teigti, tiek Lietuvos, tiek Europos Sąjungos priimami sprendimai skatina ekologinių ūkių plėtrą, tačiau ekologinis ūkininkavimas, kaip ir daugelis kitų verslų, turi tiek galimybių, tiek ir rizikų.

2.3. Ekologinio ūkininkavimo nauda

Vis labiau stengiantis tausoti gamtą, kuriami ekologiniai ūkiai, tapę alternatyva pakeičiant tradicinius ūkius. Kaip bebūtų keista, ekologiniai ūkiai turi naudos ne tik norint išsaugoti išteklius ar mažiau teršiama gamta, tačiau ir žmogui, jo sveikatai. Juk perkant ekologišką produkciją yra remiami ūkininkai, kurie nori sukurti sveikesnį produktą ne tik sau, bet ir rūpinasi kitų sveikata. Taip pat gausėjant alergijoms, kitokiems susirgimams ar net apsinuodijimams pesticidais, žmonės renkasi sveikesnį maistą [4, 10].

Kadangi ekologinis ūkininkavimas paremtas šviežių ir naudingų produktų gamyba, nenaudojant pesticidų ar kitų trąšų, prekybos centruose ar turgavietėse yra pardavinėjama tik sertifikuotų ir patvirtintų ūkių produkcija. Taip pat yra ir daugiau naudos iš ekologiškų ūkiuose auginamos produkcijos (žr. 3 lentelę).

3 lentelė

Ekologiškų ūkių ir auginamos produkcijos nauda (sudaryta darbo autorių [13])

Nauda
Ekologiški produktai atitinka griežtus standartus, tam suteikiami sertifikatai įrodantys, kad maisto produktai buvo auginami be cheminių medžiagų ar toksinų
Ekologiški produktai yra skanūs, sveiki ir daug naudingesni bei maistingesni
Ekologiški produktai sumažina alergijų ir apsinuodijimų pesticidais riziką
Ekologiniai ūkiai prisideda prie biologinės įvairovės išsaugojimo
Steigiami ekologiniai ūkiai sukuria darbo vietas kaimo bendruomenėse, kur yra didelė nedarbo problema

Kaip matyti iš pateiktos lentelės, ekologinių produktų auginimas turi didelę naudą ne tik augalijos ir gyvūnijos išsaugojimui, bet ir žmogaus sveikatos gerovei. Tikėtina, kad ekologinių produktų paklausa vis didės, tai skatins ūkininkus tradicinį ūkį ir ten gaminamą produkciją pakeisti daug sveikesne ir tausojančia aplinką.

3. Empirinio tyrimo pagrindas

Problema – kokie ekologinio ūkininkavimo esminiai pokyčiai Lietuvoje?

Empirinio tyrimo tikslas – išanalizuoti ekologinio ūkininkavimo pokyčius Lietuvoje 2012–2018 m.

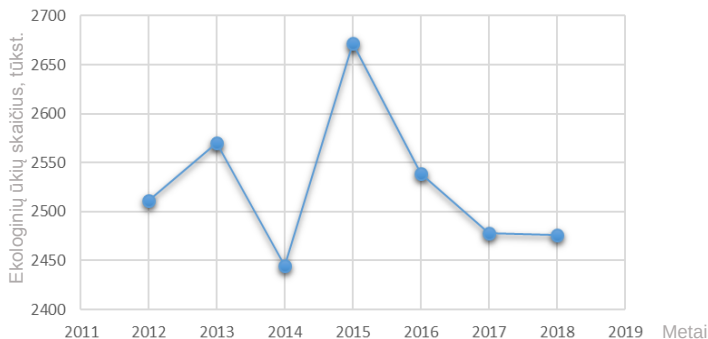
Tyrimė naudojamas statistinių duomenų analizės metodas, taip pat duomenys grupuojami ir lyginami.

Tyrimo laikotarpis. 2007–2010 metai ekonominio nuosmukio laikotarpis Lietuvoje, kurio metu pradėjo smarkiai mažėti besikuriančių naujų ekologinių ūkių. Tačiau nuosmukiui pasibaigus, 2011–2018 metais Lietuvoje ūkių ėmė daugėti, žmonės pradėjo suprasti ekologinių ūkių naudą. Dėl minėtų priežasčių, 2012–2018 m. laikotarpis analizei pasirinktas kaip galimai geriausiai atspindintis Lietuvos ekologinių ūkių kūrimąsi ir vystymą.

Tyrimė naudojami rodikliai. Siekiant analizuoti ekologinio ūkininkavimo pokyčius Lietuvoje, analizei pasirinkti šie rodikliai iš Lietuvos Statistikos departamento prie Lietuvos Respublikos Vyriausybės (toliau – Statistikos departamentas) pateiktos oficialiosios informacijos: ekologinių ūkių ir jų naudmenų skaičius, ekologinio žemės ūkio augalų derliaus skaičius.

4. Empirinio tyrimo rezultatai

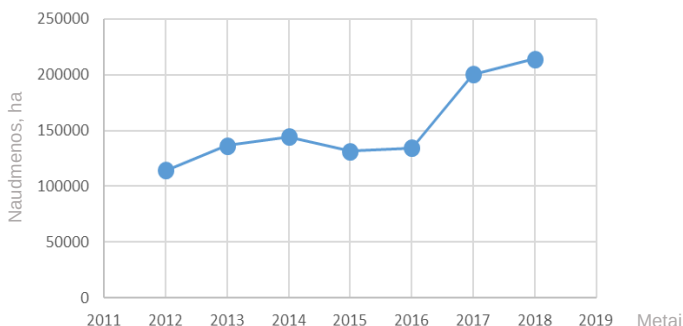
Analizuojant ekologinių ūkių skaičiaus pokyčius 2012–2018 m. laikotarpiu, pastebimi akivaizdūs pokyčiai nuo 2015 m. (žr. 1 pav.).



1 pav. Ekologiniai ūkiai Lietuvoje, 2012–2018 m., tūkst.

Kaip matyti iš 1 paveikslėlio, analizuojamu laikotarpiu pastebimas gana nepastovus ekologinių ūkių skaičius. Didžiausias sertifikuotų ūkių skaičius pastebimas 2015 metais ir Lietuvoje buvo užregistruota 2 672 tūkst. ekologinių ūkių, tam įtakos turėjo auganti ekologiškų produktų supirkimo kaina, tačiau nuo 2015 m. pastebimos mažėjimo tendencijos, t. y. sumažėjo nuo 2 672 tūkst. 2015 m. iki 2 476 tūkst. ekologinių ūkių 2018 m. arba sumažėjo 7,3 procentinio punkto.

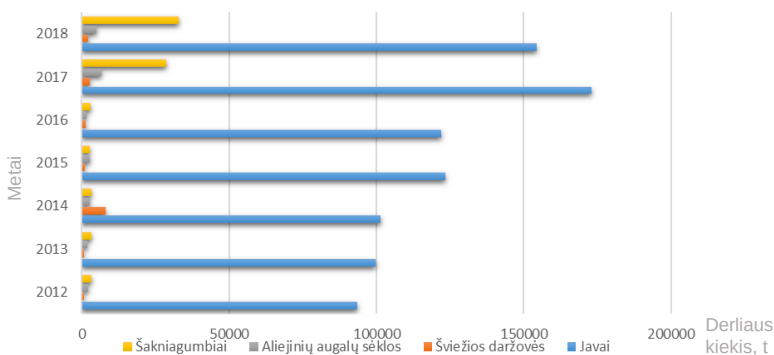
Nors Lietuvoje sertifikuotų ekologinių ūkių nėra daug, tačiau jų plotas vis plečiasi. Žemės ūkio naudmenos – dirbamoji žemė, sodai, pievos, ganyklos, naudojamos arba tinkamos naudoti žemės ūkio augalams auginti. Ekologinio ūkininkavimo naudmenų 2012–2018 metais Lietuvoje analizė pateikiama 2 paveiksle.



2 pav. Ekologinio ūkininkavimo naudmenos 2012–2018 m., ha

Iš 2 paveikslu duomenų matyti, kad žemės plotas naudojamas ekologiniam ūkininkavimui kiekvienais metais nežymiai kito. 2012 metais pastebimas mažiausias ekologinio ūkininkavimo plotas 1 14 478,91 ha, didžiausias skaičius 2018 metais – 214 066,83 ha. Kaip rodo analizės duomenys 1 paveiksle, nors sertifikuotų ūkių skaičius analizuojamu laikotarpiu turėjo tendenciją mažėti, tačiau ekologinio ūkininkavimo naudmenos nuo 2012 m. iki 2018 m. turėjo tendenciją didėti.

Ekologiški produktai – sveika alternatyva masinės gamybos produktams. Nors ekologinių ūkių Lietuvoje nėra daug, tačiau jie užima didelį žemės plotą, kyla klausimas kiek ir kokios produkcijos yra pagaminama ar užauginama. Ūkiuose yra auginami paukščiai ir gyvuliai, gaminami akvakultūros produktai bei didžiąją užauginamos produkcijos dalį sudaro ekologiškai užauginti augalai (žr. 3 pav.).



3 pav. Ekologinio žemės ūkio augalų derlius 2012–2018 m. Lietuvoje, t

Kaip matyti iš 3 paveikslu, Lietuvoje auginami tokie augalai kaip: šakniagumbiai, aliejiniai augalai, šviežios daržovės, tačiau didžiausias derlius gaunamas iš javų. Analizės duomenys rodo, kad mažiausias javų derlius buvo 2012 m. ir sudarė 93 550,17 t, tuo tarpu didžiausias – 2017 m. ir sudarė 172 934,37 t. Europos Sąjungos duomenimis, didžiausias procentas nuo

bendro Europos Sąjungos ekologinių pasėlių ploto (44 proc.) yra naudojamas auginti javams, daržovėms ar šakniagumbiams.

Apibendrinant empirinio tyrimo rezultatus, galima teigti, kad nors Lietuvoje ekologinių ūkių skaičius analizuojamu laikotarpiu mažėjo, tačiau pastebimos tendencijos plėsti ekologinių ūkių plotus Lietuvoje ir auginti ekologiškus produktus. Daroma prielaida, kad norint kurti ekologinį ūkį dar vis trūksta žinių kaip tinkamai auginti ekologiškus produktus, taip pat susiduriama su produktų pardavimo problema. Stambūs prekybos centrai tikisi produktus gauti ir parduoti dideliais kiekiais, tačiau mažiems ūkiams atitikti jų lūkesčius gana sunku.

5. Išvados

1. Atlikta ekologinio ūkininkavimo teorinių pagrindų analizė rodo, kad ekologiniai ūkiai ne tik pelningas verslas, tačiau kartu naudingas žmogui, jo sveikatai bei gyvūnijos ir augalijos išsaugojimui ateinančioms kartoms.
2. Atlikta empirinio tyrimo rezultatai atskleidė, kad analizuojamu laikotarpiu ekologinių ūkių skaičius turėjo tendenciją mažėti, ypatingai nuo 2015 m., tačiau didėjo ekologinio ūkininkavimo naudmenų plotai. Duomenys rodo, kad iš visų ekologiškai auginamų augalų, analizuojamu laikotarpiu didžiausias derlius buvo javų.

Literatūra

1. ČESONIENĖ, L., EIGIRDAITĖ, L. *Ekologinių žemės ūkių ir juose auginamų kultūrų plotų kitimas Lietuvos teritorijoje 2010–2014 m.* Akademija: ASU leidykla, 2015. ISSN 1822–1823.
2. GUDELIAUSKIENĖ, L. *Ekologinių ūkių kūrimosi priežastys, tikslai ir motyvai.* Lietuvos žemės ūkio universitetas, 2007.
3. LEIFELD, J. How sustainable is organic farming? *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2012, 150, 121–122.
4. SAKALAUŠKAITĖ, M., DĖDELĖ, A. *Ekologiniai ūkiai Lietuvoje.* Akademija: ASU leidykla, 2014. ISSN 1822–1823.
5. SKULSKIS, V., STANKAITYTĖ, B., DAUNYTĖ, R. Paramos įtaka ūkininkavimo tipų ekologinių ūkių ekonominiams rezultatams. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*. 2011, 5(29).
6. SKULSKIS, V. Ekologinio ūkininkavimo veiksmų modeliavimas. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*. 2010, 22(3).
7. SKULSKIS, V., GIRGŽDIENĖ, V., MELNIKIENĖ, R. Ekologiškų maisto produktų tiesioginis pardavimas. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*. 2011, 1(25).

8. STALGIENĖ, A., PAUNKSNIENĖ, J. Klasterizacija – prielaida didinti Lietuvos maisto ir gėrimų pramonės konkurencingumą? *Vadybos mokslas ir studijos – kaimo verslų ir jų infrastruktūros plėtrai: mokslo darbai*, Kaunas: „Spalvų kraštė“, 2009, 16.
9. STALGIENĖ, A., SKULSKIS, V., RIBAŠAUSKIENĖ, E. Ekologiški žemės ūkio ir maisto produktai. *Lietuvos žemės ir maisto ūkis*. Vilnius: Lietuvos agrarinės ekonomikos, 2007.
10. ŠILEIKIENĖ, D. *Ekologinės gamybos įtaka dirvožemio tvarumui ir augalinės produkcijos kokybei: daktaro disertacija*. Akademija, 2012, 78.
11. TUOMISTO, H. L., HODGE, I. D., RIORDAN, P., MACDONALD, D. W. Does organic farming reduce environmental impacts? *Journal of Environmental Management*. 2012, 112, 309–320.
12. Lietuvos statistikos departamentas prie Lietuvos Respublikos vyriausybės [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-14]. Prieiga per: <https://www.stat.gov.lt/>.
13. Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerija. Nutarimai [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-14]. Prieiga per: <http://old.zum.lt/index.php?-1260409417>.
14. Ekoagros [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-14]. Prieiga per: <https://www.ekoagros.lt/ekologiniu-ir-nkp-gamybos-ukiu-lietuvoje-daugeja> ir <http://www.kelmevic.lt/ekologinis-ukininkavimas>.
15. Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministerija. Maisto teršalai. [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-14]. Prieiga per: <https://sam.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/visuomenes-sveikatos-prieziura/mityba-ir-fizinis-aktyvumas-2/maisto-tersalai>.
16. Europos parlamentas. Ekologinis ūkininkavimas ES [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2020-04-14]. Prieiga per: <https://www.europarl.europa.eu/news/lt/headlines/society/20180404STO00909/ekologinis-ukininkavimas-es-faktai-ir-skaiciai>.
17. Lietuvos kaimo plėtros programa [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2020-04-14]. Prieiga per: <https://www.nma.lt/index.php/parama/lietuvos-kaimo-pletros-20142020-m-programa/priemoniu-sarasas/ekologinis-ukininkavimas-2018-m/16978>.
18. Ekologinis ūkininkavimas Lietuvoje [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-14]. Prieiga per: <http://www.kelmevic.lt/ekologinis-ukininkavimas>.



PROJEKTINĖ VEIKLA KAIP PROFESIJOS MOKYTOJŲ TARPKULTŪRINĖS KOMPETENCIJOS VYSTYMOSI ERDVĖ

Vareikaitė D.¹, Repečkienė A.¹

¹Kauno technologijos universitetas

Raktiniai žodžiai: projektinė veikla, tarpkultūrinė kompetencija, profesijos mokytojas.

1. Įvadas

Vykstant nuolatiniams mokslo ir technologijų pokyčiams, keičiantis veiklos pasauliui, mokytojų asmeninis profesinis meistriškumas, atvirumas kaitai ir lyderystė tampa pagrindiniais veiksniais lemiančiais ugdymo institucijos ir ugdytinių pažangą. Kaitos procesai profesiniame mokyme kelia vis aukštesnius reikalavimus profesijos mokytojams ne tik kaip atitinkamos profesinės dalykinės srities specialistams, bet ir kaip asmenybei, siekiančiai visapusiškai tobulėti, būti atviram inovacijoms ir tarptautinei integracijai, gebančiai lanksčiai prisitaikyti prie nuolatinės kaitos ir realizuoti savo sukaupą potencialą.

Pedagogų kompetencijų vystymui ir raiškai didelę įtaką turi švietimo organizacijose vykdomi tarptautiniai ir tarpkultūriniai projektai. Profesijos mokytojų dalyvavimas tarptautiniuose projektuose teikia svarbią tarpkultūrinio švietimo patirtį, ugdo tarpkultūrinę kompetenciją, kuri padeda pedagogams tapti efektyvesniais savo pasirinktoje ugdymo srityje bei sudaro galimybes plėtoti bendrąsias kompetencijas. Bendradarbiavimas su kolegomis iš kitų šalių suteikia galimybę atrasti naujų mokymo(si) būdų ir įgyti praktikų, kurios vėliau pritaikomos žinių ir įgūdžių perteikimo ugdytiniams praktikoje.

Nors tarpkultūrinė kompetencija plačiai nagrinėta įvairiuose veiklos kontekstuose (švietimo, ugdymo, kultūros transformacijos, aukštojo mokslo internacionalizacijos, globalizacijos ir kt.), mokytojų tarpkultūrinė kompetencija akcentuojama kaip būtinybė šiuolaikinės edukologijos kontekste, tačiau profesijos mokytojų tarpkultūrinės kompetencijos raiška projektinėje veikloje mažai nagrinėta ir tirta.

Todėl šiame straipsnyje analizuojama projektinė veikla kaip profesijos mokytojų tarpkultūrinės kompetencijos vystymosi erdvė, padedanti atskleisti pedagogo žinių, įgūdžių, gebėjimų, asmeninių savybių ir nuostatų, kultūrinio sąmoningumo dimensijoms.

Darbo objektas – profesijos mokytojų projektinė veikla.

Darbo tikslas – atskleisti profesijos mokytojų projektinę veiklą kaip tarpkultūrinės kompetencijos vystymosi erdvę.

Darbo uždaviniai:

1. Išanalizuoti projektinės veiklos sampratą ir bruožus.
2. Identifikuoti profesijos mokytojų dalyvavimo tarptautiniuose projektuose naudas.
3. Atskleisti profesijos mokytojų tarpkultūrinės kompetencijos dimensijų raišką projektinėje veikloje.
4. Išanalizuoti VšĮ *Panevėžio profesinio rengimo centras* profesijos mokytojų dalyvavimą tarptautinių projektų veiklose.

2. Projektinės veiklos samprata ir bruožai

Mokymosi proceso kaita šiuolaikiniame pasaulyje reiškiasi naująja ugdymo paradigma, kurios pagrindinis akcentas – nenutrūkstamas mokymasis visą gyvenimą. Orientuojantis į šią mokymosi paradigmą, svarbu, kad nuolatinis mokymasis, turimų kompetencijų plėtojimas ir raiška vyktų kaip natūralus procesas, skatinantis besimokančiųjų motyvaciją. Vienas iš mokymo(si) kaitą skatinančių veiksnių yra projektinė veikla, orientuota į asmens kūrybiškumo, iniciatyvumo, aktyvumo, tarpkultūriškumo ugdymą.

Tarptautinių žodžių žodyne [10] projektas [lot. *projectus* – mestas į priekį] apibūdinamas kaip: planas, sumanymas; iš anksto parengta dokumentacija; parengtinis, numatomasis, negalutinis kurio nors akto ar dokumento tekstas [10].

Projekto sąvoka yra taikoma daugelyje veiklos sričių ir dažniausiai projektas traktuojamas kaip laiko išteklių ribojama laikina veikla, skirta numatytam tikslui pasiekti.

Švietime projektas suprantamas kaip priemonė, kuria siekiama realaus situacijos pokyčio, jos pagerinimo, konkrečios problemos sprendimo. Šiandienos švietimo sistemoje projektai yra viena iš švietimo sistemos modernizavimo priemonių numatyti visų profesinio mokymo įstaigų strategijose kaip ugdymo kaitą ir mokytojų kompetencijų tobulinimą skatinantis veiksnys.

Kaip teigia Zubrickienė ir Adomaitienė, projektinė veikla padeda įgyti naujų ir plėtoti turimas kompetencijas [7]. Pasak autorių, tai natūralus suaugusiųjų mokymosi proceso vyksmas ir kryptingas bendradarbiavimas siekiant bendro tikslo.

Pasak Zubrickienės ir Adomaitienės [7], projektinės veiklos kontekste kompetencijos samprata yra susijusi su asmens žinių, gebėjimų, nuostatų ir asmeninių savybių ugdymusi. Projektinėje veikloje atsiskleidžia holistinė (visuminė) asmens kompetencija, kurią parodo gebėjimas pasinaudojus turimomis žiniomis įvertinti naujas situacijas, pasirinkti tinkamus veiklos būdus ir metodus, ir vadovaujantis asmeninėmis vertybėmis

bei nuostatomis, įgalina žmones veikti neapibrėžtose veiklos situacijose, integruoti dalykines, profesines ir bendrąsias kompetencijas [7].

Birgelytė [3] teigia, kad projekto metu dalijamasi idėjomis, patirtimi, į bendrą visumą jungiamos žinios, įgūdžiai, gebėjimai, mokomasi pažinti, bendrauti. Projektinėje veikloje įgyjama nauja patirtis, skatinami ryšiai su visuomene, atsakomybė, savarankiškumas. Projektinėje veikloje, kaip teigia Birgelytė [3], svarbiausias momentas yra pati proceso eiga, aplinka kurioje jie vyksta. Be to, projektinė veikla padeda suburti bendruomenę ir kartu išsaugoti atskiros žmogaus individualumą.

Apibendrinant galima teigti, kad projektinė veikla yra daugiakompleksiška veikla, pasižyminti formų gausumu, lankstumu, atvirumu nuoširdžiam bendradarbiavimui. Tai veikla, skatinanti imlumą naujovėms, patirties pasidalijimą, įgalinanti pasaulėžiūros ir dvasinių vertybių formavimąsi, savirealizaciją.

3. Profesijos mokytojų dalyvavimo tarptautiniuose projektuose naudos

Lietuvai dalyvaujant Europos Sąjungos investavimo strategijos „Europa 2020“ įgyvendinime, 2014–2020 Europos Sąjungos fondų investicijų veiksmų programoje, vienas iš teminių tikslų yra investicijos į švietimą, gebėjimus ir mokymąsi visą gyvenimą. Investiciniai prioritetai skirti vienodų galimybių mokytis visą gyvenimą suteikimui visoms amžiaus grupėms, darbuotojų žinių, įgūdžių ir kompetencijų ugdymui ir lanksčių mokymosi būdų pasitelkiant profesinį mokymą skatinimui. Paskirstant 2014–2020 m. ES fondų lėšas šiam tikslui įgyvendinti buvo skirta 9,9 proc. ES fondų lėšų.

Profesinės mokyklos, pasinaudodamos galimybėmis gauti finansavimą iš ES, nuolat teikia paraiškas įvairiems projektams įgyvendinti. Didžioji dalis projektų, įgyvendinamų pasinaudojant ES lėšomis, yra tarptautiniai partnerysčių, gerosios patirties sklaidos, mainų projektai ir programos, į kurių įgyvendinimą įtraukiami mokiniai, pagalbos mokiniui specialistai, mokyklų vadovai, bendrojo ugdymo ir profesijos mokytojai.

Šiandieniniai iššūkiai profesinio rengimo sistemai, profesinių mokyklų pedagogams suponuoja išskirtinius reikalavimus. Ypač pabrėžiamos pedagogų asmeninės savybės, motyvacija, novatoriškas požiūris į savo veiklą ir noras nuolat tobulėti, perimant gerąją profesinio mokymo patirtį iš užsienio šalių, modernias savo dėstomų dalykų edukacines technologijas [4].

Lietuvos profesinio mokymo institucijų įgyvendinamus projektus galima skirstyti į nacionalinius ir tarptautinius projektus. Nacionaliniai projektai skirti tik šalies švietimo, mokymo, užimtumo, integracijos į darbo rinką, socialinės adaptacijos, kultūros, ekologijos ir kt. problemoms spręsti ir į jų veiklą nėra įtraukiami užsienio partneriai. Tarptautiniuose projektuose tuo pat metu bendros profesinio mokymo, švietimo, ugdymo, užimtumo, kompetencijų ir kvalifikacijos tobulinimo ar kitos problemos sprendžiamos bendradarbiaujant su kitomis šalimis.

Atlikus Lietuvos profesinio mokymo įstaigų vykdomos projektinės veiklos analizę, galima teigti, kad profesinio mokymo įstaigose vykdomi projektai dažniausiai apima tokias sritis kaip:

1. Įgūdžiai ir profesinis mokymas (angl. *Skills and Vocational Training*).
2. Švietimas (angl. *Education*).
3. Užimtumas ir tinkamas darbas (angl. *Employment and Decent Work*).

Profesinio mokymo įstaigose daugiausiai yra įgyvendinami *Erasmus+* strateginės partnerystės programos projektai. *Erasmus+* programa – tai ES programa, skirta švietimo, mokymo, jaunimo ir sporto sritims Europoje remti. Šios programos tikslas – padėti įgyvendinti ekonomikos augimo, darbo vietų kūrimo, socialinės lygybės ir įtraukties strategiją „Europa 2020“ bei siekti ES bendradarbiavimo švietimo ir mokymo srityje. Šio tipo projektai skatina kelių tokio pat tipo mokymo organizacijų partnerystę, bendradarbiavimą ir mobilumą. Mokyklų pedagogams – tai puiki galimybė ugdyti turimas kompetencijas, skatinti tarpkultūrinės kompetencijos raišką, dalintis profesine dalykine patirtimi su užsienio partneriais. Projekto įgyvendinimo metu skatinama mokymosi mokyti kompetencija, asmeninio požiūrio į profesinę veiklą kaita, kas labai svarbu siekiant kognityvinės ir metakognityvinės ugdymo dimensijos integralumo [5].

Analizuojant profesinėse mokyklose vykdomus projektus ir apžvelgiant profesijos mokytojų dalyvavimą *Erasmus+* projektų veikloje, galima išskirti politinį, ekonominį, socialinį, technologinį ir kultūrinį aspektus, kurie turi įtakos profesinio mokymo įstaigų sprendimams vykdyti projektus ir juose dalyvauti.

Atlikus projektinės veiklos analizę galima teigti, kad profesinio mokymo įstaigų vykdomi tarptautinio mobilumo projektai skatina mokslo integraciją į darbo rinką, mokytojų, mokinių ir darbdavių bendradarbiavimą, verslumo ugdymą tarptautiniu mastu. Dalyvavimas projektinėje veikloje skatina mokytojų iniciatyvumą, kuris kaip teigia Adomaitienė ir Zubrickienė [1], glaudžiai siejamas su pozityviu požiūriu į nuolatinę kaitą ir noru bei gebėjimu aktyviai dalyvauti kaitos procese, transformuojant savo vertybines nuostatas, elgesį, ugdant ir tobulinant reikalingas tam laikotarpiui asmenines savybes, gebėjimus ir įgūdžius. Dalyvavimas tarptautiniuose projektuose didina profesijos mokytojo produktyvumą ir pridėtinę vertę, skatina konkurencingumą tarp kolegų, ugdo atsparumą stresui.

Taigi, profesinėse mokyklose vykdoma tarptautinių projektų veikla didina profesinio mokymo patrauklumą ir prestižą, skatina žinomumą tarptautinėje erdvėje. Mokytojų dalyvavimas tarptautinių partnerystės ir mobilumo projektų veikloje neabejotinai padeda tobulinti kalbinius gebėjimus ir įgūdžius, kultūrinės žinias, skatina bendradarbiavimą ir vysto tarpkultūrinę kompetenciją.

4. Profesijos mokytojų tarpkultūrinės kompetencijos dimensijų raiška projektinėje veikloje

Pastarąjį dešimtmetį profesiniame mokyme ypač populiari projektinė veikla vykdoma įgyvendinant Europos švietimo projektus, finansuojamus iš Europos socialinio fondo, kurie vykdomi kartu su partneriais iš kitų šalių, o jų tikslai – susieti su švietimo tikslais įgyvendinant Europos Sąjungos (ES) standartus.

Europos švietimo projektas apibrėžiamas kaip mokyklų daugiašalės partnerystės branduolys, padedantis įsisąmoninti Europos filosofinės, kultūrinės, socialinės ir ekonominės patirties bendrumus ir ugantis tarpusavio supratimą [2]. Profesinio mokymo įstaigų darbuotojų dalyvavimas projektinėje veikloje atliepia ne tik ugdymo kokybės kaitą, bet ir mokymosi visą gyvenimą koncepciją orientuotą į naujos edukacinės vizijos įgyvendinimą akcentuojant naujų vertybių ir asmenybės tobulėjimo svarbą, strateginių kompetencijų tobulinimą bendradarbiaujant.

Analizuodamos aukštųjų mokyklų dėstytojų dalyvavimą ES mobilumo ir tarptautinės partnerystės projektuose, Mažeikienė ir Locher (2008) daro išvadą, kad dėstytojų projektinė veikla yra glaudžiai susijusi su tarpkultūrinės kompetencijos raiška, o tarpkultūrinė kompetencija dalyvaujant pedagoginio mobilumo ir mainų programose yra glaudžiai susijusi su profesiniu kontekstu. Todėl galima teigti, kad tiek dėstytojų, tiek profesijos mokytojų tarpkultūrinės kompetencijos modeliui būdingos bendrosios tarpkultūrinės kompetencijos dimensijos: žinios, įgūdžiai, kultūrinis sąmoningumas, asmeninės vertybės bei nuostatos [6], kurios daugiau ar mažiau atsiskleidžia dalyvaujant tarptautinių projektų veiklose.

Nagrinėjant kiekvieną tarpkultūrinės kompetencijos (TK) dimensiją, visu pirma išskiriamas platus bendrasis žinių (kognityvinės) dimensijos raiškos spektras, kurį sudaro žinios apie svetimas kultūras, tradicijas, užsienio kalbos žinios bei specifinės žinios apie kitų šalių švietimo ir profesinio rengimo sistemas, profesinio mokymo būdus, formas ir metodus, profesinio mokymo ir darbo rinkos tendencijas, verslumo ugdymo ir profesinio mokymo sąsajas, dėstomų profesinio mokymo dalykų ar modulių specifiskumą. Žinių dimensijos spektrui priskiriamas ir mokytojų geografinis raštingumas, gebėjimas naudotis įvairiais žinių šaltiniais. Projektinėje veikloje įgytas žinias profesijos mokytojas nukreipia į ugdymo kokybės gerinimą, naujovių mokymo procese diegimą.

Analizuojant profesijos mokytojų dalyvavimą tarptautiniuose keitimosi gerąja patirtimi ir partnerystės projektuose, kaip atskirą dimensiją galima išskirti užsienio kalbos žinias ir kalbinius įgūdžius, kurie neatsėjamai susiję su profesijos mokytojų dalyvavimu ES ir kitų užsienio šalių projektuose. Kaip teigia Baltakys ir Kaušylienė [2], užsienio kalbos mokėjimas yra vienas iš veiksnių suteikiančių galimybę profesijos mokytojams dalyvauti tarptautiniuose projektuose bei vienas iš motyvų skatinančių juos dalyvauti

projektinėje veikloje ir tobulinti jau turimas užsienio kalbas ir kalbinius įgūdžius. Kita vertus, nepakankamos profesijos mokytojų užsienio kalbos žinios ir kalbėjimo įgūdžiai yra tas veiksnys, kuris stabdo jų galimybę dalyvauti tarptautiniuose projektuose, bet tuo pačiu, gali tapti aiškiu motyvu mokytis užsienio kalbos, kad pasiekus tam tikrą užsienio kalbos mokėjimo lygį profesijos mokytojas galėtų įsitraukti į tarptautinių projektų veiklą.

Dalyvavimas tarptautinių projektų veikloje skatina profesijos mokytojų įgūdžius suvokti pasaulio vientisumą, suprasti ir interpretuoti kitų šalių politiką, įvairius ES ir kitų šalių dokumentus reglamentuojančius švietimo ir ugdymo, profesinio mokymo, užimtumo, kompetencijų vertinimo, projektinę veiklą. Paminėti aspektai sudaro TK dimensijos – įgūdžiai – pagrindą. Įgūdžiai atrasti ir sąveikauti, interpretuoti ir sieti, gebėjimas suprasti kultūrinę įvairovę, parinkti tinkamus bendravimo ir elgesio būdus, bendrauti su kitokios patirties turinčių žmonių auditorijomis – visa tai atsiskleidžia profesijos mokytojų elgesyje nepažintose kultūrose, naujose, neapibrėžtose situacijose, sugebėjime naudotis įvairiomis komunikavimo formomis ir priemonėmis. Šie aspektai neatsiejamai susiję su veiklomis kurios vyksta ir situacijomis į kurias patenka mokytojai dalyvaudami tarptautinių mainų, partnerystės ir keitimosi gerąja patirtimi projektų veiklose.

Išskiriant kultūrinį sąmoningumą kaip TK dimensiją, reikėtų akcentuoti, kad dalyvavimas tarptautinių projektų veikloje ugdo profesijos mokytojų suvokimą apie pasaulio vientisumą ir įvairovę, pasaulio kaitą, padeda suvokti globalines problemas, puoselėti pagarbą aplinkai ir įvairioms kultūroms, ugdo gebėjimą prisitaikyti prie pasikeitusių sąlygų su kuriomis kiekvieną kartą susiduria projekto dalyvis.

Žmogaus elgesys tam tikrose situacijose priklauso nuo jo asmeninių savybių, įsitikinimų, nuostatų ir vertybių. Kalbant apie šiuos kriterijus kaip tarpkultūrinės kompetencijos emocinės dimensijos sudedamąsias dalis, galima išskirti lankstumą, dėmesingumą, smalsumą, toleranciją, motyvaciją, drąsą, savikontrolę, atsparumą stresui, atvirumą kitoms kultūroms. Dalyvaujant tarptautiniuose projektuose šios asmens savybės bei nuostatos yra labai svarbios, nes daugeliu atveju lemia paties žmogaus savijautą, pasitenkinimą tam tikra veikla ir veiklos rezultatais.

Apibendrinus galima teigti, kad projektinė veikla šiuolaikiniame ugdymo kontekste traktuojama kaip mokytojų kognityvinių, emocinių ir elgesio dimensijų, kurios yra tarpkultūrinės kompetencijos sudedamosios dalys, raiškos plotmė. Tai neatsiejama mokymo(si) organizavimo proceso dalis. Projektinę veiklą galime įvardinti kaip vieną populiariausių ir patraukliausių edukacinių inovacijų, skatinančių holistinę asmens potencialo raišką, ugdančią pilietiškumą, suteikiančią galimybę mokytojams išreikšti turimą gyvenimiškąją patirtį, kūrybiškumą, iniciatyvumą, skatinančią motyvaciją veikti ir asmens saviraišką. Projektinė veikla skatina pedagogų smalsumą, kuris motyvuoja, padeda gauti naudos iš naujų dalykinių pažinčių ir profesinių patirčių, ugdo toleranciją ir atsparumą stresui.

5. VŠĮ *Panevėžio profesinio rengimo centras* profesijos mokytojų dalyvavimo tarptautinių projektų veiklose analizė

VŠĮ *Panevėžio profesinio rengimo centras* viena iš ugdymo institucijų teikianti bendrąjį ugdymą ir profesinį mokymą, siekia išugdyti žmogų, galintį savarankiškai spręsti savo ir visuomenės problemas, sėkmingai integruotis darbo rinkoje, aktyviai dalyvauti visuomeniniame gyvenime.

VŠĮ *Panevėžio profesinio rengimo centras* dalyvauja Europos švietimo projektuose bendradarbiaujant su partneriais iš Lietuvos ir įvairių užsienio šalių. Kaip ir kitose Lietuvos profesinio mokymo įstaigose, taip ir šioje, tarptautinė projektinė veikla vykdoma įgyvendinant *Erasmus+* programos projektus.

VŠĮ *Panevėžio profesinio rengimo centras* 2014–2019 m. buvo įgyvendintas 31 tarptautinis projektas. Visus 2014–2019 m. šioje profesinio mokymo įstaigoje vykdytus tarptautinius projektus galima suskirstyti į tokias rūšis:

- tarptautinio mobilumo projektai (*Erasmus+*, *Leonardo da Vinci*);
- strateginės partnerystės projektai (*Erasmus+*);
- tarptautinio bendradarbiavimo per sieną projektai (*Interreg Europe*).

Daugiausia vykdyta strateginės partnerystės projektų, antroje vietoje tarptautinio mobilumo projektai, trečioje – tarptautinio bendradarbiavimo per sieną projektai.

Per 2014–2019 metų laikotarpį VŠĮ *Panevėžio profesinio rengimo centras* buvo vykdomi įvairūs tarptautiniai projektai, kurių įgyvendinimo veiklose numatyti mokytojų vizitai į įvairias ES šalis nares ir kitas šalis kaip Šiaurės Makedoniją. Įgyvendinant projekto veiklas, mokytojai: sėmėsi patirties dvidešimtyje užsienio šalių (Lenkija, Latvija, Suomija, Vokietija, Portugalija, Italija, Bulgarija, Ispanija, Rumunija, Turkija, Jungtinė karalystė ir kt.), lankė profesinio mokymo įstaigas (Latvijos Kuldigos technologijų ir turizmo technikumas, Austrijos profesinio mokymo centras *Land und Fortswirtschaftlicher Betrieb*, Vokietijos profesinio mokymo centras *Wisamar Bildungsgesellschaft Gemeinnutzige GmbH*, *Wisamar Educational Institute*, Bulgarijos profesinė mokykla *Zemedelska Profesionalna Gimnazia Kliment Timityazev*, Švedijos profesinio mokymo centras *Karlstads Kommun Nobelsgymnasiet*, Ispanijos profesinio mokymo centras *Metodo Estudios Consultores SLU* ir kt.), keitėsi gerąja patirtimi ir bendradarbiavo su užsienio šalių profesinių mokyklų mokytojais, vadovais, projektų koordinatorsiais, darbdavių atstovais, profesijų konsultantais, nevyriausybių organizacijų atstovais, miestų kuriuose lankėsi vietinės valdžios vadovais, švietimo sistemos atstovais, mokiniais.

Atlikus VŠĮ *Panevėžio profesinio rengimo centras* vykdytų projektų analizę, paaiškėjo, kad per 2014–2019 m. laikotarpį buvo įgyvendinta iš viso penkiolika strateginės partnerystės projektų, kuriuose dalyvavo ir mokiniai, ir mokytojai, keturiolika tarptautinio mobilumo projektų ir du tarptautinio

bendradarbiavimo per sieną projektai kuriuose dalyvavo tik mokytojai. VŠĮ *Panevėžio profesinio rengimo centras* per metus įgyvendinami vidutiniškai aštuoni tarptautiniai projektai. Į projektų veiklą vidutiniškai kasmet įsitraukia devyniolika mokytojų, o tai sudaro 22 proc. visų profesinio rengimo centre dirbančių mokytojų

Kaip pagrindinės užsienio šalys partnerės VŠĮ *Panevėžio profesinio rengimo centras* tarptautinių projektų veikloje dominuoja Italija, Lenkija, Bulgarija, Ispanija, Latvija, Vokietija, Rumunija, Suomija, Austrija, Turkija, Kroatija, Švedija, Slovakija, Slovėnija, Šiaurės Makedonija. Su kai kurių ES šalių, pvz., kaip Lenkija, Latvija, Suomija, Vokietija, Italija, Bulgarija, Ispanija Rumunija, profesinio mokymo įstaigomis bendradarbiavimas vyksta nuolat. Šie partneriai dalyvauja įgyvendinant ne vieną, o kelis projektus. Tokiu būdu užmezgami ir palaikomi glaudūs partnerystės ir bendradarbiavimo ryšiai, siekiant įgyvendinti projekto tikslus ir pasiekti norimų rezultatų. Todėl įgyvendinant tarptautinių partnerysčių ir bendradarbiavimo veiklas ypač reikšmingi ir svarbūs mokytojų įgyti ir demonstruojami tarpkultūrinės kompetencijos įgūdžiai, apimantys jo turimas žinias, gebėjimą suprasti, komunikuoti ir bendrauti, gerbti, puoselėti savo ir kitų šalių kultūrinės vertybes.

Tarpkultūrinis bendradarbiavimas VŠĮ *Panevėžio profesinio rengimo centras* apima platų ES šalių spektrą, todėl mokytojai, dalyvaudami tarptautinėje projektinėje veikloje, susipažįsta su įvairių šalių švietimo sistema ir kultūriniais ypatumais būdingais tam tikrai šaliai. Ir nors visos šalys, išskyrus Šiaurės Makedoniją, yra ES narės ir joms būdingi bendri Europos kultūros bruožai, tačiau kiekviena atskira šalis išsiskiria tam tikra tik jai būdinga kultūrine įvairove, tradicijomis, religiniais aspektais, gyvenimo ir bendravimo stiliumi. Būtent svetimų kultūrų ir jų įvairovės supratimas, pažinimas, vertinimas parodo mokytojo turimos tarpkultūrinės kompetencijos lygį, o naujos, neatpažintos situacijos reikalauja atitinkamos reakcijos, elgesio, žinių, bendravimo būdo. Todėl galima teigti, kad buvimas ir veikla kitose kultūrose neabejotinai skatina profesijos mokytojų tarpkultūrinės kompetencijos raišką.

Projektinės veiklos analizė parodė, kad kartu su mokytojais į projektus vyksta projektų vadovai, koordinatoriai, mokyklų vadovai. Beveik pusę tarptautinių projektų yra strateginės partnerystės projektai, kurių veiklose mokytojai dalyvauja kartu su mokiniais. Be to, tarptautiniai projektai, kurie skirti mokinių profesinių gebėjimų ugdymui ir įsidarbinimo didinimui, dalyvauja ne tik profesijos mokytojai, bet ir darbdavių atstovai. Pavyzdžiui, *Erasmus+* programos 2 pagrindinio veiksmo strateginės partnerystės projektas „*DECO – Key Competences for Career Designing in Cooperation with Labour Market*“ (Nr. 2014-1-LT01-KA202-000633), kurio tikslas buvo identifikuoti bendrąsias kompetencijas reikalingas profesinių mokymo įstaigų mokiniams lengviau integruotis į darbo rinką bei paruošti bendrųjų kompetencijų vystymo gaires profesinių mokyklų karjeros konsultantams ir profesijos mokytojams. Projekte dalyvavo profesinių mokyklų karjeros konsultantai, profesijos

mokytojai, vadovai, dalininkai, organizacijos, susijusios su profesiniu mokymu ir darbo rinkos atstovams. VšĮ *Panevėžio profesinio rengimo centras* dalyvavimas projekte patvirtino jau aukščiau minėtas naudas, skatinančias mokytojo, mokinio ir darbdavio socialinę sanglaudą, profesijos mokytojų kompetencijų tobulinimą siekiant efektyvesnio profesinio mokymo atliepančio Europos ir Lietuvos darbo rinkos poreikius.

VšĮ *Panevėžio profesinio rengimo centras* projektinę veiklą vykdė ar vykdė kartu su kitomis Lietuvos profesinėmis mokyklomis: Alytaus profesinio rengimo centru, Vilniaus automechanikos ir verslo mokykla, Panevėžio darbo rinkos mokymo centru, Ukmergės technologijų ir verslo mokykla, Šiaulių profesinio rengimo centru, Vilniaus technologijų ir verslo, Visagino technologijų ir verslo mokyklomis. Tai parodo, kad ir kitose Lietuvos profesinio mokymo įstaigose vykdoma tarptautinių projektų veikla, kurių įgyvendinimo veiklose dalyvauja įvairių profesijų mokytojai. Tokiu būdu tobulinamos jų bendrosios ir dalykinės kompetencijos, skatinama profesijos mokytojų tarpkultūrinės kompetencijos raida.

VšĮ *Panevėžio profesinio rengimo centras* vykdomų tarptautinių projektų analizė atskleidė, kad šiame profesinio rengimo centre vykdoma itin intensyvi tarptautinė projektinė veikla, kurioje aktyviai dalyvauja tiek profesijos, tiek bendrojo ugdymo mokytojai. Tarptautiniai projektai praplečia mokytojų akiratį, skatina bendradarbiavimą su kolegomis iš Lietuvos ir užsienio šalių, kuris vyksta ne tik išvykos į užsienio šalį metu, bet ir tolimesnėje projektinėje, o vėliau ir kasdieninėje profesinėje veikloje. Be to, projekto metu užmegzti nauji partnerystės ryšiai išlaikomi ir baigus įgyvendinti projektą.

Vizituose užsienyje dalyvavusių profesijos mokytojų asmeninių refleksijų analizė atskleidė, kad dalyvavimas tarptautinių projektų veikloje ir stažuotės užsienyje yra mokytojus motyvuojantys veiksniai, įgalinantys savarankišką sprendimų priėmimą, skatinantys pasitikėjimą savimi, atsakomybę ne tik už save, ugdytinius ar kolegas, bet ir už savo šalį. Mokytojai akcentuoja asmeninio ir profesinio tobulėjimo tarpusavio ryšį, teigdami, kad vizitų metu labai svarbi ne tik profesinė pusė, bet ir susipažinimas su kitų šalių istorija, menu, kultūra, kad tarptautinė veikla skatina pilietiškumą ir pagarbą savo šalies kultūrai ir tradicijoms, žadina norą didžiuotis savo šalimi. Profesinį ir asmeninį tobulėjimą mokytojai sieja ir su pamokos kokybe, inovatyvių metodų ir technologijų naudojimu, užsienio kalbos žinių gilinimu, asmeninėmis savybėmis ir bendrakultūriškumu.

6. Išvados

1. Literatūros analizė atskleidė, kad projektinė veikla – tai daugiakompleksiška veikla, pasižyminti lankstumu ir formų gausumu, įgalinanti pasaulėžiūros bei dvasinių vertybių formavimąsi ir savirealizaciją, padedanti integruoti dalykines, profesines ir bendrąsias

kompetencijas. Dabartinio švietimo ir profesinio mokymo kontekste projektinė veikla suprantama kaip ugdymo kaitą ir mokytojų asmeninį ir profesinį tobulėjimą skatinantis veiksnys, numatytas visų profesinio mokymo įstaigų strategijose.

2. Dalyvavimo tarptautiniuose projektuose naudos analizė atskleidė, kad profesinėse mokyklose vykdoma tarptautinių projektų veikla didina profesinio mokymo patrauklumą ir prestižą, skatina žinomumą tarptautinėje erdvėje. Dalyvaujant tarptautinio mobilumo projektuose, didėja profesijos mokytojo produktyvumas ir pridėtinė vertė, skatinamas konkurencingumas tarp kolegų, ugdomas atsparumas stresui, tobulinami kalbiniai gebėjimai, kultūrinės žinios, vystoma tarpkultūrinė kompetencija.
3. Profesinės mokyklos, pasinaudamos finansavimo galimybėmis iš ES fondų, dalyvauja tarptautinių partnerysčių, gerosios patirties sklaidos, mainų projektuose ir programose, į kurių įgyvendinimą įtraukiami mokiniai, pagalbos mokiniui specialistai, mokyklų vadovai, bendrojo ugdymo ir profesijos mokytojai. Profesinio mokymo įstaigose vykdomi projektai apima tokias sritis kaip: įgūdžiai ir profesinis mokymas, švietimas, užimtumas ir tinkamas darbas.
4. Profesijos mokytojų dalyvavimas tarptautinių projektų veiklose padeda tobulinti jų tarpkultūrinę kompetenciją, t. y. užsienio kalbos žinias ir kalbėjimo įgūdžius, sukuria erdvę kultūrinių, dalykinių, profesinių žinių raiškai ir vystymui(si), skatina profesijos mokytojų tarpkultūrinį, profesinį dialogą, padeda rasti naujų mokymo(si) būdų ir įgyti naujų patirčių, kurios vėliau pritaikomos kasdieninės profesinės veiklos praktikoje.
5. VšĮ *Panevėžio profesinio rengimo centras* vykdomų tarptautinių projektų analizė atskleidė, kad šiame centre vykdoma itin intensyvi projektinė veikla. Įgyvendinami tarptautinio mobilumo ir strateginės partnerystės projektai praplečia profesijos mokytojų akiratį, skatina lyderystę ir bendradarbiavimą su kolegomis iš Lietuvos ir užsienio šalių. Vizituose užsienyje dalyvavę profesijos mokytojai pabrėžė asmeninio ir profesinio tobulėjimo tarpusavio ryšį, inovatyvių technologijų naudojimo svarbą, tarpkultūrinės kompetencijos dimensijų raišką.

Literatūra

1. ADOMAITIENĖ, J., ZUBRICKIENĖ, I. Projektai mokymosi procese: iniciatyvumą įgalinantys aspektai. *Andragogika*. 2016, 1(6), 58–78.
2. BALTAKYS, V., KAUSYLIENĖ, A. Mokytojų motyvavimas dalyvauti projektuose: prielaidos ir galimybės. *Edukacinės studijos. Jaunųjų mokslininkų darbai*. 2016, 27–38.
3. BIRGELYTĖ, A. Projektas kaip aukštosios ir bendrojo lavinimo mokyklos ugdymo procesą integruojantis metodas. *Pedagogika*. 2002, 34–39.

4. DAUKILAS, S., MIČIULIENĖ, R., KOVALČIKIENĖ, K., KASPERIŪNIENĖ, J. *Profesijos pedagogų veiklos turinys. Profesinis tobulėjimas, identitetas, ugdymo turinio metodologija ir kokybė. Kolektyvinė monografija*. Kaunas: Aleksandro Stulginskio universitetas, 2017.
5. LINKAITYTĖ, G. M., LAPĖNIENĖ, A., JAKUBAUSKAITĖ, V. Projektinė veikla skatinami pedagoginiai pokyčiai. *Pedagogika: mokslo darbai*. Vilnius: Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla, 2009, 94.
6. MAŽEIKIENĖ, N., LOHER, D. Competence of university teachers and graduate students for international cooperation. *Socialiniai mokslai*. 2008, 2(60), 48–65.
7. ZUBRICKIENĖ, I., ADOMAITIENĖ, J. Suaugusiųjų bendrųjų kompetencijų plėtojimas projektų metodu. *Andragogika*. 2016, 1(7), 148–173.
8. *Europos sąjungos investicijos Lietuvoje 2014–2020* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2020-02-24]. Prieiga per: <https://www.esinvesticijos.lt/lt/dokumentai/2014-2020-metu-europos-sajungos-fondu-investiciju-veiksmu-programa>.
9. *Švietimo mainų paramos fondas* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-02-28]. Prieiga per: <https://www.smpf.lt/lt/>
10. *Tarptautinių žodžių žodynas* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-03-07]. Prieiga per: <https://tzz.lt/p/projektas/>
11. *VšĮ Panevėžio profesinio rengimo centras. Projektinės veiklos ataskaitos 2014–2019: ataskaitų rankraščiai*. Panevėžio profesinio rengimo centras, Panevėžys, 2019.



LIETUVOS KARIUOMENĖS KARIŲ MAITINIMO ORGANIZAVIMO ASPEKTAI

Žvirelaitė A.¹

¹*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: maitinimo organizavimas, technologiniai dokumentai, viešasis maitinimas.

1. Įvadas

Maitinimo paslaugos tiekimas yra daugialypis ir sprendžia įvairiapusių paslaugos tiekimo klausimus. Kokybiško maisto produkto sąvoka apibūdina sveikatai saugų maitinimo produktą, bet tuo pačiu ir sveikatai palankų bei jusliškai pageidaujamą produktą. Sprendžiant sveikatai palankaus ir vartotojui patrauklaus valgiaraščio sudarymo problemas labai svarbus faktorius yra vartotojų grupės ypatumai ir finansinės maitinimo paslaugą teikiančios įmonės galimybės.

Lietuvos kariuomenė, vykdanči viešojo maitinimo paslaugą, turi tenkinti karių, kiekvieną dieną susiduriančių su daug psichologinių ir fizinių jėgų reikalaujančiomis užduotimis, mitybos poreikius. Karių maitinimui skiriama finansinė suma yra pakankama – šiuo metu vienos paros maitinimosi išlaidų piniginei kompensacija kariui, neap rūpinamam maistu, siekia 8 Eur. Mitybos poreikius atitinkančių valgiaraščių sudarymas taip pat nekelia iššūkių, karių valgiaraštis atitinka karių fiziologines normas. Tačiau labai įvairus Lietuvos karių kontingentas, vis didėjantis bendradarbiavimas su kitų šalių karinėmis pajėgomis reikalauja keisti tiek lietuvių karių mitybos įpročius, tiek derinti įvairių tautų karių mitybos ypatumus.

Darbo tikslas – apžvelgti Lietuvos kariuomenės karių maitinimo organizavimo aspektus.

Darbo metodas: mokslinės literatūros analizė, dokumentų analizė.

2. Karių mitybos ypatumai

Didelę įtaką tinkamam kario parengimui daro teisingai subalansuota mityba. Tai reiškia, kad karys kasdien turi gauti reikiamą pagrindinių maistinių medžiagų (baltymų, riebalų ir angliavandenių) kiekį bei papildomų maistinių medžiagų (skaidulinių medžiagų, vitaminų, mineralinių medžiagų bei maisto pigmentų) kiekį. Organizuojant karių maitinimą, vadovaujamas

rekomenduojamomis paros maistinių medžiagų normomis, kurios yra patvirtintos Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymu [1]. Tai fiziologiškai subalansuotos mitybos kriterijus nustatantis dokumentas. Jis skirtas individualaus bei organizuotų kolektyvų (pvz., ugdymo, krašto apsaugos, socialinės globos, įkalinimo, asmens sveikatos priežiūros įstaigų ir pan.) maitinimo planavimui bei vertinimui. Dokumentas suderintas su atitinkamais Europos Sąjungos bei Pasaulinės Sveikatos Organizacijos (PSO) strateginiais dokumentais. Kita vertus, kartu su paros maistinių medžiagų poreikiu skirtingo amžiaus žmogui, iškyla kita problema – maistas turi būti skanus, patrauklus. Ne paslaptis, jog kariai yra surinkami iš įvairių Lietuvos regionų ir turi labai įvairius bei ganėtinai skirtingus maitinimo įpročius. Be maistinės vertės koregavimo uždavinio, reikia sudaryti valgiaraštį, kuris maksimaliai tenkintų ir vartotojo skonį. Dėl šios priežasties, naujų maitinimo produktų įtraukimas į valgiaraštį kelia tam tikrų iššūkių.

Remiantis prieš tai paminėtu LR sveikatos apsaugos ministro įsakymu, kario valgiaraščio subalansavimas turi sutapti su jauno, aktyviai sportuojančio, žmogaus fiziologiniu poreikiu, t. y. fizinio aktyvumo koeficientas turi atitikti didelio intensyvumo fizinį aktyvumą, bendras kalorijų, paros energijos poreikio, kiekis 19–34 m. kariams turi siekti apie 3500 ir daugiau kilokalorijų. Atsižvelgiant į tai, kad visos kariuomenės, visi kariai gautų vienodai gerą maistą, Krašto apsaugos ministro įsakymu [2] yra patvirtinti krašto apsaugos sistemos padalinių karių ir Karo akademijos kariūnų 31 dienos baziniai valgiaraščiai (šiltojo metų laikotarpio – nuo gegužės 1 d. iki spalio 1 d. ir šaltojo – nuo spalio 2 d. iki balandžio 30 d.), šventinių dienų valgiaraščiai ir specialieji karo lakūnų ir karių, kurie dalyvauja pratybose, valgiaraščiai. Sudarant bazinį kario valgiaraštį atsižvelgiama į fiziologinius poreikius skirtingu sezono metu. Karių mitybos racionas didžia dalimi priklauso nuo veiklos rūšies bei metų laiko. Šaltuoju metų laiku kariams pateikiama daugiau karštųjų maitinimo produktų, konservuotų daržovių ir jų maitinimo produktų, tuo tarpu šiltuoju – karių valgiaraščiuose yra daugiau šviežių vaisių ir daržovių bei jų maitinimo produktų, vaisių. Be to, pratybų ir mokymų metu karių mityba pasižymi didesniu kaloringumu. Tuo tarpu esant lauke, pasigaminti galima anaip tol ne visus patiekalus – dėl to skiriami sausi daviniai [3].

Siekiant įvertinti dabartinius karių maitinimosi įpročius, poreikius – kokių maitinimo produktų kariai nepageidauja ir kokių norėtų, 2016 m. kariuomenės Logistikos valdybos Įgulų aptarnavimo tarnybos specialistai atliko anoniminę šauktinių karių apklausą, kurios metu išryškėjo, jog esama nemažai karių, nevalgančių žuvies, pieno ir mėsos produktų. Todėl atsižvelgus į šio tyrimo rezultatus, 2017 m. Lietuvos kariuomenė pakoregavo karių maitinimą – kariai dabar valgo gerokai įvairesnį maistą, pagamintą pagal naujai pakoreguotus valgiaraščius, kuriuose neliko, pavyzdžiui, maitinimo produktų iš kepenėlių ar razinų. Tai parodo, jog, sudarant naujai kariams skiriamų maisto produktų sąrašą, buvo atsižvelgiama ne tik į mitybos

specialistų rekomendacijas, bet ir į karių norus. Taip pat, nauji valgiaraščiai padidino, karių maitinimosi išlaidoms skiriamų lėšų vienai dienai, sumą, kuri pakilo nuo 6 iki 8 eurų [4].

Karių maitinimui sudaromas dienos raciono valgiaraštis, kariai maitinami tris kartus per dieną, nustatytu laiku. Remiantis sveikos mitybos rekomendacijomis [5], rekomenduojamomis atskirų valgymų energetinėmis verčių dalimis, valgant 3 kartus, valgiaraštyje pusryčiams skiriama apie 35 proc., pietums – apie 40 proc., vakarienei – apie 25 proc., atskaičiavus nuo bendros energijos paros normos kariui, t. y. nuo, pavyzdžiui, 3 850 kilokalorijų. Šių procentinių dalių pagalba, sudaromi 31 dienos baziniai, šaltojo ir šiltojo laikotarpių, valgiaraščiai. Tokia valgiaraščių sistema palengvina gamybos vadovo darbą – jis iš karto gali planuoti darbą, kadangi ši leidžia tiksliai matyti, kurią dieną, kokius patiekalus karys tiksliai turi valgyti. Sudarant valgiaraštį karių maitinimui, ypatingas dėmesys skiriamas, kad valgiaraštis būtų kuo labiau racionalesnis, t. y. kariui suteiktų taip reikiamos energijos karinių pratybų metu. Valgiaraščiuose numatomas griežtas maitinimo produktų asortimentas, kiekis bei išeigos. Lietuvos kariuomenės logistikos specialistai rengia karių dienos raciono mitybos valgiaraščius, remiantis Lietuvos Vyriausybės ar jos įgaliotos institucijos nustatytais fiziologinėmis mitybos normomis bei remiantis Europos parlamento ir tarybos reglamentu (ES) [6]. Parengti valgiaraščiai teikiami Sveikatos apsaugos ministerijos mitybos specialistams patikrinti, ar šie atitinka patvirtintas karių mitybos fiziologines normas. Gavus jų pritarimą, valgiaraščiai yra patvirtinami Lietuvos kariuomenės vado įsakymu ir tik tada naudojami karių maitinimui.

3. Karių maitinimo technologinių dokumentų apžvalga

Viešojo maitinimo įstaigoje gaminių ar maitinimo produktų gamyba vykdoma pagal įmonėje atsakingų asmenų sudarytus ir patvirtintus gamybos dokumentus. Jie yra paruošti pagal „Dėl Lietuvos higienos normos HN 15:2005 „Maisto higiena“ 2005 m. rugsėjo 1 d. Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro patvirtintą įsakymą arba šakines Geros higienos praktikos (GHP) taisykles [7]. Remiantis Lietuvos higienos normos HN 15:2005 „Maisto higiena“ patvirtinimu, šakines geros higienos praktikos taisykles (įskaitant pirminės gamybos) rengia ir tobulina maisto verslo sektorių atstovai (maisto įmonių asociacijos, technikos komitetai, konsultacinės firmos ir pan.). Valstybinei maisto ir veterinarijos tarnybai bei Respublikiniam mitybos centrui įvertinus parengtų taisyklių projektus, Sveikatos apsaugos ministerija derina jas. Apie suderintas taisykles skelbiama „Valstybės žinių“ priede „Informaciniai pranešimai“. Suderintas taisykles Europos Parlamento ir Tarybos reglamento (EB) Nr. 852/2004 nustatyta tvarka Respublikinis mitybos centras siunčia Europos Komisijai. Be to, realizuoti vietoje skirti viešojo maitinimo įmonių maitinimo produktai, kulinarijos, konditerijos gaminiai turi atitikti nustatytus reikalavimus pagal įmonėje patvirtintas receptūras,

technologinius aprašymus arba nustatyta tvarka patvirtintus standartus. Įmonių standartų projektai turi būti derinami Sveikatos apsaugos ministerijos nustatyta tvarka.

Vienas iš gamybos dokumentų yra technologijos kortelė (TK). Tai maitinimo paslaugų įmonės dokumentas, kuriame įmonėje sudarytos ir paskirtos komisijos nustatyta, patvirtinta ir registruota gaminamos produkcijos gamyba. Technologijos kortelę sudaro dvi dalys:

1. Maisto žaliavos:

- maisto žaliavų sąnaudos gaminio / maitinimo produkto gamybai: bruto / neto, g/kg;
- gaminio / maitinimo produkto išeiga: g/kg/vnt.

2. Gamybos technologijos aprašas:

- gaminio / maitinimo produkto gamybos technologija.

Ne išimtis, kad ir Lietuvos kariuomenėje yra ruošiamos darbinės technologijos kortelės. Jose matomi visų komponentų bruto ir neto kiekiai gramais, skirti paruošti dešimčiai porcijų ruošiamų maitinimo produktų. Reikia pažymėti, jog yra begalės kitų variantų, kokiam kiekiui porcijų galima sudaryti darbinę technologijos kortelę. Darbinės technologijos kortelės gamybos technologiniame apraše nurodyta visa informacija apie gaminamą maitinimo produktą, t. y. kokius komponentus ir kaip reikia supjaustyti ar sutarkuoti, kokioje temperatūroje patiekalą reikia termiškai apdoroti, kokioje temperatūroje patiekti bei per kiek laiko galima realizuoti.

Dirbant su maistu, neišvengiamai, vieni iš svarbiausių momentų tampa maitinimo produkto kokybės rodikliai, kurie susideda iš: juslinių, fizikinių cheminių bei mikrobiologinių rodiklių, kurie nurodomi technologijos kortelėje. Čia atskleidžiami visi reikiami, gaminamą kokybišką maitinimo produktą atitinkantys, jusliniai rodikliai, kuriuos virtuvės darbuotojas gali patikrinti pačioje virtuvėje, t. y. pagaminto maitinimo produkto: išvaizdą, spalvą, skonį, kvapą, konsistenciją bei tekstūrą. Jei nors vienas iš šių rodiklių neatitinka, technologijos kortelėje pateiktų, juslinių kokybės rodiklių, būtina kreiptis į už tai virtuvėje atsakingą asmenį ir spręsti, ką su pagamintu maitinimo produktu daryti toliau. Fizikiniai cheminiai kokybės rodikliai yra daugiausiai atliekami laboratorijoje, naudojant sudėtingus maistinių medžiagų nustatymo metodus. Tokius kaip, pavyzdžiui, Kjeldalio metodas, kuris yra skirtas nustatyti baltymų kiekį gaminyje. Mikrobiologinių kokybės rodiklių, mikrobiologinių kriterijų, normos yra patalpintos HN 26:2006 „Maisto produktų mikrobiologiniai kriterijai“ [8] maisto higienos normoje arba Komisijos reglamente (EB) 2005 m. Nr. 2073/2005 [9], dėl maisto produktų mikrobiologinių kriterijų. Dokumentuose nurodytos galimos mikroorganizmų ribos gaminiuose.

Maitinimo produktų ženklinimas taip pat labai svarbus aspektas maisto gamyboje, bet tik tada, kada ženklinami fasuoti maisto produktai. Būtina pabrėžti, jog ženklinimas nėra labai aktualus Lietuvos kariuomenės maitinimui, kadangi čia maistas yra paruošiamas ir iškart tiekiamas kariui –

maistas nėra fasuojamas. Ženkliname būtinai turi būti pateikta: gamintojas, rekvizitai, kur buvo pagamintas maitinimo produktas, jo pavadinimas bei sudedamosios dalys. Jei tarp sudedamųjų maitinimo produkto dalių yra nors vienas iš keturiolikos Europos parlamento ir tarybos reglamento (ES) II priede nurodytų alergenų [6], būtina visas alergiją ar netoleravimą sukeliančias medžiagas ir produktus ar pagalbines perdirbimo medžiagas, ar medžiagas, gautas iš medžiagų arba produktų, sukeliančių alergijas ar netoleravimą, naudojamų, gaminant ar ruošiant maisto produktą ir išliekančius galutiniame produkte, nors ir pakitusiu pavidalu, nurodyti sudedamųjų dalių sąraše aiškiai pateikiant alergiją ar netoleravimą sukeliančios medžiagos arba produkto pavadinimą. Be to, alergiją ar netoleravimą sukeliančios medžiagos arba produkto pavadinimas turi būti pabrėžiamas pateikiant jį taip, kad jis aiškiai išsiskirtų iš kitų sudedamųjų dalių sąrašo, pavyzdžiui, pasirenkant tam tikrą šriftą, stilių arba fono spalvą.

Ženklinant maisto produktus, būtina pateikti maistingumo deklaraciją. Remiantis Europos Parlamento ir Tarybos reglamente (ES) V priede [6] teikiama informacija, maisto produktams, įskaitant rankų darbo maisto produktus, kuriuos gamintojas nedideliais kiekiais tiesiogiai tiekia galutiniam vartotojui arba vietos mažmeninėms įmonėms, kurios juos tiesiogiai tiekia galutiniam vartotojui, netaikomas reikalavimas pateikti privalomą maistingumo deklaraciją. Atsižvelgiant į tai, jog Lietuvos kariuomenė kasdien tiekia maistą sąlyginai nedideliais kiekiais kariams, maistingumo deklaracija šiai viešojo maitinimo įstaigai nėra būtina.

4. Salatų meniu – sudėtinė Lietuvos karių mitybos raciono dalis

Vadovaujantis vienu iš 31 dienos karių baziniu valgiaraščiu Lietuvos kariuomenės vado 2019 m. sausio 11 d. patvirtintu įsakymu Nr. V-42 „Karių maitinimo, stacionarioje valgykloje valgiaraštis ir jo receptūros“ [10] galima teigti, jog per Lietuvos kariuomenėje vykdomus tradicinius kario pietus, karys yra maitinamas dviejų rūšių salotomis. Todėl didinant kario maitinimo produktų asortimentą bei siekiant, jog karys gautų kuo daugiau maistinių medžiagų, vitaminų, maisto pigmentų, siūlytina sukurti ir pateikti salatų meniu, kur pietų metu Lietuvos kariui būtų suteikta galimybė pasirinkti vienas iš 5 rūšių salatų su skirtingu kalorijų kiekiu bei maistinėmis medžiagomis, t. y. pagal kario asmeninius poreikius subalansuoti pietų davinio mitybinę vertę. Salotas sudarytų įvairūs ingredientai, kad atitiktų karių mėgstamus, gal kiek netradicinius Lietuvos virtuvei, skonių. Salatų gamyboje nevengiama būtų kitų šalių virtuvių salatų skonių, pavyzdžiui, Italijos – salotos su *mozzarella* sūriu bei duonos skrebučiais. Taip pat egzotiškų skonių – salotos su mangais ar žaliosiomis vynuogėmis.

Kaip jau minėta, kariai salotas galėtų pasirinkti iš penkių galimų rūšių. Salatų pasirinkimo vietoje būtų surašytos kortelės, taip norint parodyti, kiek kokios salotos turi maistinių medžiagų (baltymų, riebalų, sočiųjų riebalų

rūgščių, angliavandenių, cukrų), druskos. Taip karys galėtų labiau orientuotis kiek, suvalgydamas pasirinktas salotas, gautų naudingų jo organizmui medžiagų, kurios yra ypatingai vertingos kariui atliekant, psichologinės bei fizinės ištvermės reikalaujančias, užduotis karinių pratybų metu.

5. Išvados

1. Organizuojant Lietuvos karių maitinimą, turi būti vadovaujasi rekomenduojamomis paros maistinių medžiagų normomis, kurios yra patvirtintos Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro bei fiziologinėmis kario mitybos normomis, patvirtintomis Lietuvos Respublikos vidaus reikalų ministro. Rengiant bazinius valgiaraščius, atsižvelgiama į karių fiziologinius poreikius skirtingu sezono metu pagal jų amžių ir fizinį aktyvumą.
2. Dokumentų analizė parodė, jog viešojo maitinimo įstaigoje gaminių ar maitinimo produktų gamyba turi būti vykdoma pagal įmonėje atsakingų asmenų sudarytus ir patvirtintus gamybos dokumentus. Be to, tokio pobūdžio įmonėse turi būti patvirtintos receptūros, technologiniai aprašymai arba patvirtinti įmonės standartai, kurie turi būti suderinti su Sveikatos apsaugos ministerijos reikalavimais. Pagrindinis viešojo maitinimo gamybos dokumentas – technologijos kortelė, kurioje nurodomos maisto žaliavos ir aprašoma gamybos technologija.
3. Siekiant padidinti Lietuvos kario maitinimo produktų asortimentą ir praturtinti biologiškai aktyviomis maistinėmis medžiagomis, būtina įtraukti į mitybos racioną salotų meniu su skirtingu kalorijų kiekiu bei maistinėmis medžiagomis.

Literatūra

1. *Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas „Dėl rekomenduojamų paros maistinių medžiagų ir energijos normų patvirtinimo“*. 2016 m. birželio 23 d., Nr. V-836.
2. *Lietuvos Respublikos vidaus reikalų ministro įsakymas „Dėl fiziologinių mitybos normų, pagal kurias maistu aprūpinami vidaus tarnybos sistemos pareigūnai specialių tarnybinių užduočių, susijusių su apribojimu palikti užduoties vietą, vykdymo laikotarpiu, taip pat atliekantys tarnybą lauko sąlygomis“*. 2005 m. spalio 10 d., Nr. 1V-3252005.
3. *lrt.lt. Šauktinių mitybos racionas: ko galime pasimokyti? [interaktyvus]*. 2015 [žiūrėta 2020-01-15]. Prieiga per: <https://www.lrt.lt/naujienos/lietuvoje/2/113836/sauktiniu-mitybos-racionas-ko-galime-pasimokyti>.
4. *sputniknews.lt. Nuo gegužės Lietuvos kariuomenės kariai valgo mėsainius ir lazanių* [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2020-01-15]. Prieiga per:

<https://sputniknews.lt/society/20170512/2941482/naujas-lietuvas-kariuomenes-kariu-valgiarastis>.

5. BARTKEVIČIŪTĖ, R., BARZDA, A., STUKAS, R., ABARAVIČIUS, A., PETKEVIČIENĖ, J., KLUMBIENĖ, J. *Sveikos mitybos rekomendacijos. Metodinės rekomendacijos*. Vilnius, 2010 [žiūrėta 2020-01-15]. Prieiga per: http://www.smlpc.lt/media/file/Skyriu_info/Metodine_medziaga/Sveikos_mitybos_rekomendacijos_2010.pdf.
6. *Europos Parlamento ir Tarybos reglamentas (EB) Nr. 1169/2011*. 2011 m. spalio 25 d.
7. JAKUBČIONIS, R. *Geros higienos praktikos taisyklės viešojo maitinimo įmonėms*. Leidėjas: Ad Infinitum, 2018.
8. Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas „Dėl Lietuvos higienos normos HN 26:2006 „Maisto produktų mikrobiologiniai kriterijai“ patvirtinimo“. 2006 m. kovo 9 d., Nr. V-168.
9. Komisijos Reglamentas (EB) Nr. 2073/2005 (dėl maisto produktų mikrobiologinių kriterijų). 2005 m. lapkričio 15 d.
10. Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministro įsakymas „Karių maitinimo, stacionarioje valgykloje valgiaraštis ir jo receptūros“. 2019 m. sausio 11 d., Nr. V-42.



MODULINIŲ PASTOLIŲ ATSPARUMAS, LAIKINOMS KONSTRUKCIJOMS ĮRENGTI

Adašiūnas E.¹, Kelpšienė L.²

¹*Kauno technologijos universitetas*

²*Šiaulių valstybinė kolegija*

Raktiniai žodžiai: moduliniai pastoliai, 3D modeliavimas, statiniai skaičiavimai.

1. Įvadas

Pastoliai yra laikinai įrengtos konstrukcijos naudojamos statybų sektoriuje. Tai laikinoji statybos darbų įranga [1, 2, 3] arba laikinai įrengti pėsčiųjų ar / ir transporto tiltai (žr. 1 pav.). Vertikalios pastolių apkrovos: nuosavas svoris, sniegas, žmonės, įranga, remiamos konstrukcijos, klojiniai ir statybinės medžiagos. Pastoliai turi atlaikyti ne tik vertikalias, bet ir horizontalias apkrovas: didžiausią ir darbinę vėjo bei smūgines apkrovas.



1 pav. Pastolių tiltinė sistema

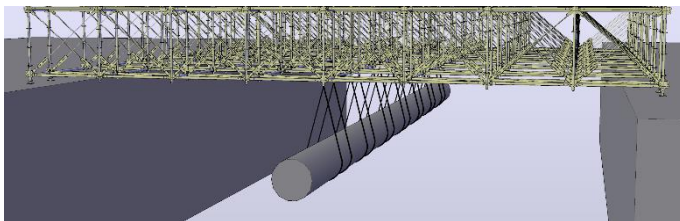
Statyboje naudojami Europos standartizacijos komiteto reikalavimus atitinkantys (standartizuoti) ir nestandartizuoti pastoliai. Nestandartizuotiems pastoliams būtina kompetentingo asmens perengta pažyma su charakteristikų apskaičiavimais [4]. Pastoliai skirstomi į du tipus – fasadinius ir atrامينius [5]. Atrامينiai pastoliai skirti didelėms apkrovoms laikyti, pavyzdžiui, betonui į klojinius įrengtus ant pastolių dideliame aukštyje pilti ir kt. Laikantieji pastoliai paprastai statomi iš modulių rėmų. Modulių elementai jungiami kaiščiais, naudojant pleištinės jungtis, kurios nereikalauja virinimo ar suveržimo varžtais [4, 6].

Naudojant įvairias statinio modeliavimo programas galima apskaičiuoti pastolių deformacijas veikiant didelėms apkrovoms, kuriose skerspjuvių vietose atsiranda pavojingi įtempiai, prarandamas pirminis stabilumas. Taip pat galima nustatyti kurias vietas reikia sustiprinti, o kuriose būtina sumažinti perteklinių elementų skaičių. Mokslininkų grupė [7], lyginusi analitinių skaičiavimų ir eksperimentų rezultatus, nurodė modeliavimo naudą tiksliai nustatant galutinę statybvietėse naudojamų sudėtingų sistemų pastolių keliamąją galią.

Darbo tikslas: suprojektuoti racionaliausią modulinį pastolių pakabinamo tilto atraminę konstrukciją ir pagal fiksuotą jos tarpatramį bei maksimalią apkrovą atlikus statinius skaičiavimus, parinkti būtinąsias montavimo detales. Optimalus konstrukcijos svoris gali sumažinti surinkimo, išardymo ir nuomos kaštus.

2. Modulinį pastolių projektavimas

Skaičiavimams pasirinktas 15 metrų tarpatramis, viduryje kabinamas 15 metrų ilgio vamzdis, kurio masė 30 t (žr. 2 pav.).



2 pav. Projektuojamos sistemos apkrovimo erdvinis vaizdas

Konstrukcijos skaičiuojamasis modelis sudarytas naudojant *AutoCAD Architecture 2019* [8] programą, kuri turi papildomą užduočių skyrelį, pritaikytą *Layher* tipo pastolių elementams projektuoti. Skaičiavimams naudojamos dvi pastolių gamintojo sistemos – *Layher FW* (žr. 3 pav.) ir *Layher Allround* (žr. 4 pav.).



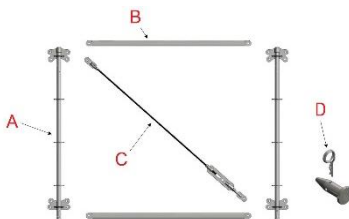
3 pav. *Layher FW* sistema



4 pav. Layher Allround sistema

Layher FW sistemą sudaro 4 pagrindiniai elementai (žr. 5 pav.):

- A. Stovas iš S355 klasės, 48,3 mm skersmens plieno vamzdžio, kurio galimi aukščiai – 1,00, 1,5 ir 2,00 m. Turi integruotas *Allround* rozetes, kad sistema būtų patogiai jungiama tarpusavyje.
- B. Skersinis iš S355 klasės, kvadrato formos plieno vamzdžio (60 × 60 mm), kurio sienelės storis 4 mm, o ilgiai 1,57, 2,07 ir 2,57 m.
- C. Įstrižainė iš 15 mm skersmens *Dywidag* strypo, kurio ilgis gali kisti veržiant ar atleidžiant tempimo sagtį.
- D. 20 mm skersmens kaištis, skirtas sujungti A, B, C detalėms tarpusavyje.



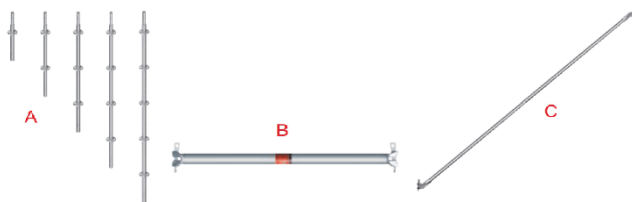
5 pav. Layher FW sistema: A – stovas; B – skersinis; C – įstrižainė; D – kaištis

Layher Allround sistemos pagrindinės detalės (žr. 6 pav.):

- A. Stovas iš S355 klasės, 48,3 mm skersmens plieno vamzdžio, kurio aukščiai su kartotiniu kas pusę metro – nuo 0,5 m (2,7 kg) iki 4 m (18,1 kg); stovas kas 0,5 m turi sujungimo rozetes.
- B. Skersinis iš S235 klasės plieno vamzdžio, kurio ilgiai 0,73, 1,09, 1,57, 2,07 ir 2,57 m.
- C. Įstrižainė iš S235 klasės plieno vamzdžių, užtikrinančių konstrukcijos stabilumą ir skersinių jėgų perimimą.

Iš pakabinamo vamzdžio projekto techninės dokumentacijos paimti masė (20 t) ir ilgis (25 m). To užtenka atraminių pastolių 3D modeliui sudaryti. Pagal projektą vamzdis kabinamas gamybinės paskirties pastate, kuriame minimalus pastolių konstrukcijos tarpatramis 15 m, o aukštis ribojamas iki 5 m.

Šiame projekte apkrovos ir patikimumo koeficientai parenkami atsižvelgiant į euronormų [8, 9] reikalavimus.



6 pav. Layher Allround sistema: A – stovas; B – skersinis; C – įstrižainė

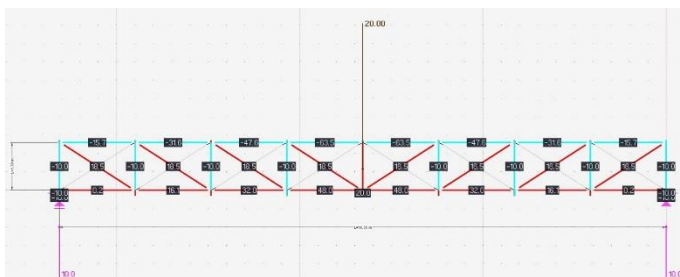
Sniego ir vėjo apkrova nevertinama, kadangi tyrimas atliktas uždaroje pastato erdvėje.

Palyginimui imami 4 sistemų tipai:

- 1 var. 1,50 m aukščio *Layher FW* sistema.
- 2 var. 2,00 m aukščio *Layher FW* sistema.
- 3 var. 2,00 m aukščio *Layher Allround* sistema.
- 4 var. 3,00 m aukščio *Layher Allround* sistema.

Skaičiavimai atlikti *Dlubal Rstab* programa dvimatėje erdvėje.

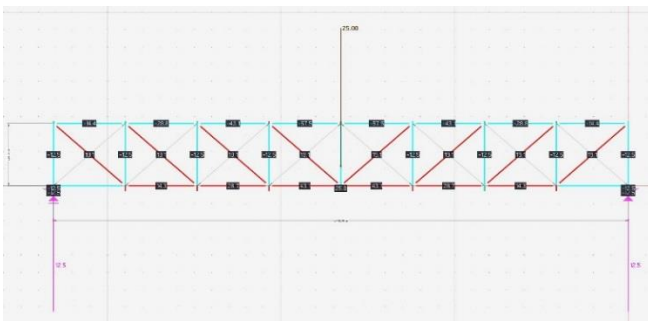
Atlikus 1 varianto analizę gauta maksimali konstrukcijos laikomoji galia, deformacijos iki takumo ribos ir jėgos (reakcijos) veikiančios atramas (žr. 9 pav.). Tokio varianto konstrukcija maksimaliai gali atlaikyti 20 kN vamzdžio apkrovą, neviršydamą *FW* skersinio maksimalių ašinių jėgų $N_d = 63,5 \text{ kN} < N_{lim} = 63,7 \text{ kN}$, konstrukcija išlinksta 20,5 mm.



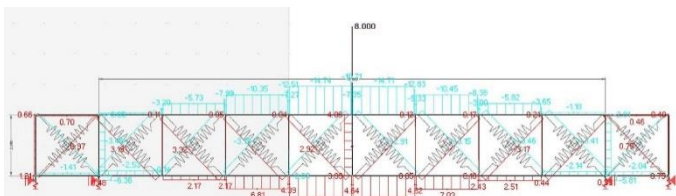
7 pav. 1 varianto *Layher FW* sistemos modelio skaičiuojamoji schema

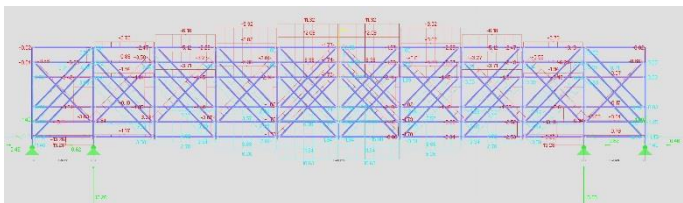
Sudarius 2 varianto konstrukcijos modelį, taip pat nustatytos maksimalios konstrukcijos darbo charakteristikos (žr. 8 pav.).

2,00 m aukščio konstrukcija maksimaliai gali atlaikyti 25 kN vamzdžio apkrovą. *FW* skersinio maksimali ašinė jėga taip pat neviršija leistinosios $N_d = 57,5 \text{ kN} < N_{lim} = 63,7 \text{ kN}$, didesne atsarga. Konstrukcija išlinksta 16,3 mm.



3 variantų skaičiavimų rezultatai (žr. 9 pav.) rodo, kad konstrukcija maksimaliai gali atlaikyti 8 kN vamzdžio apkrovą. Iš analizuotos schemos akivaizdu, kad silpniausia *Allround* konstrukcijos vieta – įstrižainė, kuri atlaiko $N_d = 10,8 \text{ kN} < N_{lim} = 12,4 \text{ kN}$. Lyginant su 1 ir 2 variantais, šios konstrukcijos laikomoji galia ~ 3 kartus mažesnė.





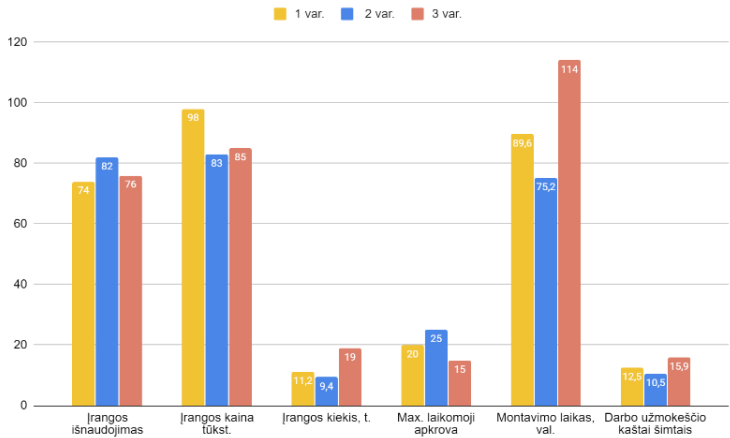
11 pav. 4 varianto modeliavimo rezultatas

Sudarytas kiekvieno varianto 3D modelis ir apskaičiuotos sąnaudos, reikalingos visam vamzdžiui pakabinti. Trečias variantas atmestas kaip netinkamas. Valandinis darbo užmokestis nustatytas remiantis didžiausių Lietuvos įmonių, atliekančių pastolių montavimo darbus, įkainiais. Keturių modelių analizės, skaičiuojant *Dlubal Rstab* programa, duomenys pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė

Analizės duomenys (žr. 12 pav.)

Ypatybė	Pastolių konstrukcijos variantas		
	1-as	2-as	4-as
Stiprumo išnaudojimas, %	74	82	76
Įrangos kaina, € tūkst.	98	83	85
Įrangos kiekis, t	11,2	9,4	19
Max. apkrova į vieną atramą skerspjūvi, kN	20	25	15
Montavimo laikas, val.	89,6	75,2	114
Darbo užmokestis montavimui (1 h/14 €), €	1254,4	1052,8	1596



12 pav. Įrangos išnaudojimo, kainos, kiekio, apkrovimo, montavimo laiko ir darbo užmokesčio kaštų variantinis palyginimas

Montavimo laikas parinktas iš įmonių atliekančių pastolių montavimo darbus praktikos: kokį kiekį pastolių profesionali montuotojų brigada gali sumontuoti per valandą. Pagal konstrukcijų montavimo sudėtingumą 1-jam ir 2-jam variantams skaičiuojama – 1 t / 8 darbo valandas, o trečiajam – 1 t / 6 darbo valandas. Skaičiavimų duomenys pateikiami diagramoje (žr. 12 pav.).

3. Išvados

1. Modulinės pastolių sistemos dažnai naudojamos, kaip laikinos konstrukcijos apkrovai perimti. Laikinam vamzdžio pakabinimui skaičiuoti pasirinktos dvi *Layher* sistemos, kiekvienai skaičiuojant po du skirtingo aukščio variantus. Visų variantų modulių skaičiuojamieji ilgiai – 2,07 m. Skaičiavimai atlikti *Dlubal Rstab* programa.
2. Atlikus visų variantų skaičiavimus nustatyta, kad konstrukcijos stipriai atitinkamai – 74 proc., 82 proc. ir 76 proc. Pagal šias schemas sudaryti 3D modeliai *AutoCAD Architecture* programos aplinkoje ir apskaičiuoti kiti duomenys būtini konstrukcijai sumontuoti.
3. Mažiausias reikalingos įrangos kiekis *Layher FW 2,00 m* aukščio sistemai (2 variantas). Tai sąlygoja mažesnes logistikos išlaidas, montavimo laiką, darbo jėgos poreikį. Montavimo kaštai (2 variantas) 19 proc. mažesni už *Layher FW 1,50 m* aukščio sistemai ir 51 proc. mažesni už *Layher Allround* sistemai reikalingus.

Literatūra

1. LST EN 12811-1 Laikinoji statybos darbų įranga. 1 dalis. Pastoliai. Techniniai reikalavimai ir bendrasis projektavimas.
2. LST EN 12811-2 Laikinoji statybos darbų įranga. 2 dalis. Informacija apie medžiagas.
3. LST EN 12811-3 Laikinoji statybos darbų įranga. 3 dalis. Bandymas apkrova.
4. *Valstybinė darbo inspekcija. Pastolių surinkimo ir naudojimo vadovas* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2019-04-18]. Prieiga per: <https://www.vdi.lt/AtmUploads/PastoliuSurinkimoIrNaudojimoVadovas.pdf>.
5. „*Layher*“ atraminiai pastoliai TG 60 [interaktyvus]. Prieiga per: <https://layher-baltic.eu/pastoliai/atraminiai-pastoliai-tg-60/> [žiūrėta 2019-04-18].
6. ROBAK, A. Analysis of exploitation damages of the frame scaffolding [interaktyvus]. 29th *International Conference on Structural Failures*. 2019, 284, article number 08008 [žiūrėta 2020-03-27]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201928408008>.

7. PENG, J. L., WUB, C. W., CHANC, S. L., HUANGD, C. H. Experimental and numerical studies of practical system scaffolds [interaktyvus]. *Journal of Constructional Steel Research*. 2013, 91, 64–75 [žiūrėta 2020-03-27]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2013.07.028>.
8. *AutoCAD Architecture 2019* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-03-27]. Prieiga per: <https://knowledge.autodesk.com/support/autocad-architecture>.
9. LST EN 12812:2008 Laikantieji pastoliai. Eksploatacinių charakteristikų reikalavimai ir bendrasis projektavimas.
10. LST EN 39:2002 Palaidi plieniniai vamzdžiai, naudojami vamzdžių ir movų pastoliams. Techninės tiekimo sąlygos.



3D SPAUSDINTUVU ATSPAUSDINTŲ KOLONŲ PROTOTIPŲ SKIRTINGŲ FORMŲ DAUGIAKRITERIS VERTINIMAS

Gedlovaitė-Kvietkuvienė N.¹, Aviža D.¹, Zacharovienė E.¹

¹Kauno technologijos universitetas

Raktiniai žodžiai: 3D spausdintuvas, prototipas, kolona, SAW.

1. Įvadas

Pasaulyje per paskutinius penkerius metus vis plačiau imta kalbėti apie statybos sektoriaus technologines naujoves, tokias kaip 3D spausdinimas. Vokietija, Kinija, Rusija, Dubajus ir kitos šalys jau tyrė ir išbandė šiuos statybos metodus (žr. 1 lentelę).

1 lentelė

Užsienio šalių autorių atlikti tyrimai nagrinėjama tema

Autorius, šalis, publikacijos metai	Straipsnio pavadinimas originalo kalba	Santrauka
MECHTCHERINE, V., Vokietija, 2019	Large-scale digital concrete construction – CONPrint 3D concept for on-site, monolithic 3D-printing [1]	Pristatoma <i>CONPrint3D</i> technologija, kuri yra pritaikyta šiuolaikinei architektūrai ir sunkvežimiuose montuojami siurbliai
DANIEL TAY, Y. W., Singapūras, 2019	Effect of printing parameters in 3D concrete printing: Printing region and support structures [2]	Aprašoma technologija, spausdinanti betoną ir nereikalaujanti atramų bei klotinių
GHAFFAR, S. H., Portugalija, 2018	Additive manufacturing technology and its implementation in construction as an eco-innovative solution [3]	Aprašomas priedų gamybai paruošimas ir pirmasis 3D spausdintuvu pastatytas biuras
LOWKE, D., Vokietija, 2019	Particle-bed 3D printing in concrete construction – Possibilities and challenges [4]	Aprašyti įvairūs spausdinimo būdai ir pateikta klasifikacija
KAZEMIAN, A., JAV, 2017	Cementitious materials for construction-scale 3D printing: Laboratory testing of fresh printing mixture [5]	Aprašytas laboratorinis bandymas, kuriame lyginamas formos stabilumas ir spausdinimo kokybė

Autorius, šalis, publikacijos metai	Straipsnio pavadinimas originalo kalba	Santrauka
DE SCHUTTER, G., Belgija, 2018	Vision of 3D printing with concrete – Technical, economic and environmental potentials [6]	Aprašyta vizija, kaip pasikeis darbuotojų kiekis statybvietėje, kaip keisis technologijos ir aplinkosauginiai klausimai
MECHTCHERINE, V., Vokietija, 2018	3D-printed steel reinforcement for digital concrete construction – Manufacture, mechanical properties and bond behaviour [7]	Aprašyta kaip keisis armatūra su 3D spausdinimo technologijomis
WU, P., Australija, 2016	A Critical review of the use of 3-D printing in the construction industry [8]	Aptariami 3D spausdinimo statyboje privalumai ir spausdinimo būdai
GOSSELIN, C., Prancūzija, 2016	Large-scale 3D printing of ultra-high performance concrete – a new processing route for architects and builders [9]	Aptiriamas spausdinimas naudojant laikinas atramas ir metodai mechaniškai stiprinti konstrukcijas
SOTO, B. G., JAE, 2018	Productivity of digital fabrication in construction: Cost and time analysis of a robotically built wall [10]	Aprašytas bandymas kai statomos sudėtingos konstrukcijos (sienos) ir lyginamas laiko ir sąnaudų pasiskirstymas

Darbo tikslas: SAW metodu vertinant skirtingus rodiklius, ištirti, kuri kolonos prototipo konstrukcinė forma yra efektyviausia 3D spausdinimo požiūriu ir pateikti pirmines rekomendacijas, kolonų statyboje naudojamiems betono mišiniams.

2. Tyrimo metodika

Palyginimui atlikti naudojamas daugiakriteris SAW (angl. *Simple Additive Weighting*) vertinimo metodas. Tai pats seniausias (1968 m.) ir plačiausiai naudojamas kiekybinis daugiakriteris vertinimo metodas, apibūdinantis tam tikrą procesą ir jo reikšmingumą. Tyrimo metodika:

1. Sudaroma $[m \times n]$ palyginimo matrica X (1) iš m alternatyvų ir n kriterijų [12]:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}. \quad (1)$$

2. Nustatoma, kuri kiekvieno rodiklio reikšmė yra naudingiausia, kai ji yra minimali ar maksimali.

3. Apskaičiuojama normalizuota matrica $\bar{X}$. Jei kriterijus yra geresnis kuo didesnis, tuomet kiekvienas palyginimo matricos narys x_{mn} yra dalijamas iš maksimalios rodiklio reikšmės x_n^{max} (2), o jei kriterijus yra geresnis kuo mažesnis, tuomet minimali rodiklio reikšmė x_n^{min} yra dalijama iš kiekvieno palyginimo matricos nario (3) [12]:

$$\bar{x}_{mn} = \frac{x_{mn}}{x_n^{max}}; \quad (2)$$

$$\bar{x}_{mn} = \frac{x_n^{min}}{x_{mn}}. \quad (3)$$

Gautos reikšmės surašomos į normalizuotą matricą (4):

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{11} & \bar{x}_{12} & \dots & \bar{x}_{1n} \\ \bar{x}_{21} & \bar{x}_{22} & \dots & \bar{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{m1} & \bar{x}_{mn} & \dots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix}. \quad (4)$$

4. Nustatomas kiekvieno kriterijaus reikšmingumas q_n , kuris turi tenkinti sąlygas (5, 6) [13]:

$$q_1 + q_2 + \dots + q_n = 1; \quad (5)$$

$$0 < q_n < 1. \quad (6)$$

Sudaroma reikšmingumo matrica Q (7):

$$Q = \begin{bmatrix} q_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & q_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & q_n \end{bmatrix}. \quad (7)$$

5. Gaunama reikšmių matrica A (8) [11]:

$$A = \bar{X} \times Q = \begin{bmatrix} \bar{x}_{11} & \bar{x}_{12} & \dots & \bar{x}_{1n} \\ \bar{x}_{21} & \bar{x}_{22} & \dots & \bar{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{m1} & \bar{x}_{mn} & \dots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} q_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & q_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & q_n \end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad . (8)$$

6. Apskaičiuojama rodiklių verčių suma A_m . Iš reikšmių matricos gaunamos rodiklių vertės [11]:

$$A_m = a_{m1} + a_{m2} + \dots + a_{mn} . \quad (9)$$

7. Sudaroma prioritetų eilutė. Gautos kiekvienos alternatyvos kriterijų verčių sumos sunumeruojamos nuo didžiausio iki mažiausio, kur didžiausias yra geriausias ir atvirkščiai.

3. Tyrimo eiga ir rezultatai

Siekiant įvertinti, kuri kolonų prototipo konstrukcinė forma yra efektyviausia 3D spausdinimo požiūriu, yra sukurti šeši skirtingų kolonos formų prototipų modeliai. Visų prototipų modelių pagrindo ilgis ir plotis yra priimtas po 40 mm, aukštis 150 mm.

Nurodytų matmenų prototipai buvo nubraižyti programoje *AutoCAD 2020*, tuomet perkelti į *Autodesk Fusion 360* programą ir išsaugoti į „*.stl“ failus. Šie failai atidaryti programoje *Cura 4.5*. Šioje programoje visiems kolonų prototipams buvo nustatyti vienodi spausdinimo parametrai. Atspausdintų kolonų prototipų konstrukcinės formos parodytos 1 paveikslėlyje.

Šiame tyrime vertinami tokie prototipų rodikliai: kaina, laikas, masė, siūlo ilgis, užimamas plotas ir skerspjūvio plotas. Pagal aprašytą SAW metodo vertinimo metodiką gauti empirinio tyrimo rezultatai, pateikti 3, 4 lentelėse ir 2 paveiksle.

Pirmajame tyrimo etape sudaroma sprendimų priėmimo matricos 2 lentelė naudojantis (1) formule.

Sekančiame etape sprendimų matrica normalizuojama naudojantis (2), (3) formulėmis, o gautos skaitinės reikšmės surašomos į 3 lentelę. Pagal 7-tą punktą atlikti ir (9) formule pagrįsti skaičiavimai bei gauti tyrimo rezultatai pateikti 2 paveiksle.



1 pav. Nagrinėjami skirtingų formų kolonų prototipai atspausdinti 3D spausdintuvu

2 lentelė

Sprendimų priėmimo matrica

Prototipo formos Nr.	Rodikliai					
	Kaina, €	Laikas, min	Masė, g	Siūlo ilgis, mm	Užimamas plotas, mm ²	Skerspjūvio plotas, mm ²
1	1,00	210	77	25,69	1600	579,68
2	1,00	244	77	25,68	2512	579,68
3	0,81	164	62	20,83	1600	405,82
4	0,79	184	61	20,61	2512	405,82
5	1,05	219	81	27,30	1600	501,00
6	1,05	246	81	27,14	2512	501,00
Min. ar max. rodiklis	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.	Min.
Rodiklio geriausia reikšmė	0,79	164	61	20,61	1600	405,82

Pagal (7) ir (8) formules sudaryta reikšmių matrica pateikta 4 lentelėje. Skačiavimus atlikus SAW metodu (žr. 2 pav.).

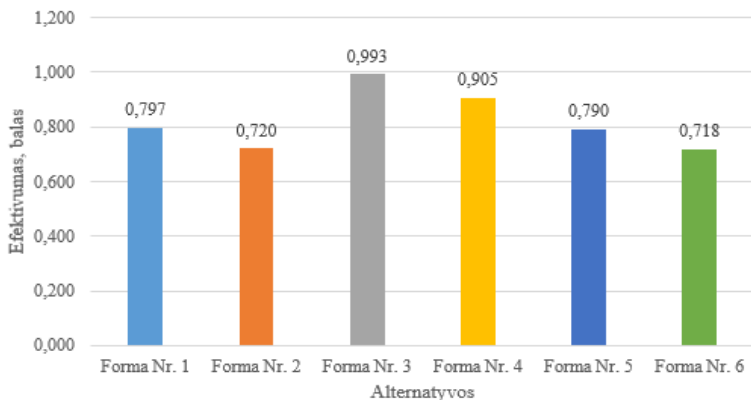
Teigtina, kad to paties skerspjūvio tiesios formos yra apie 10 proc. efektyvesnės nei pasuktos 90° kampu (žr. 2 pav.), tai lemia spausdinimo laikas ir užimamas plotas.

Normalizuota matrica

Prototipo formos Nr.	Rodikliai					
	Kaina, €	Laikas, min	Masė, g	Siūlo ilgis, mm	Užimamas plotas, mm ²	Skerspjūvio plotas, mm ²
1	0,79	0,695	0,792	0,802	1,000	0,700
2	0,79	0,598	0,792	0,803	0,637	0,700
3	0,98	1,000	0,984	0,989	1,000	1,000
4	1,00	0,793	1,000	1,000	0,637	1,000
5	0,75	0,667	0,753	0,755	1,000	0,810
6	0,75	0,593	0,753	0,759	0,637	0,810
Rodiklių reikšmingumai	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167

Reikšmių matrica

Prototipo formos Nr.	Rodikliai					
	Kaina, €	Laikas, min	Masė, g	Siūlo ilgis, mm	Užimamas plotas, mm ²	Skerspjūvio plotas, mm ²
1	0,132	0,116	0,132	0,134	0,167	0,117
2	0,132	0,100	0,132	0,134	0,106	0,117
3	0,164	0,167	0,164	0,165	0,167	0,167
4	0,167	0,132	0,167	0,167	0,106	0,167
5	0,126	0,111	0,126	0,126	0,167	0,135
6	0,126	0,099	0,127	0,127	0,106	0,135



2 pav. Alternatyvų vertinimo efektyvumo balai

Naudojant kitas (ne plastiką) spausdinimo medžiagas (pvz., betono mišinius), reikėtų vertinti patikslinamuosius rodiklius (betono slankumo klasę, gniuždomąjį stiprį ir t. t.) bei atlikti papildomus tyrimus.

4. Išvados

1. Atspausdinus šešis skirtingų formų kolonų prototipus 3D spausdintuvu ir SAW metodu palyginus jų kainą, laiką, masę, sunaudoto plastiko siūlo ilgį, užimamą plotą ir skerspjuvio plotą gauta, kad efektyviausia konstrukcijos forma yra Nr. 3. Ši alternatyva surinko 0,993 balo iš 1 galimo.
2. Mažiausiai racionali konstrukcinė forma – Nr. 6. Geriausia alternatyvą nuo blogiausios skiria 27,7 proc. To paties skerspjuvio tiesios formos yra apie 10 proc. efektyvesnės nei pasuktos 90° kampu.
3. Naudojant kitas (ne plastiką) spausdinimo medžiagas (pvz., betono mišinį), reikėtų vertinti patikslinamuosius rodiklius ir atlikti papildomus tyrimus.

Literatūra

1. MECHTCHERINE, V. Large-scale digital concrete construction – CONPrint 3D concept for on-site, monolithic 3D-printing. *Automation in Construction*. Amsterdam: Elsevier, 2019, 107, 102933. ISSN 0926-5805.
2. TAY, D., WEI, Y. Effect of printing parameters in 3D concrete printing: Printing region and support structures. *Journal of Materials Processing Tech.* Amsterdam: Elsevier, 2019, 271, 261–270. ISSN 09240-136.
3. GHAFAR, S. H. Additive manufacturing technology and its implementation in construction as an eco-innovative solution. *Automation in Construction*. Amsterdam: Elsevier, 2018, 93, 1–11. ISSN 0926-5805.
4. LOWKE, D. Particle-bed 3D printing in concrete construction – Possibilities and challenges. *Cement and Concrete Research*. Amsterdam: Elsevier, 2019, 107, 102933. ISSN 0926-5805.
5. KAZEMIAN, A. Cementitious materials for construction-scale 3D printing: Laboratory testing of fresh printing mixture. *Construction and Building Materials*. Amsterdam: Elsevier, 2017, 145, 639–647. ISSN 0950-0618.
6. DE SCHUTTER, G. Vision of 3D printing with concrete – technical, economic and environmental potentials. *Cement and Concrete Research*. Amsterdam: Elsevier, 2018, 112, 25–36. ISSN 0008-8846.
7. MECHTCHERINE, V. 3D-printed steel reinforcement for digital concrete construction – manufacture, mechanical properties and bond behaviour. *Constructions and Building Materials*. Amsterdam: Elsevier, 2018, 179, 125–137. ISSN 0950-0618.
8. WU, P. A critical review of the use of 3-D printing in the construction industry. *Automation in Construction*. Amsterdam: Elsevier, 2016, 68, 21–31. ISSN 0926-5805.

9. GOSSELIN, C. Large-scale 3D printing of ultra-high performance concrete – a new processing route for architects and builders. *Materials and Design*. Amsterdam: Elsevier, 2016, 100, 102–109. ISSN 0264-1275.
10. GARCÍA DE SOTO, D. B. Productivity of digital fabrication in construction: Cost and time analysis of a robotically built wall. *Automation in Construction*. Amsterdam: Elsevier, 2018, 92, 297–311. ISSN 0926-5805.
11. SHAKOURI, G. H. A quantitative discussion on the assessment of power supply technologies: DEA (Data Envelopment Analysis) and SAW (Simple Additive Weighting) as complementary methods for the “Grammar“. *Energy*. Amsterdam: Elsevier, 2014, 640–647. ISSN 0360-5442.
12. AFSHARI, A. Simple additive weighting approach to personnel selection problem. *Managment and Technology*. 2010, 1, 5. ISSN 2010-0248.
13. ZAVADSKAS, E. K. Sensitivity analysis of a simple additive weight method. *International Journal of Managment and Desicision Making*. Vilnius, 2007, 8, 5/6, 555–574. ISSN 1741-5187.



HORIZONTALIŲ INŽINERINIŲ TINKLŲ ĮRENGIMO TECHNOLOGINĖ-EKONOMINĖ ANALIZĖ

Krugiškis V.¹, Kelpšienė L.²

¹Kauno technologijos universitetas

²Šiaulių universitetas

Raktiniai žodžiai: atvirų tranšėjų technologija, betranšėja technologija.

1. Įvadas

Miestų ir gyvenviečių plėtra visais laikais reikalavo kompleksinių sprendimų. Teritorijų planavimo normose [1] teigiama: „*Teritorijų naudojimo funkcinė struktūra, vadovaujantis darnios (subalansuotos) plėtros principais, formuojama rengiant kompleksinio teritorijų planavimo dokumentus kaip vieningą integruotą sistemą, motyvuota socialiniu, ekonominiu, demografiniu, aplinkosaugos, paveldosaugos, valstybės ir viešojo saugumo, visuomenės sveikatos saugos ir kitais požūriais*“.

Šiuos reikalavimus nesudėtinga tenkinti vystant urbanizacijos objektus naujose („švariose“) teritorijose. Tiek naujų pastatų statyba, tiek inžinerinių tinklų tiesimas sąlygoti gamtinių sąlygų ir projektinių sprendinių. Tačiau, kai teritorijos režimas yra: saugojimas, modernizavimas, konversija (pertvarkymas), rezervavimas arba be esminių pokyčių (*status quo*), susiduriama su eile iššūkių. Dažnai požeminiams horizontaliems inžinerinėms tinklams įrengti reikalingos tranšėjos, kurios nepageidautinos, siekiant tausoti istorinį paveldą, urbanistinį vientisumą. Šiuo laiku išpopuliarėjo požeminių komunikacijų įrengimo betranšėjos technologijos. Jos pasižymi universalumu, laiko ir resursų ekonomija ir, svarbiausia, kraštovaizdžio išsaugojimu.

Darbo tikslas – atlikti horizontalių inžinerinių tinklų įrengimo technologijų palyginamąją analizę.

2. Betranšėjų technologijų metodai

Atvirų tranšėjų kasimo metodas ilgą laiką buvo taikomas požeminiams vamzdynams įrengti. Nejaudrius šalčiui vamzdynus (pav., dujotiekio) galima kloti negiliai, kalnuotuose rajonuose jie dažnai tiesiami virš žemės. Vandentiekio vamzdynai klojami žemiau tikėtino įšalo, o nuotekų dar

ir su nuolydžiu, užtikrinančiu savitaką. Grupė JAV mokslininkų [2], analizuodama grunto ir gruntinio vandens įtakos vamzdynams priklausomybę nuo vamzdynų įrengimo būdo, pastebėjo: kuo gilesni ir ilgesni vamzdynai, kuriuos galima įrengti su betranšėjėmis technologijomis, tuo daugiau sutaupoma statybos ištekliai ir mažiau žalos tenka aplinkai.

Pagal reikiamų atlikti darbų specifiką betranšėjos technologijos skiriamos į technologines atšakas:

- horizontalus kryptinis (valdomas) gręžimas (angl. *Horizontal Directional Drilling*, HDD);
- mikrotunelių įrengimas;
- vamzdžių kalimas (stūmimas);
- laisvas įtraukimas;
- priverstinis įtraukimas (angl. *Pipe Bursting*, PB);
- vamzdžių aptaisymas vietoje polimerizuojamais vamzdžiais (angl. *Cured-in-Place Pipe*, CIPP).

Horizontalus kryptinis gręžimas – aštuntojo dešimtmečio pradžioje Jungtinėse Amerikos Valstijose sukurta požeminių komunikacijų įrengimo technologija, naudojanti modernią apžvalgos ir valdymo technikos įrangą, kuria galima išgręžti ir įrengti naujas bei renovuoti esamas požemines komunikacijas itin tiksliai. Dėl savo universalios technologijos HDD gali būti naudojamas įvairiuose žemės sluoksniuose. Kinija bei Jungtinės Amerikos Valstijos šiuo metu yra lyderės šioje srityje, dėl savo infrastruktūros plėtros projektų [3].

HDD procesas prasideda nuo pilotinio gręžimo užduotu kampu ir reikiama trajektorija link išėjimo vietos. Sekančiame etape uždedamas plėstuvai ir procesas kartojamas atgaline tvarka. Siekiant išplėsti gruntą iki reikiamo skersmens, šį procesą gali tekti kartoti kelis kartus. Proceso metu, per gręžimo strypus ir išplėtimo galvą yra pumpuojamas specialus skystis sutvirtinti gręžinio sienelės, kad jos išlaikytų stabilumą bei vėsintų gręžimo įrangą. Išplėtus gręžinį iki reikiamo skersmens, išėjimo vietoje prikabinamas naujai paruoštas vamzdis.

Jordanijos mokslininkai [4] teigia, kad HDD technologijos pranašumas pasireiškia tokiose sunkiose situacijose kaip gilus dujotiekio tiesimas, arba kertant greitkelius, upes ar ežerus. HDD gali būti ne tik ekonomiškasis, bet ir vienintelis galimas variantas įrengti požemines komunikacijas. Horizontalaus kryptinio gręžimo įrenginiai yra skirstomi į tris kategorijas, kurios susistemintos 1 lentelėje.

Mikrotunelinis vamzdynų įrengimo metodas numato startinio ir galutinio šulinio (skersmuo priklauso nuo naudojamos įrangos) kasimą ir vamzdžių (durstant elementus nuo 1 iki 3 m) reikiamame gylyje stūmimo. Metodas pasižymi tikslumu, todėl galima suformuoti tinkamus nuolydžius savitakinėms sistemoms. Arizonos universiteto mokslininkai [6] nagrinėdami konkretų projektą teigia, kad tikslinga rinkti vakuuminį mikrotunelinį metodą

kai projektinis gylis siekia 3 ir daugiau metrų. Trijų šio tipo įrenginių našumas buvo vidutiniškai 7,92 m/h, palyginti su maždaug 5,5 m/h, apskaičiuotu panašiam atvirojo įrengimo variantui, o vidutinis išmetamų teršalų kiekis sudarė vos 35 proc. atvirojo varianto.

1 lentelė

Pagrindinės HDD savybės [5]

HKG įrenginio dydis	Vamzdžio Ø, cm	Gylis, m	Gręžinio ilgis, m	Sukimo momentas, kN·m	Galia, kN	Įrenginio svoris, t
Maxi	60–150	≤ 60	≤ 1800	≤ 108	444–4444	≤ 30
Midi	30–60	≤ 22	≤ 300	1,2–9,5	88–444	≤ 18
Mini	5–30	≤ 4,5	≤ 182	≤ 1,2	≤ 88	≤ 9

Vamzdžių kalimas (stūmimas) – naudojamas įvairių inžinerinių tinklų plieniniams dėklams įrengti po keliais, geležinkeliais, pylimais. Kalnakasybos instituto mokslininkų kolektyvas [7] dalyvauja technologijos, naudojant vibro plaktuką vamzdžio su grunto šerdimi stūmimui, tobulinime. Svarbus technologijos pranašumas yra lygiagrečiai vykdomas vamzdžių judėjimas ir grunto šerdies pašalinimas. Nustatomas minimalus oro slėgis, reikalingas šerdžiai atskirti ir pašalinti išilgai vamzdžio. Bandymai požeminių komunikacijų statyboje įrodo galimybę sutrumpinti statybos laiką ir pakelti operacijų mechanizacijos lygį.

Laisvas įtraukimas – naudojamas susidėvėjusių slėginių ir savitakinių vamzdynų atnaujinimui, kai eksploatacinės sąlygos leidžia ženkliai sumažinti senojo vamzdžio skersmenį. Įvairiais traukimo įrengimais į senąjį vamzdį įtraukiami polietileniniai, polipropileniniai, stiklo pluošto vamzdžiai. Mokslininkų grupė [8] tyrinėjusi tokiu būdu renovuotų vamzdžių savybes pateikia išvadą, kad atnaujinti vamzdžiai tampa stipresni iki 3,46 karto, tačiau praranda elastingumą.

Priverstinis įtraukimas – naudojamas susidėvėjusių slėginių ir savitakinių vamzdynų atnaujinimui, kai eksploatacinės sąlygos neleidžia sumažinti arba reikalauja padidinti senojo vamzdžio skersmenį. Statinio arba dinaminio vamzdžių laužymo įrenginiais yra sulaužomas senasis vamzdis, o vietoje jo įtraukiami nauji polietileniniai vamzdžiai, kurių skersmuo yra lygus arba didesnis už renovuojamo vamzdžio diametrą.

Vamzdžių aptaisymas vietoje polimerizuojamais vamzdžiais (angl. *Cured-in-Place Pipe*, CIPP) – naudojamas suirusių savitakinių ir slėginių vamzdynų atnaujinimui, kai leidžiama tik minimaliai sumažinti senojo vamzdžio skersmenį, bet tuo pačiu būtina atstatyti mechaninį vamzdžio atsparumą. Kietintojo vamzdžio (CIPP) metodo atveju lankstus vamzdis, įmirkytas termoreaktyvia derva, įleidžiamas į esamą vamzdį [9]. Spaudžiant karštą orą derva sukietėja, tad senajame vamzdyje susidaro standus vamzdis.

Rezultatai rodo, kad tai gali sutvirtinti pažeistą vamzdį sumažinant įtempių koncentraciją ir sumažinant diferencinį poslinkį. Tačiau CIPP įdėklo savybės galima dar labiau optimizuoti atsižvelgiant į jo konstrukcijos storį.

JAV mokslininkų grupė [10], vykdžiusi kariuomenės infrastruktūros lietaus kanalizacijos modernizavimo geopolimerinio purškimo metodu projektą, pripažino šį metodą galinčiu konkuruoti su laisvo įtraukimo ir CIPP metodais, kai dirbama su 1,37 m ar didesnio skersmens vamzdžiais. Įdėklą buvo lengva sumontuoti į 30,50 m ilgio ir 1,22 m pločio gofruoto metalinio vamzdžio, ir tai užtruko tik keletą dienų, nes medžiaga greitai sukietėjo. Pakartotinai įvertinus po 12 mėnesių tyrimas neparodė jokių reikšmingų pablogėjimo požymių.

3. Technologinė-ekonominė analizė

Atliekant tiriamąją dalį pasirinkti keturi skirtingi horizontalių inžinerinių tinklų įrengimo projektai:

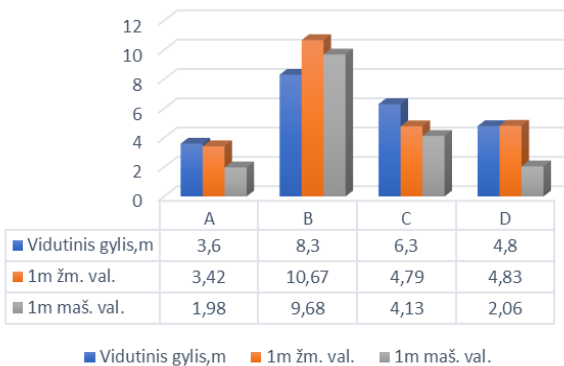
1. Projektas A – renovuojamo vamzdyno ilgis 92,2 m, naujo vamzdyno Ø500 mm, vidutinis gylis siekia 3,6 m, gruntas II grupės šlapiasis, renovuojama buitinių nuotekų trasa yra daugiabučio kieme asfalto zonoje, renovacija atliekama naudojant HDD technologiją.
2. Projektas B – naujai įrengiamo vamzdyno ilgis 325 m, vamzdyno Ø1 000 mm, vidutinis gylis siekia 8,3 m, gruntas II grupės šlapiasis, įrengiama nauja lietaus kanalizacijos trasa neapgyvendintoje teritorijoje, kasant tranšėją atviru būdu.
3. Projektas C – renovuojamo vamzdyno ilgis 85,5 m, naujo vamzdyno Ø315 mm, vidutinis gylis siekia 6,3 m, gruntas II grupės sausasis, renovuojama buitinių nuotekų trasa yra žalioje zonoje miesto centre, 64 m renovuojama naudojant HDD technologiją, 20,6 m renovuojama naudojant laisvo įtraukimo technologiją.
4. Projektas D – renovuojamo vamzdyno ilgis 30,3 m, naujo vamzdyno Ø355 mm, vidutinis gylis siekia 4,8 m, gruntas II grupės sausasis, renovuojama buitinių nuotekų trasa eina po keturių eismo juostų C kategorijos gatve, renovacija atliekama naudojant HDD technologiją ir išgręžiant bei paklojant naują liniją šalia senosios. Susisteminti duomenys pateikti 2 lentelėje.

Pagal gautus rezultatus matyti, kad įrengiant tinklus taikant HDD technologiją, sumažėja įrengimo laikas, darbo sąnaudos bei vieno tiesinio metro kaina. Projekte B buvo priimtas sprendimas kloti lietaus kanalizacijos tinklus atviru būdu dideliame gylyje, kadangi projekte numatyta pakloti stiklo pluošto vamzdžius, todėl tai yra vienintelis įrengimo būdas.

Projekte A, C, D buvo naudojami (angl. *High-Density Polyethylene*, HDPE) vamzdžiai, suvirinti reikiamo ilgio gijomis. Kiekvienas projektas yra savaip unikalus su savo skirtingais duomenimis (žr. 1 pav.).

Inžinerinių tinklų įrengimo projektų palyginimas

Nr.	Projekto kaina, Eur	Vidutinis gylis, m	Vamzdyno ilgis, m	1 m kaina, Eur	1 m žmogaus valandos, val.	1 m mašinisto valandos, val.
A	40 849,97	3,6	92,2	443,06	3,42	1,98
B	210 034,88	8,3	325	646,26	10,67	9,68
C	40 616,20	6,3	85,5	475,04	4,79	4,13
D	12 068,93	4,8	30,3	398,31	4,83	2,06



1 pav. Projekto pagrindinių rodiklių palyginimas

Pagrindiniai veiksniai, kurie turi įtakos horizontalių inžinerinių tinklų įrengimo kainai yra vamzdyno gylis, vamzdyno skersmuo bei medžiagiškumas, grunto sąlygos, tinklų geografinė padėtis, renovuojamo vamzdyno ilgis.

4. Išvados

1. Kiekvienas projektas yra unikalus savo gyliu. Giliausias bei sekiausias projektai skiriasi 2,3 karto.
2. Kaina kinta pagal darbų apimtį. Palyginus brangiausio projekto B tiesinio metro kainą su pigiausio projekto metro kaina, skirtumas yra 1,62 karto, o gylių skirtumas yra 1,73 karto.
3. Įrengiant tinklus atviro kasimo būdu išauga darbo sąnaudos, tai atspindi projektas B, kuris, palyginus su uždaru būdu įrengiamais tinklais, darbo sąnaudomis skiriasi daugiau nei tris kartus tarp projekto B ir projekto A vertinant žmogaus valandas, o vertinant mašinisto valandas beveik penkis kartus.

Literatūra

1. Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. Teritorijų planavimo normos: Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas: 2014 m. sausio 2 d., Nr. D1–7 [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2020-03-03]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/cb52bff0783311e38f91e655960bc309/asr>.
2. ZHENG, M. et al. A preliminary study of the Earth pressure exerted on Pipelines Installed by the open-cut method and trenchless technology [interaktyvus]. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*. 2016, 21 (11), 4193–4201 [žiūrėta 2019-12-17]. Prieiga per: <http://www.ejge.com/2016/Ppr2016.0357mc.pdf>.
3. CARLIN, M., ARIARATNAM, S. T. Comparative analysis of horizontal directional drilling pipeline practices in China vs United States. *Tunnelling and Underground Space Technology* [interaktyvus]. February 2018, 72, 174–188 [žiūrėta 2019-12-17]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.tust.2017.11.029>.
4. SARIREH, M., TARAWNEH, S. Modeling of productivity for Horizontal Directional Drilling (HDD) Operation and Applications [interaktyvus]. *European Journal of Business and Management*. 2014, 6(2), 1–22 [žiūrėta 2019-12-17]. ISSN 2222-1905 (paper), ISSN 2222-2839(online). Prieiga per: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.833.170-4&rep=rep1&type=pdf>.
5. NAJAFI, M. *Trenchless Technology Piping: Installation and Inspection* [interaktyvus]. McGraw-Hill Education, 16 August, 2010, 480. ISBN: 9780071489287.
6. ARIARATNAM, S. T., PIRATLA, K., COHEN, A. Field assessment of a Vacuum Microtunneling (VMT) system for on-grade pipeline installations [interaktyvus]. *Tunnelling and Underground Space Technology*. January 2014, 39, 58–65 [žiūrėta 2020-03-17]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.tust.2012.02.022>.
7. DANILOV, B. B. et al. Improvement of pipe pushing method [interaktyvus]. *Journal of Mining Science*. 2017, 53, 478–483 [žiūrėta 2020-03-27]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1134/S1062739117032391>.
8. LI, B., ZHU, L., FU, X. Investigation of the load-sharing theory of the RC pipes rehabilitated with slip liners [interaktyvus]. *Advances in Civil Engineering*. 2019, article ID 9594379, 1–8 [žiūrėta 2020-03-27]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1155/2019/9594379>.
9. SHOU, K. J., CHEN, B. C. Numerical analysis of the mechanical behaviors of pressurized underground pipelines rehabilitated by cured-in-place-pipe method [interaktyvus]. *Tunnelling and Underground Space Technology*. January 2018, 71, 544–554 [žiūrėta 2020-03-27]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.tust.2017.11.005>.

10. WILSON, C. A. et al. Geopolymer nanoceramic mortar liner system for corrosion protection and rehabilitation of stormwater piping: Final report on Project F14-AR05. U. S. [interaktyvus]. *Army Engineer Research and Development Center, Construction Engineering Research Laboratory*. 2017, 112 [žiūrėta 2020-03-27]. Prieiga per: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/1049243.pdf>.



SIENINIŲ KLOJINIŲ EFEKTYVUMO DAUGIAKRITERIS VERTINIMAS

Pelegrimaitė G.¹, Aviža D.¹, Zacharovienė E.¹

¹*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: sieniniai klojiniai, 3D modeliavimas, COPRAS.

1. Įvadas

Sieniniai klojiniai (žr. 1 pav.) yra elementų visuma, suteikianti tankinamo betono mišiniui konstrukcijos formą, atlaikanti tankinamo betono mišinio slėgį ir betonuojamos konstrukcijos betono masę, leidžianti betonui pasiekti reikiamą stiprį bei paviršiaus kokybę. Klojinių konstrukcija turi būti tokia, kad nesusiformuotų betonavimo metu, kai yra veikiami betono mišinio šoninio slėgio, technologinės ir kitų apkrovų. Jų forma darbo metu turi likti nepakitusi [1].



1 pav. Sieniniai klojiniai [1]

Klojinių sistemos klasifikuojamos į grupes: „sieninė“ – horizontaliems, vertikaliesiems paviršiams, „judanti“ (slenkanti) – apvalioms bei pusiau apvalioms, stačiakampėms ir kvadratinėms konstrukcijoms. Klojiniai turi atlaikyti šias apkrovas: savojo svorio, betono ir armatūros masės, apkrovų, sukeltų žmonių ir įrankių, transporto, poveikio tankinant (vibruojant). Aukštesniems klojiniams turi įtakos ir vėjo apkrovos. Klojiniai gali būti veikiami vertikalieji ir horizontalieji. Vadinas, dėl apkrovų veikimo pobūdžio jie gali ne tik suirti, bet ir netekti stabilumo [1]. Sieninių klojinių sistemos pagrįstos tarptautinėmis DIN ISO 9000-9004 normomis [2].

Darbo tikslas – atlikti sieninių klojinių sistemų efektyvumo daugiakriterį vertinimą COPRAS metodu.

2. Tyrimo metodika

Šiame darbe sieninių klojinių sistemų efektyvumas bus vertinamas COPRAS metodu.

COPRAS – daugiatis kompleksinio proporcingumo metodas (angl. *Complex Proportional Assessment*). Šis metodas sukurtas 1996 m. [15], o jo pagrindinis principas – lyginamųjų alternatyvų santykinis reikšmingumas Q_i nustatomas remiantis juos apibūdinančiomis teigiamomis S_{+i} ir neigiamomis S_{-i} savybėmis. Kuo Q_i reikšmė didesnė, tuo alternatyva labiau atitinka sprendimą priimančio asmens poreikius. COPRAS metodo sprendimas atliekamas etapais [3].

1 etapas. Sudaroma normalizuota sprendimų matrica D . Jos nariai apskaičiuojami pagal formulę:

$$d_{ij} = \frac{x_{ij} \cdot q_j^*}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}, (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}); \quad (1)$$

čia x_{ij} – j sprendimo alternatyvos i rodiklio reikšmė; q_j^* – rodiklių integruoto reikšmingumo reikšmė.

2 etapas. Apskaičiuojamos i -tosios alternatyvos maksimizuojamų S_{+i} ir minimizuojamų rodiklių S_{-i} sumos [4]:

$$S_{+i} = \sum_{j=1}^k d_{ij}, S_{-i} = \sum_{j=1+k}^n d_{ij}, (i = \overline{1, m}); \quad (2)$$

čia k – maksimizuojamų rodiklių skaičius; $n-k$ – minimizuojamų rodiklių skaičius.

3 etapas. Lyginamųjų variantų santykinis reikšmingumas Q_i nustatomas pagal formulę [3]:

$$Q_i = S_{+i} + \frac{S_{-min} \sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m \frac{S_{-min}}{S_{-i}}}, (i = \overline{1, m}). \quad (3)$$

4 etapas. Nustatomas alternatyvų prioritetiškumas (suranguojamos alternatyvos). Kuo Q_i didesnis, tuo ir alternatyvos efektyvumas didesnis.

3. Tyrimo eiga ir rezultatai

Praktikoje naudojamos įvairios sieninių klojinių sistemos. Šiame empiriniame tyrime bus išanalizuotos trys dažniausiai naudojamos sieninių klojinių sistemos: *Framax*, *Manto* bei *Logo3*.

Framax sistema (žr. 2 pav.) – lanksti klojinių sistema, kuri lengvai pritaikoma bet kokio aukščio bei formos sienoms. Skydų dydžių tinklėlis didėja kas 15 cm, todėl klojinius paprasta planuoti ir formuoti. Paprastas skydų sujungimas. Skydų rėmas plieninis, todėl pagal DIN 18202 standartą atlaiko 500 betonavimo ciklą. Darbinę plokštę sudaro tradicinės faneros pagrindo ir naujo bei pažangaus plastmasinio sluoksnio derinys. Šių medžiagų

suderinimas užtikrina daugkartinį panaudojimą, kiekvieną kartą gaunant puikiomis savybėmis pasižymintį betoną, bei didina jo atsparumą [12].



2 pav. *Framax* sieniniai klojiniai [12]

Manto klojiniai (žr. 3 pav.) – tai metaliniai karkasiniai skydai. Visi *Manto* skydų rėmai pagaminti iš 14 cm konstrukcinio gylio metalinio profilio. Profilio kraštai pagaminti specialios formos, kad būtų galima sujungti spynomis. Darbinė plokštė pagaminta iš keičiamos vandeniui atsparios 7 sluoksnių 18 mm storio faneros ir padengta specialiai trinčiais ir vandeniui atspariu laku. Dėl to padidėja betonavimo ciklų skaičius, o betono paviršius būna ypatingai geros kokybės. Visi skydai gali būti dėliojami įvairiais būdais, t. y. gali būti paguldyti ant šonų arba pastatyti ir tai nepakeičia klojinio laikomosios galios [11].



3 pav. *Manto* sieniniai klojiniai [11]

Paschal sieninių klojinių *Logo3* sistemos (žr. 4 pav.) klojinių rėmas pagamintas iš aukštos kokybės perforuotos metalo juostos, 12 cm pločio ir 5 mm storio. Fanera 15,5 mm 11 sluoksnių suomiško beržo, sutvirtinta horizontaliomis ir vertikalėmis plieninėmis briaunomis. Horizontalios briaunos suvirintos 35 cm žingsniu. Fanera prie rėmo pritvirtinta kniedėmis [10].

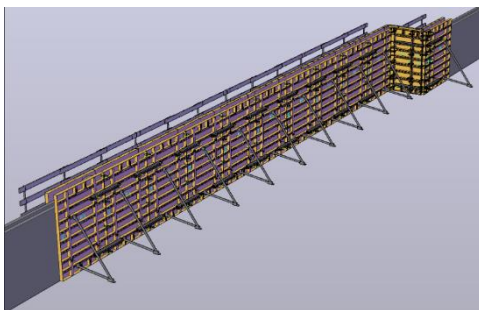
Priimtas tyrimo modelis yra 3 m aukščio, 30 m ilgio bei 25 cm storio sienos konstruktyvas (žr. 5 pav.). Reikiamas klojinių kiekis betonuojamai sienai yra 180 m².

Tyrimė bus vertinami tokie rodikliai: klojinių nuomos kaina, klojinio aukštis, klojinio laikomoji galia.



4 pav. Logo3 sieniniai klojiniai [10]

Visi techniniai duomenys yra paimti iš gamintojo katalogo ir pateikti 1 lentelėje. Pagal DIN 18218 standartą, šviežio betono slėgis yra 60 kN/m^2 , kai paviršiaus plokštumos leistinas nuokrypis atitinka standartą [2].



5 pav. Tiriamojo modelio 3D vaizdas

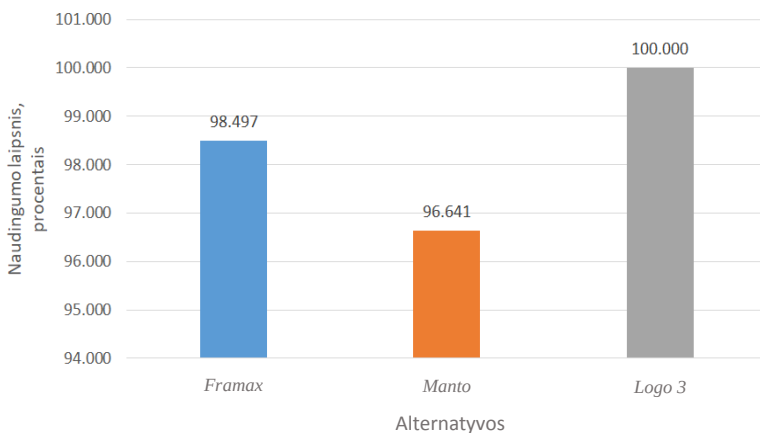
Pirmajame tyrimo etape yra sudaroma sprendimų priėmimo matrica (žr. 1 lentelę).

1 lentelė

Sprendimų priėmimo matrica

Sieninių klojinių sistemų	Rodikliai		
	Klojinio aukštis, cm	Maksimalus betono slėgis į klojinio kvadratą, kPa	Klojinio nuomos kaina savaitei, €/sav.
<i>Framax</i>	330,00	80,00	798,00
<i>Manto</i>	330,00	80,00	756,00
<i>Logo 3</i>	305,00	70,00	672,00
Rodiklių suma	965,00	230,000	2226,00
Min. ar max. rodiklis	Min.	Min.	Max.
Rodiklių reikšmingumai, q_i	0,333	0,333	0,333

Atlikus alternatyvų vertinimo skaičiavimus pagal COPRAS metodo algoritmą, nustatyti alternatyvų rangai (prioritetų eilutė), santykinis alternatyvų reikšmingumas bei naudingumo laipsnis (žr. 6 pav.).



6 pav. Alternatyvų naudingumo laipsnis

Taigi, klojinių techniniai parametrai yra panašūs, skiriasi klojinių aukštis bei kaina. Klojinio aukštis reikalingas 3 m, todėl klojinių sistema *Logo 3* yra patogi saugiam ir patogiam darbui, taip pat šios klojinių sistemos nuomos kaina yra mažesnė, *Framax* ir *Manto* klojinių sistemos aukščiai yra identiški, tai yra klojinyje būtų 25 cm aukštesnis ir tai jau sukeltų nepatogumų statybininkų darbui.

Atlikus alternatyvų daugiakriterį vertinimą COPRAS metodu, nustatyta, kad racionaliausia sieninių kojinių sistema yra *Logo 3*. Ši sistema nuo mažiausiai racionalios skiriasi 3,4 proc.

4. Išvados

1. Atlikus sieninių kojinių sistemų alternatyvų daugiakriterį vertinimą COPRAS metodu, nustatyta, kad pagal vertintus rodiklius, efektyviausia sistema yra *Logo 3*. Šios alternatyvos naudingumo laipsnis – 100 proc.
2. Pagal pasirinktą konstruktyvą, lyginamų sieninių klojinių sistemų aukštis skiriasi 8 proc., atsižvelgiant į darbo saugumą ir patogumą geriausia būtų rinktis *Logo 3* klojinių sistemą, kurios aukštis 305 cm.
4. *Logo 3* klojinių sistemos betono slėgis į klojinio kvadratą yra mažesnis 14 proc. nei *Manto* ir *Framax* klojinių sistemų.
5. *Manto* sieninių klojinių sistema yra 5,5 proc. pigesnė nei *Framax* sistema. *Logo 3* klojiniai yra 18 proc. pigesni nei kitos dvi sistemos.

Literatūra

1. Vokietijos standartizacijos institutas. DIN-18218.
2. Vokietijos standartizacijos institutas. DIN ISO 9000-9004.

3. BITARAFAN, M., HASHEMKHANI ZOLFANI, S., AREFI, S. L., ZAVADSKAS, E. K. Evaluating the construction methods of cold-formed steel structures in reconstructing the areas damaged in natural crises, using the methods AHP and COPRAS-G [interaktyvus]. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*. 2012, 12(3), 360–367 [žiūrėta 2020-03-01]. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.1016/j.acme.2012.06.015>.
4. BRAUERS, W. K. M., ZAVADSKAS, E. K. The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. *Control and Cybernetics*. 2006, 35(2), 445–469.
5. Vokietijos standartizacijos institutas. DIN-18202.
6. Vokietijos standartizacijos institutas. DIN-18216.
7. PODVEZKO, V. *The Comparative Analysis of MCDA Methods SAW and COPRAS*. Vilnius Gediminas Technikal University, 2011, 5–7.
8. BINDU MADHURI, CH., ANAND CHANDULAL, J., PADMAJA, M. Selection of best web site by applying COPRAS-G method. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*. 2010, 1(2), 138–146.
9. BINDU MADHURI, CH., ANAND CHANDULAL, J. Evaluating web sites using COPRAS-GRA combined with grey clustering. *International Journal of Engineering Science and Technology*. 2010, 2(10), 5280–5294.
10. BRAUERS, W. K. M., ZAVADSKAS, E. K. Multiobjective economic evaluation of the European Union Member states. As opposed to credit rating agencies opinions? *Transformations in Business & Economics*. 2013, 12(2), 102–124.
11. BRAUERS, W. K. M., KRACKA, M., ZAVADSKAS, E. K. Lithuanian case study of masonry buildings from the soviet period [interaktyvus]. *Journal of Civil Engineering and Management*. 2012, 18(3), 444–456. Prieiga per: <http://dx.doi.org/10.3846/13923730.2012.700944>.
12. Doka [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-03-01]. Prieiga per: <https://www.doka.com/web/revolution/Reminiai-klojiniai-Frami-Xlife.pdf>.
13. Formus [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-03-01]. Prieiga per: http://www.formus.lt/saugykla/failai/KATALOGAI/Rasto-Takko_LT.pdf.
14. Paschal [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-03-01]. Prieiga per: <https://www.paschal.de/dokumente/english/Flyer/LOGO-Uebersicht-engl.pdf?m=1558359772>.
15. ZAVADSKAS, E., KAKLAUSKAS, A. *Pastatų sistemos techninės įvertinimas*. Vilnius: Technika, 1996.



A++ KLASĖS PASTATO SKIRTINGŲ LANGŲ FORMŲ DAUGIAKRITERIS VERTINIMAS

Sabaliauskas G.¹, Aviža D.¹, Zacharovienė E.¹

¹Kauno technologijos universitetas

Raktiniai žodžiai: pastatai, langai, energijos taupymas, TOPSIS.

1. Įvadas

Šiuo metu skaidrūs fasadai stipriai dominuoja statyboje. Vis dažniau architektai projektuose naudoja stiklą, kaip pagrindinę fasado medžiagą, o jo taikymą pirmiausia lemia estetinės savybės [1].

Energijos taupymas ir valdymas tapo nerimą keliančiais klausimais per pastaruosius kelis dešimtmečius. Kuriant energijos valdymo logiką, svarbų vaidmenį vaidina langai ir stiklinimas. Šiuo atžvilgiu, stiklinimo technologija greitai vystėsi: nuo lango su dvigubu stiklu, kur tarpas tarp jų buvo užpildytas oru ($U = 5,3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ (šilumos perdavimo koeficientas)) iki lango su trimis stiklais, kur tarpas užpildomas argono dujomis ($U = 0,8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$) [2].

Gyvenamųjų pastatų langų energetinio naudingumo tyrimai [3] nukreipti į šilumos laidumo koeficiento vertės mažinimą. Analizuojant įvairius langų tipus (medienos, metalų (aliuminio) ir plastiko (PVC)) bei atsižvelgiant į langų dydį, buvo padaryta išvada, kad dideli į pietus orientuoti langai gali ne tik sumažinti patalpų šildymo poreikį šaltesnio klimato kraštuose, kur mažai saulės spindulių, bet ir mažinti energijos poreikį vėsinimui, centrinėje bei pietinėje Europos dalyse [4].

Darbo tikslas – atlikti A++ energinio naudingumo klasės gyvenamojo pastato skirtingų langų formų daugiakriterį vertinimą.

Darbo uždaviniai:

1. Atlikti mokslinės literatūros, susijusios su pastatų skaidrių atitvarų panaudojimo efektyvumu, analizę.
2. Taikant TOPSIS (angl. *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) daugiakriterio vertinimo metodą, ištirti skirtingų plastikinių langų formų efektyvumą.

2. Vertinimo metodika ir algoritmas

Statinių energetinio naudingumo skaičiavimams ir šiluminėms savybėms, tiek projektuoti, tiek skaičiuoti naudojamas ir taikomas statybos techninis reglamentas STR 2.01.02:2016 „Pastatų energetinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“ [5].

Pastatų atitvarų šilumos perdavimo koeficientų $U_{(A++)}$ ($W/(m^2 \cdot K)$) vertės A++ energetinio naudingumo klasės pastatų (jų dalių) atitvarų norminių savitųjų šilumos nuostolių ir energetinio naudingumo rodiklių skaičiavimui naudojami duomenys pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė

Pastatų atitvarų šilumos perdavimo koeficientų $U_{(A++)}$ ($W/(m^2 \cdot K)$) vertės A++ energetinio naudingumo klasės pastatuose [5]

Eil. Nr.	Atitvarų apibūdinimas	Atitvarą žymintis poraidis	Gyvenamieji pastatai	Negyvenamieji pastatai	
				Viešosios paskirties pastatai	Pramonės pastatai
1.	Stogai	r	0,1	$0,11 \cdot \kappa_1$	$0,15 \cdot \kappa_1$
	Perdangos	ce			
2.	Šildomų patalpų atitvaros, kurios ribojasi su gruntu	fg	0,12	$0,14 \cdot \kappa_1$	$0,18 \cdot \kappa_1$
	Perdangos virš nešildomų rūšių ir pogrindžių	cc			
3.	Sienos	w	0,11	$0,12 \cdot \kappa_1$	$0,17 \cdot \kappa_1$
4.	Langai, stoglangiai, švieslangiai ir kitos skaidrios atitvaros	wda	0,8	$0,9 \cdot \kappa_1$	$1 \cdot \kappa_1$
5.	Durys, vartai	d	1,2	$1,4 \cdot \kappa_1$	$1,7 \cdot \kappa_1$

Projektuojant langus ir išorines duris turi būti įvertinti šilumos pralaidumo, oro garso izoliavimo, atsparumo vėjo apkrovai, vandens nepralaidumo, oro skverbties, mechaninio atsparumo, stiprumo, atsparumo įsilaužimui, įstiklinimo, saulės šilumą ribojančio stiklo naudojimo, natūralaus apšviestumo poreikio įvertinimo, ženklinimo ir montavimo pastatuose reikalavimai [5]. Vienas iš pagrindinių energijos suvartojimo mažinimo būdų – investuoti į pastato formą ir konstrukciją (pvz., langus, sienas), todėl moksliniuose tyrimuose [6, 7] nagrinėjama konstrukcijų įtaka energijos taupymui [8].

Langams, projektuojamiems ir montuojamiems A, A+ ir A++ klasės pastatuose, turi būti nurodyta kiekvieno matmens lango šilumos perdavimo koeficiento U_{wd} ($W/(m^2 \cdot K)$) vertė [5].

Daugiatikslio vertinimo esmė – visų, nagrinėjamo reiškinio alternatyvų, rangavimas [10].

Sprendimų priėmimo procesą sudaro trys etapai:

1. Alternatyvų sąrašo sudarymas.
2. Rodiklių, pagal kuriuos vertinamos alternatyvos, apibrėžimas.
3. Alternatyvų rangavimas [9].

Šiame darbe skaičiavimams bus naudojamas TOPSIS metodas. Yoon ir Hwang sukūrė šią variantų prioritetiškumo nustatymo metodiką, pagrįstą koncepcija, kad optimali alternatyva turi mažiausią atstumą nuo idealaus sprendimo ir didžiausią atstumą nuo „neigiamai idealaus“ sprendimo. Šis metodas vadinamas variantų racionalumo nustatymo artumo idealiajam taškui metodu [10]. TOPSIS metodo sprendimas atliekamas etapais, sudarant sprendimų matricą (kurioje eilutės žymi alternatyvas, stulpeliai – efektyvumo rodiklius) [11, 12].

Nustatomas kiekvieno i -tojo varianto santykinis atstumas iki idealaus (1) [11]:

$$K_i = \frac{L_i^-}{L_i^+ + L_i^-}, i = \overline{1, m}, \text{ kai } K_i \in [0, 1]; \quad (1)$$

čia i – alternatyvos numeris; m – alternatyvų skaičius; L_i^+ – atstumas tarp lyginamosios ir idealiai geriausios alternatyvos; L_i^- – atstumas tarp lyginamosios ir idealiai blogiausios alternatyvos; K_i – alternatyvos santykinis atstumas iki idealaus.

Sudaroma prioritetų eilutė. Kuo didesnis alternatyvos santykinis atstumas iki idealaus, tuo alternatyva yra racionali [12].

3. Tyrimas

Šiame straipsnyje, atliekant A++ energinio naudingumo klasės gyvenamojo pastato skirtingų langų formų daugiakriterį vertinimą, parenkami trys skirtingų formų plastikiniai langai. Langų rėmų, stiklų ir tarpo tarp jų užpildų charakteristikos, visoms trimis alternatyvoms, priimamos vienodos. Vertinamų langų plotas – 1,82 m². Tyrimo tikslas įvertinti, kurios formos langas efektyviausias, vertinant šilumos perdavimo, profilio perimetro ir lango kainos atžvilgiu.

Skaičiuojami visų trijų langų formų šilumos laidumo koeficientai, pagal formulę (2):

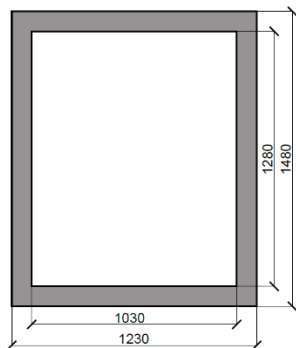
$$U_w = \frac{(A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \psi_g)}{(A_g + A_f)}; \quad (2)$$

čia U_g – lango stiklo šilumos perdavimo koeficientas (W/m²·K); U_f – lango rėmo šilumos perdavimo koeficientas (W/m²·K); ψ_g – linijinis šilumos laidumo koeficientas (W/m·K); A_g – stiklo plotas (m²); A_f – lango rėmo plotas (m²); I_g – lango rėmo vidinio krašto ilgis (m).

Visoms trims alternatyvoms yra priimta:

- $U_g = 0,50 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Trigubo stiklo 36 mm langai su kriptono dujų užpildu.
- $U_f = 0,88 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. *GEALAN-KUBUS®* sistemos profiliai.
- $\Psi_g = 0,04 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. *Warm-Edge* rėmelis.

Alternatyva Nr. 1 – stačiakampio formos langas (žr. 1 pav.). Lango matmenys $W = 1,23 \text{ m} \times L = 1,48 \text{ m}$. Lango su rėmu plotas $S = 1,82 \text{ m}^2$. Rėmo aukštis $h = 0,10 \text{ m}$.

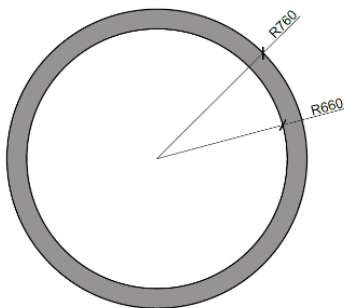


1 pav. Stačiakampio formos langas

Šilumos perdavimo koeficientas stačiakampio formos langui skaičiuojamas pagal formulę (3):

$$U_{wl} = \frac{(1,32 \cdot 0,50 + 0,502 \cdot 0,88 + 4,62 \cdot 0,04)}{(1,32 + 0,502)} = 0,706 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}. \quad (3)$$

Alternatyva Nr. 2 – apskritimo formos langas (žr. 2 pav.). Lango plotas $S = 1,82 \text{ m}^2$. Lango spindulys $R = 0,76 \text{ m}$. Rėmo aukštis $h = 0,10 \text{ m}$.

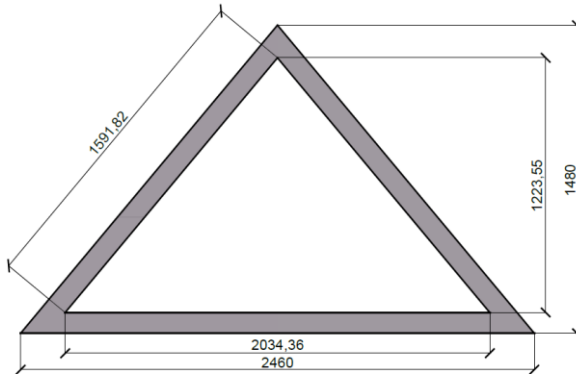


2 pav. Apskritimo formos langas

Apskritimo formos lango šilumos perdavimo koeficientas skaičiuojamas pagal formulę (4):

$$U_{w2} = \frac{(1,37 \cdot 0,50 + 0,452 \cdot 0,88 + 4,15 \cdot 0,04)}{(1,37 + 0,452)} = 0,685 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}. \quad (4)$$

Alternatyva Nr. 3 – trikampio formos langas (žr. 3 pav.). Lango plotas $S = 1,82 \text{ m}^2$. Apatinė lango kraštinė $l = 2,46 \text{ m}$, aukštis $H = 1,48 \text{ m}$. Rėmo aukštis $h = 0,10 \text{ m}$.



3 pav. Trikampio formos langas

Trikampio formos langui šilumos perdavimo koeficientas skaičiuojamas pagal formulę (5):

$$U_{w3} = \frac{(1,25 \cdot 0,50 + 0,575 \cdot 0,88 + 5,22 \cdot 0,04)}{(1,25 + 0,575)} = 0,735 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}. \quad (5)$$

Sudaroma sprendimų priėmimo (žr. 2 lentelę), normalizuota (žr. 3 lentelę) ir normalizuota svertinė (žr. 4 lentelę) matricos.

Sekančiuose etapuose nustatoma idealiai geriausia ir blogiausia alternatyvos (žr. 5 lentelę), alternatyvų atstumai (žr. 6 lentelę), santykiniai atstumai bei prioritetų eilutė (žr. 7 lentelę).

2 lentelė

Sprendimų priėmimo matrica

Formų alternatyvos	Rodikliai		
	Lango ir montavimo kaina, €	Šilumos perdavimo koeficientas, W/m ² ·K	Profilio perimetras, m
Alternatyva Nr. 1	239,000	0,706	5,420
Alternatyva Nr. 2	359,000	0,685	4,773
Alternatyva Nr. 3	319,000	0,735	6,300
Min. ar max. rodiklis	Min.	Min.	Min.

3 lentelė

Normalizuota matrica

Formų alternatyvos	Rodikliai		
	Lango ir montavimo kaina, €	Šilumos perdavimo koeficientas, $W/m^2 \cdot K$	Profilio perimetras, m
Alternatyva Nr. 1	0,446	0,575	0,566
Alternatyva Nr. 2	0,669	0,558	0,498
Alternatyva Nr. 3	0,595	0,599	0,657
Rodiklių reikšmingumai, q	0,333	0,333	0,333

4 lentelė

Svertinė normalizuota matrica

Formų alternatyvos	Rodikliai		
	Lango ir montavimo kaina, €	Šilumos perdavimo koeficientas, $W/m^2 \cdot K$	Profilio perimetras, m
Alternatyva Nr. 1	0,148	0,191	0,188
Alternatyva Nr.2	0,223	0,186	0,166
Alternatyva Nr. 3	0,198	0,199	0,219

5 lentelė

Idealiai geriausia ir blogiausia alternatyva

Ideali alternatyva	Rodikliai		
	Lango ir montavimo kaina, €	Šilumos perdavimo koeficientas, $W/m^2 \cdot K$	Profilio perimetras, m
a^+	0,148	0,186	0,166
a^-	0,223	0,199	0,219

6 lentelė

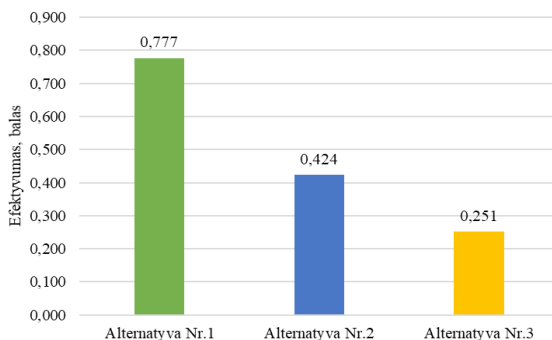
Alternatyvų atstumai

$L1^+ =$	0,023	$L1^- =$	0,081
$L2^+ =$	0,074	$L2^- =$	0,055
$L3^+ =$	0,074	$L3^- =$	0,025

Santykiniai atstumai ir prioritetų eilutė

		Prioritetų eilutė
$K_1 =$	0,777	1
$K_2 =$	0,424	2
$K_3 =$	0,251	3

Daugiakriteriu TOPSIS metodu įvertinus tris langų formas tipus ir atsižvelgus į gautus rezultatus (žr. 4 pav.), efektyviausia alternatyva yra alternatyva Nr. 1 (stačiakampės formos langas), kurio šilumos perdavimo koeficientas yra lygus $U_w = 0,706 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.



4 pav. A++ klasės pastato skirtingų langų formų efektyvumo balai

Alternatyva Nr. 1 yra 53 proc. efektyvesnė už blogiausią alternatyvą Nr. 3 (trikampio formos langas).

4. Išvados

1. Siekiant, kad A++ klasės gyvenamųjų pastatų langai atitiktų mažai energijos naudojančių pastatų keliamus reikalavimus, jų šilumos perdavimo koeficientas turi būti ne didesnis kaip $0,8 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.
2. Atlikus A++ gyvenamojo pastato skirtingų langų formų daugiakriterį vertinimą TOPSIS metodu, nustatyta, kad efektyviausia yra įrengti stačiakampio formos plastikinį langą, kurio šilumos laidumo koeficientas yra lygus $0,706 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$. Ši alternatyva surinko 0,777 balą iš 1 galimo ir yra 53 proc. efektyvesnė už trikampio formos langą.

Literatūra

1. ZAPALA, O., WIECZOREK, D. Transparent facades – selection of construction materials with the use of modified multi-criteria spider's network analysis method. *Construction Management and Technology*. Krokua: BalCon, 2018, 219.
2. GHOSHAL, S., NEOGI, S. Advance glazing system – energy efficiency approach for buildings a review. *Energy Procedia*. Kalkuta: Elsevier, 2014, 54, 352–358.
3. VANHOUTTEGHEM, L., SVENDSEN, S. Modern insulation requirements change the rules of architectural design in low-energy homes. *Renewable Energy*. Brovej: Elsevier, 2014, 72, 301–310.
4. JANSEN, C. J. S., CHRISTIAN, A. H., SVEND, S. Roadmap for improving roof and facade windows in nearly zero-energy houses in Europe. *Energy and Buildings*. Brovej, 2016, 116, 602–613.
5. www.e-tar.lt [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-03]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/1aa5acc055ce11e9975f9c35aedfe438>.
6. BOKEL, R. M. J. The effect of window position and window size on the energy demand for heating, cooling and electric lighting. *Building Simulation*. 2007, 10, 117–121.
7. KOOHSARI, A. M. and all. The influence of window dimensions and location on residential building energy consumption by integrating thermal and lighting analysis in a mild and humid climate. *Science and Technology*. 2015, 3, 187–194.
8. SOOJUNG, K. and all. Assessment of the impact of window size, position and orientation on building energy load using BIM. *Procedia Engineering*. Elsevier, 2016, 145, 1424–1431.
9. SIMANAVIČIŪTĖ, R. *Kiekybinių daugiatislių sprendimo priėmimo metodų jautrumo analizė*. Vilnius: Technika, 2011. ISBN 978-609-457-055.
10. ZAVADSKAS, E. K., USTINOVICHUS, L., STASIULIONIS, A. Multicriteria valuation of commercial construction projects for investment purposes. *Civil Engineering and Management*. Vilnius, 2004, 10:2, 151–166.
11. TZENG, G. H., HUANG, J. J. *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. 2011. ISBN:978-1-4398-6157-8.
12. AVIŽA, D. *Pastato atitvarų racionalaus termoizoliacinio sluoksnio daugiatislė selektonovacija*. Vilnius: Technika, 2016. ISBN 978-609-457-911-0.



SANDARUMO BANDYMO REZULTATŲ PRIKLAUSOMYBĖ NUO PASTATO DYDŽIO TYRIMAS

Smilgytė E.¹, Garuckas D.¹

¹Kauno technologijos universitetas

Raktiniai žodžiai: sandarumas, bandymai, pastato dydis, SAW metodas.

1. Įvadas

Tobulėjant technologijoms ir statybos procesams vis dažniau išgirstama sąvoką pastatų sandarumas. Ši sąvoka yra labai svarbi šiomis dienomis, kadangi norint pagerinti tiek savo komfortišką gyvenimą, tiek prisidėti prie ekologijos vystymosi, būtina sumažinti pastatų šilumos nuostolius, kurie patiriami per nesandarius ir nekokybiškai pastatytus pastatus. Kad to išvengti pastatuose turi būti atliekami sandarumo bandymai.

Darbo tikslas – nustatyti sandarumo bandymo charakteristikų priklausomybę nuo pastato dydžio.

2. Tyrimo metodas

SAW (angl. *Simple Additive Weighting*, Harsanyi, 1955) – paprastas adityvus svorių metodas yra visame pasaulyje žinomas, pats seniausias metodas ir plačiai naudojamas įvairiose srityse. Šis metodas yra vienas paprasčiausių daugiakriterių vertinimo metodų [1].

Straipsnių [1, 2, 3,] SAW metodas yra suskirstytas žingsniais:

1. Sudaroma matrica:

Sudaroma sprendimų matrica P . Eilutės šioje matricoje žymi nagrinėjamas alternatyvas, o stulpeliai – efektyvumo rodiklius (2).

2. Matricos normalizavimas:

Normalizavus matricą turi būti tenkinama sąlyga:

$$\sum_{j=1}^n q_j = 1; \quad (1)$$

$$P = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}; \quad (2)$$

čia m – alternatyvų skaičius; n – efektyvumo rodiklių skaičius; q_j – integruotasis reikšmingumas.

3. Matricos P nariai, kuriuos reikia maksimizuoti yra normalizuojami:

$$\overline{x_{ij}} = \frac{x_{ij}}{x_j^{\max}}. \quad (3)$$

4. Matricos P nariai, kuriuos reikia minimizuoti yra normalizuojami:

$$\overline{x_{ij}} = \frac{x_j^{\min}}{x_{ij}}; \quad (4)$$

čia x_{ij} – sprendimų priėmimo matricos nariai; $\overline{x_{ij}}$ – normalizuotos matricos nariai; i – alternatyva; j – rodiklis; $x_j^{\max}$ – maksimali rodiklio reikšmė; $x_j^{\min}$ – minimali rodiklio reikšmė.

5. Alternatyvaus racionalumo nustatymas:

Atitinkami normalizuotosios matricos nariai yra dauginami iš efektyvumo rodiklių reikšmingumo reikšmių ir gautos sandaugos susumuojamos (5).

$$A = \left\{ A_i \left| \max_i \sum_{j=1}^n q_j \cdot \overline{x_{ij}} / \sum_{j=1}^n q_j \right. \right\}. \quad (5)$$

3. Tyrimo aprašymas

Tyrimo buvo pasirinkti 3 nauji gyvenamosios paskirties pastatai, kuriuose durų pūstuvu atlikti sandarumo bandymai. Gauti duomenys buvo naudojami nustatyti kaip tiriamos charakteristikos priklauso nuo pastato dydžio. Vidutinis namų plotas yra 126,6 m². Tiriamų pastatų charakteristikos pateiktos 1-oje lentelėje.

Sandarumo matavimo bandymai yra atliekami žingsniais [4]:

1. Pastato paruošimas: yra užključuojamos visos išėjimo, įėjimo angos.
2. Suslėgimas / slėgio mažinimas: pūstuvai įmontuojami į išorines duris. Vidaus ir lauko slėgio skirtumai yra optimizuojami.
3. Oro srauto matavimas: matuojamas oro srautas per ventiliatorius naudojant ant pūstuvų pritvirtintas angos plokšteles. Šis procesas pakartojamas slėgio skirtumui tarp vidaus ir lauko.
4. Hermetiškumo rezultatų apskaičiavimas: bandymo rezultatai derinami su informacija apie pastato dydį (pastato plotą ir tūrį).

Pastatų charakteristikos

Pastato numeris	Pastato paskirtis	Grindų plotas, m ²	Pastato klasė	Pastato aukštis, m	Pastato išorės atitvarų plotas, m ²	Tūris, m ³	Oro srautas Q esant 50 Pa, m ³ /h
Pastatas 1	Gyvenamoji	119,5	A+; A++	2,9	390,4	350,2	61,23
Pastatas 2	Gyvenamoji	129,4	A+; A++	6,2	388,0	364,0	109,95
Pastatas 3	Gyvenamoji	130,8	A+; A++	3,0	459,5	392,3	81,13

Pastato sandarumas yra apibūdinamas [5] kaip daugybė oro mainų pastate, kurie įvyksta per 1 valandą n_{50} [h⁻¹] – tai oro nuotėkio srautas Q , esant 50 Pa slėgio skirtumui ir vidinio tūrio V [m³] santykis (6):

$$n_{50} = \frac{Q}{V}. \quad (6)$$

Savitoji skverbtis pastato grindų ploto vienetui, esant 50 Pa, [m³/h/m²] – tai oro nuotėkio srautas Q , esant 50 Pa slėgio skirtumui ir pastato išorės atitvarų ploto S [m²] santykis (7):

$$q_{50} = \frac{Q}{S}; \quad (7)$$

čia Q – oro nuotėkis esant 50 Pa slėgio skirtumui [m³/h]; S – pastato vidinis paviršiaus plotas [m²]; V – pastato tūris [m³].

Europos standarte ISO 9972:2015 [6] yra pristatyta metodika pastatų energiniam naudingumui didinti, kuria remiantis turėtų būti atliekamas pastato sandarumo tyrimas. Priklausomai nuo pastato paskirties, reglamentuojama jo energinio naudingumo klasė ir kokia oro kaita pastate yra galima. Informacija pateikta 2-oje lentelėje. Pastato sandarumas pasyviai pastatui turi būti lygus n_{50} 0,6 [h⁻¹].

Tyrimui atlikti pasirinktas SAW (angl. *Simple Additive Weighting*) metodas.

Tyrimo metu yra lyginama:

- $R1$ – pastatų aukščiai, m;
- $R2$ – oro apykaita esant 50 Pa, n_{50} [h⁻¹];
- $R3$ – savitoji skverbtis pastato grindų ploto vienetui, esant 50 Pa [m³/h/m²].

Matricos normalizavimas pagal (2) formulę pateikiamas 4-oje lentelėje.

Alternatyvos santykinio atstumo iki prioritetinio varianto sudarymas pagal (5) formulę pateikiama 5-oje lentelėje.

2 lentelė

Pastatų energinio naudingumo klasės ir galimi oro kaitos rodikliai [6]

Pastato paskirtis	Pastato energinio naudingumo klasė	Oro kaita pastate n_{50} [h ⁻¹]
Gyvenamosios, administravimo, mokslo ir gydymo	C	2,0
	B	1,5
	A	1,0
	A+; A++	0,6
Maitinimo, prekybos, kultūros, viešbučių, paslaugų, sporto, transporto, specialioji ir poilsio	C; B	2,0
	A	1,5
	A+; A++	1,0

3 lentelė

Sprendimų priėmimo matrica

Projekto alternatyvos (variantai)	Rodikliai		
	R1	R2	R3
Pastatas 1	2,900	0,170	0,157
Pastatas 2	6,200	0,300	0,283
Pastatas 3	3,000	0,210	0,177
Min. ar max. rodiklis	Max.	Min.	Min.
Rodiklio geriausia reikšmė	6,200	0,170	0,157

4 lentelė

Normalizuota matrica

Projekto alternatyvos (variantai)	Rodikliai		
	R1	R2	R3
Pastatas 1	0,460	1,000	1,000
Pastatas 2	1,000	0,567	0,555
Pastatas 3	0,484	0,810	0,887
Min. ar max. rodiklis	Max.	Min.	Min.
Rodiklių reikšmingumai, q_j	0,333	0,333	0,333

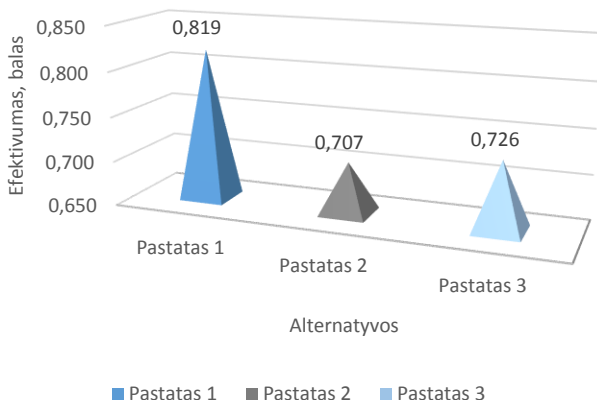
Taigi, atlikus skaičiavimus yra nustatyta, kad geriausias prioritetas variantas yra Pastatas 1.

Tyrimas parodė kaip keičiantis pastato dydžiui keičiasi n_{50} ir q_{50} .

Daroma prielaida, kad q_{50} reikšmė mažaauskščiuose pastatuose yra mažesnė nei didesnio aukšto pastatuose.

Reikšmių matrica (redukuotų reikšmių)

Projekto alternatyvos (variantai)	Rodikliai			Rodiklių verčių suma	Prioritetų eilutė
	Pastato aukštis, m	Oro apykaita esant 50 Pa, n_{50} , h^{-1}	Savitoji skverbis pastato grindų ploto vienetai, esant 50 Pa, q_{50} [$\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$]		
Pastatas 1	0,153	0,333	0,333	0,819	1
Pastatas 2	0,333	0,189	0,185	0,707	3
Pastatas 3	0,161	0,270	0,295	0,726	2
Min. ar max. rodiklis	Max.	Min.	Min.		



1 pav. Sandarumo tyrimo pagal pastato dydį grafikas

Daroma išvada, kad didėjant pastato aukščiui didėja ir q_{50} reikšmė, tai yra didėja pastato nuotėkio koeficientas.

4. Išvados

- Atlikus sandarumo bandymus durų pūstuvu, o gautus rezultatus apdorojus SAW metodu, nustatyta kaip sandarumo charakteristika priklauso nuo pastato dydžio. Taip pat nustatyta, kad prioritetinis variantas – Pastatas 1. Daroma išvada, kad didėjant pastato aukščiui didėja ir q_{50} reikšmė. Pastatas 1 $q_{50} = 0,157$ [$\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$], pastato aukštis $h = 2,9$ m, Pastatas 2 $q_{50} = 0,283$ [$\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^2$], pastato aukštis $h = 6,200$ m. Tai rodo, kad iš mažesnio pastato išeina mažiau oro nei iš didesnio. Didėjantis pastato plotas ir tūris

taip pat turi įtakos. Didėjant parametrams didėja oro nuotėkio srautas ir savitoji skverbtis pastato grindų ploto vienetai. Šie rodikliai yra priklausomi nuo pastato ploto ir tūrio.

2. Pastatas 1 (prioritetinis variantas) nuo Pastato 2 (labiausiai ne prioritetinio varianto) skiriasi 13,7 proc., o nuo Pastato 3 – 11,4 proc. Pastatai tenkina A+ ir A++ energinio naudingumo klasę, visi jie yra pasyvūs namai, kurių $n_{50} < 0,6 \text{ [h}^{-1}\text{]}$. Pastate 1 esant 50 Pa slėgio skirtumui per valandą pasikeičia 17 proc. vidaus patalpų oro, o Pastate 2 – 30 proc., o tai beveik du kartus daugiau.

Literatūra

1. PODVEZKO, V. The comparative analysis of MCDA methods SAW and COPRAS. *Inžinerinė Ekonomika-Engineering Economics*. Vilnius, 2011, 22(2), 134–146 [žiūrėta 2020-03-15]. Prieiga per: Science Direct.
2. TING-YU, C. Comparative analysis of SAW and TOPSIS based on interval-valued fuzzy sets: Discussions on score functions and weight constraints [interaktyvus]. *Expert Systems with Applications* [žiūrėta 2020-03-31]. Prieiga per: Science Direct.
3. SIMANAVICIENE, R., USTINOVICHUS, L. Sensitivity Analysis for quantitative decision making methods: TOPSIS and SAW. *Proceedings of the 16th International Conference on Information and Software Technologies*. Kaunas, Lithuania, 2010, 33–38.
4. KNIGHT, K, CARSON, C., PROSKIW, G. Target airtightness rates for large buildings, what is possible, what is probable, and what is prophetic [interaktyvus]. *Whole Building Air Leakage: Testing and Building Performance Impacts*. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2019, 291–300 [žiūrėta 2020-03-22]. Prieiga per: Science Direct.
5. IORDACHEA, V., CATALIN, T., TEODOSIUA, R., CATALINA, T. Permeability measurements of a passive house during two [interaktyvus]. *Energy Procedia*. Bucharest, Romania, 2016, 85279–85287 [žiūrėta 2020-04-03]. Prieiga per: Science Direct.
6. LST EN ISO-9972 *Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas* (ISO 9972:2015) = *Design and Certification of Energy Performance of Buildings* (ISO 9972-2015): Lietuvos Standartas. Vilnius: Lietuvos departamentas, 2016 [žiūrėta 2020-03-20].



KATILINIŲ TECHNOLOGIJOS IR NAUDOJAMO KURO ANALIZĖ

Ščevinskas D.¹, Garuckas D.¹

¹Kauno technologijos universitetas

Raktiniai žodžiai: katilinė, katilinių technologijos, kuro rūšys, centrinis šildymas.

1. Įvadas

Vanduo šildymui, karštam vandeniui tiekti vartotojams, ruošiamas katilinėse deginant kurą. Katilinėse, pagal temperatūrinį grafiką paruoštas termofikacinis vanduo šiluminėmis trasomis tiekiamas į daugiabučių ar kitų vartotojų pastatų šilumos punktus, iš kurių pagal poreikį yra tiekiamas šildymui ar naudojamas karšto vandens ruošimui.

Katilinių technologinė įranga, pastato konstrukciniai, statybiniai sprendiniai priklauso nuo katilinėje naudojamos kuro rūšies ir jos savybių, pagaminamo šilumos kiekio (katilinės galingumas), pasiekiamo naudingo veiksmo koeficiento (*n_{vk}*), taisyklių, techninių sąlygų.

Kuras pagal fizikinę būseną skirstomas į kietąjį, skystąjį ir dujinį [2]. Todėl dažnai atvejais ir pačios katilinės vadinamos pagal juose naudojamą kurą: biokuro ar anglies, skysto kuro ar dujine katiline. Nuo kuro rūšies priklauso technologinės įrangos sudėtis ar bus reikalingas kuro tiekimo ir saugojimo aikštelės, kokios reikės dūmų valymo sistemos ar susidarys šlakas, kurį reikės utilizuoti.

Katilinė yra ypatingas statinys [3], todėl turi būti užtikrinamas saugumas, patikimumas, efektyvumas, investicinių ir eksploatacinių kaštų minimalumas.

Darbo tikslas: išanalizuoti 3-jų skirtingų kuro rūšių katilinių technologijose naudojamą kurą ir pateikti šilumą gaminančiuose įrenginiuose naudojamos kuro rūšies techninius ekonominius parametrus.

2. Katilinių technologijos ir pagrindinės charakteristikos

Katilinė vadinamas statinių ir įrenginių kompleksas, kuriame yra katilas (šilumos generavimo įrenginys) ir pagalbiniai technologiniai įrenginiai, skirti šilumai tiekti [1].

Šilumos gamybos procesą, kai panaudojama kuro degimo šiluma, galima suskaidyti į dvi pagrindines dalis:

1. Kurui degant, išsiskiria šiluma ir formuojasi įkaitusių degimo produktų srautas (procesas vyksta degimo kameroje).
2. Šilumos energija nuo degiklio ugnies ir įkaitusių dūmų perduodama katile cirkuliuojančiam šilumos nešėjui (procesas vyksta šildymo paviršiuose, kuriais apgaubiama kūrykla) [2].

Pirmuoju atveju, apibūdinamas kieto kuro katilinės, antruoju dujinės ir skysto kuro degimo principas.

- **Kieto kuro katilinės.**

Centralizuotame šilumos tiekimo (CŠT) sektoriuje plačiausiai naudojama biokuro forma – medžio drožlės. Kuras atvežamas į medienos laikymo sandėlį, o smulkiojo biokuro padavimą atlieka transporteris, su hidrauline ar elektrine pavana, į katilo pakuros bunkerį, iš kurio kuras pagal šilumos poreikį dozuojamas į degimo zoną.

Kuro padavimo sistemoje sumontuoti stambių gabalų atskyrimo įtaisai. Katilinėje sumontuota pakura, katilas, multiciklonai, elektrostatiniai filtrai, o katilinės efektyvumui padidinti naudojami ekonomizeriai, saugai – priešgaisriniai įrenginiai, optimaliai eksploatacijai – pelenų pašalinimo sistema.

Dėl išvardintų įrenginių kietojo kuro katilinės brangesnės už kito kuro įrengimus. Atitinkamai didesnės ir eksploatacinės sąnaudos.

- **Dujinės ir skysto kuro katilinės.**

Šilumos gamybos įrenginiai, kuriuose iš dujinio ar skystojo kuro gaminama šiluma, būna labai įvairių tipų ir konstrukcijų. Šilumai gaminti naudojami katilai dažniausiai būna trijų tipų: korpusiniai, vandens vamzdžių ir dūmavamzdžiai. Kiekvieno tipo katilai turi privalumų ir trūkumų.

Šildymo katilinę, naudojantį dujinį ar skystąjį kurą, paprastai sudaro kūrykla, vienas ar daugiau degiklių, degimo produktų pašalinimo dūmtakiai, dūmų išmetimo traktuose įrengiami papildomi šildomieji paviršiai (ekonomizeriai, oro šildytuvai). Rezervinis kuras, reikalingas tik skystam kurui.

3. Kieto kuro, dujinio ir skysto kuro analizė

Pagal straipsnių autorius, kuru laikoma medžiaga, kurią techniškai ir ekonomiškai apsimoka deginti norint gauti naudojimui tinkamą šilumą. Degimo metu vykstančiose egzoterminėse oksidacijos reakcijose išsiskiria šiluma, kuri gali būti panaudojama vandeniui šildyti, garui gaminti [2].

Kieto, dujinio ir skysto kuro sudėtyje yra du pagrindiniai degūs cheminiai elementai: anglis (C), vandenilis (H), siera (S), deguonis (O), azotas (N) ir papildomos mineralinės nedegios medžiagos (A).

Svarbiausia bet kurio kuro energetinė charakteristika – jo degimo šiluma. Degimo šiluma – tai šilumos kiekis, išsiskiriantis visiškai sudegus 1 kg kietojo ar skystojo kuro arba 1 m³ dujinio kuro [2].

Šilumos kiekis, pagamintas deginant kurą yra matuojama kilovatvalandėmis (1 kWh = 103 Wh), džauliais (J), gigakalorijomis (Gcal).

Iš 1 lentelėje pateiktų duomenų, matyti kiekvieno analizuojamo kuro žemutinę degimo šilumą.

1 lentelė

Orientacinė įvairių kuro rūšių žemutinė degimo šiluma [2]

Eil. Nr.	Kuras	Degimo šiluma
1.	Gamtinės dujos	9,3 kWh/nm ³
2.	Mazutas (skystas kuras)	10,7 kWh/kg
3.	Sausa mediena	5,2 kWh/kg
4.	Žalia mediena	2,0 kWh/kg
5.	Akmens anglis	6,6 kWh/kg

Katilo naudingumo koeficientas ir kuro degimo šiluma tiesiogiai lemia kuro suvartojimą bet kuriam šilumos kiekiui pagaminti ir skaičiuojamas pagal (1) formulę [2].

$$Q_d(\text{kuro suvartojimas}) = \frac{Q_d}{(q \times nvk)}; \quad (1)$$

čia Q_d – šilumos kiekis; q – kuro degimo šiluma; nvk – naudingo veiksmo koeficientas.

Jeigu, katilinėje pasiekiamas naudingumas 90 proc. (nvk), ir nustatomas 150 kWh šilumos poreikis. Pagal 1 paveikslą pateiktus duomenis, matyti koks reikalingas kuro kiekis, norint apšildyti 1 m² ploto per metus Lietuvos daugiabučiuose. Iš pateikto 1 paveikslo grafiko, matyti, kad didžiausias kuro suvartojimo kiekis yra biokuro, mažiausias – skysto kuro.

Lietuvoje gamtinės dujos ir biokuras išlieka dominuojančios kuro rūšys gaminant šilumą, nes jų kainų pokyčiai labiausiai turi įtakos kintamųjų sąnaudų dydžiui šilumos savikainoje. Per metus biokuro kainos išaugo beveik 22 proc. ir 2018 m. siekė 185 Eur/t, tačiau 2019 m. ir 2020 m. atpigę 10 proc. (žr. 2 pav.).

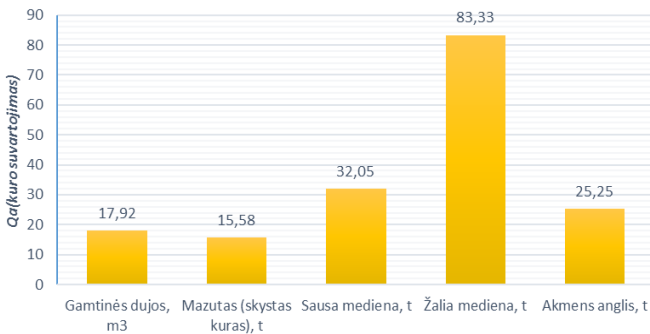
Galutinė dujinio kuro kaina išlieka apie 3 kartus didesnė negu biokuro, pristatyto į katilinę.

Biokurui reikalinga saugojimo ir kuro padavimo patalpa. Todėl, kai kuras pristatomas autotransportu – biokuro didžiausias kiekis turi būti saugomas ne daugiau kaip per 7 paras sunaudojamo kiekio.

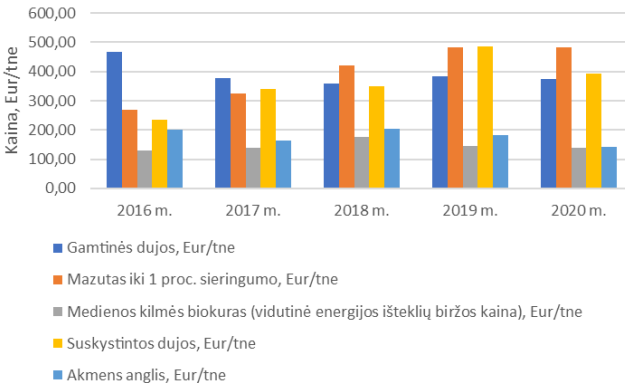
Biokuro drėgnis turi būti užtikrinamas nuo 35 proc. iki 55 proc. [3]. Valandinis maksimalus projektuojamo katilo biokuro sunaudojimas $B_{val.}$, esant baziniams kuro rodikliams [4]:

$$B_{val.} = \frac{Q \cdot 860 \cdot 100}{Q_z \cdot n}; \quad (2)$$

čia Q – maksimalus katilų apkrovimas, kW; Q_z – energetinė kuro vertė, kJ/kg; n – katilo naudingo veikimo koeficientas, %.



1 pav. 150 kWh šilumos pagaminimui reikalingas kuro kiekis



2 pav. Lietuvos vidutinė kuro kaina 2016–2020 m. laikotarpiu [5]

Biokuro kuro užtikrinimui 5 paroms reikalingas 516 m² kuro sandėlis. Kuro sandėlio aukštis – 4 m.

Dujoms – sandėliavimas neregamentuotas. Kuras į katilinę tiekiamas dujotiekiu.

Skystas kuras – mazutui saugoti reikia įrengti požemines ar antžemines talpyklas (gelžbetonines ar plienines). Plieninėms antžeminėms talpykloms reikalinga šiluminė izoliacija. Aplink šias talpyklas turi būti supiltas apsauginis pylimas. Skystojo kuro talpyklų turį priklausomai nuo sunaudojimo per parą reikia nustatyti: pagrindinio ir rezervinio kuro automobilių transportu – naudoti 5 paras [3].

Bendras kiekis 5 paroms – 124,8 t, sandėliavimui reikalinga įrengti dvi talpyklas po 100 t [3] (žr. 2 lentelę).

2 lentelė

Parametrų ir rezultatų lentelė

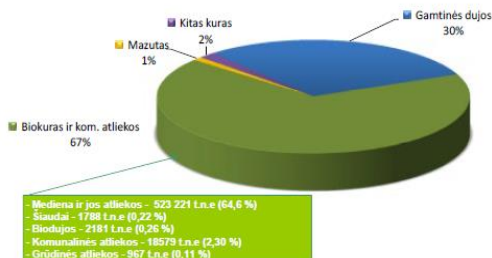
Eil. Nr.	Kuro rūšies pavadinimas	Parametrai			Rezultatai			
		Galia, MW	Energetinė kuro vertė, kJ/kg	nvk, %	Kuro suvartojimas t/h	Kuro kaina, Eur/t	Kuro kaina, Eur/para	Sandėliavimas
1.	Gamtinės dujos	10	33 480	90	1,19	467	11 208	-
2.	Skystas kuras	10	38 520	90	1,04	326	7 824	Talpos 2 * 100 t
3.	Biokuras	10	7 600	86	5,51	185	24 464	516 m ²

Pagal ES Energijos vartojimo efektyvumo didinimo direktyvą, efektyvi CŠT sistema laikoma tokia, kurią taikant naudojama bent 50 proc. atsinaujinančių išteklių energijos. Kaip matyti, Lietuvos CŠT sektorius šią ribą jau pasiekė [2] (žr. 3 pav.).

Lietuvoje biokuras (mediena ir jos atliekos, šiaudai, biodujos, grūdinės atliekos) ir komunalinės atliekos sudaro pagrindinį naudojamą kurą. Pastebime, kad mazutas naudojamas tik kaip rezervinis kuras, o gamtinės dujos sudaro 30 proc. naudojamo kuro Lietuvoje.

Didelės katilinės (10 MW ir daugiau) ir elektrinės, esančios centralizuoto šilumos tiekimo sistemose, net ir kietąjį kurą sudegina labai kokybiškai, čia įrengti sudėtingi dūmų valymo įrenginiai, dūmus paskleidžiami aukštai, taip užtikrinami patys aukščiausi aplinkosaugos reikalavimai. Lietuvos nacionalinėje energetikos strategijoje keliamas tikslas iki 2050 m. visą šilumą gaminti be CO₂ – tik iš atsinaujinančių išteklių.

Visai kitokią situaciją galima pamatyti kitose regionuose (žr. 3 lentelėje).



3 pav. Pirminio kuro sudėtis gaminant centralizuotai tiekiamą šilumą 2018 metais [2]

Pasaulio regionuose naudojamo kuro pasiskirstymas 2018 m. [6]

Eil. Nr.	Regiono pavadinimas	Gamtinės dujos, mln. m ³ /per metus	Skystas kuras, mln. t/per metus	Atsinaujinantys šaltiniai, mln. t/per metus	Akmens anglis, mln. t/per metus
1.	Š. Amerika (Kanada, Meksika, JAV)	879,1	1 112,5	118,8	343,3
2.	Europa (Prancūzija, Vokietija ir kitos šalys)	472,0	742,0	172,2	307,1
3.	Rytų Europa (Rusija, Baltarusija, Ukraina)	499,4	193,5	0,6	134,9
4.	Azija (Kinija, Indija, Japonija ir kitos šalys)	709,6	1 695,4	225,4	2 841,3

Matome, didžiausią kuro suvartojimą atsinaujinančios energijos Azijos regiono, tačiau įvertinus akmens anglies suvartojimą, tai net 13 kartų mažesnis kiekis.

Europa yra pirmaujanti ties atsinaujinančių šaltinių naudojimu, tačiau matome, kad atsinaujinančios energetikos naudojimas žvelgiant į rytų Europą yra praktiškai nenaudotina – 0,6 milijonai tonų. Žvelgiant iš aplinkosauginės pozicijos, anglimi kūrenamų katilinių kiekis ir kuro sunaudojimas yra didžiausias, o tai prieštarauja darnios plėtos principams, mažinti CO₂ emisijas.

Tai reiškia, kad neatsinaujinančios energijos šaltinius, turi keisti „švaresnė“ kuro rūšis [7]. Tačiau valstybės renkasi paprastesnius, mažiau energetiškai efektyvius, „patogesnius“ ir pigesnius sprendimus.

4. Išvados

1. Išanalizuotos daugiausiai naudojamos Lietuvoje skirtingas kuro rūšys: dujos, skystas kuras (mazutas), biokuras. Daugiausiai per metus sunaudojama biokuro 523 221 t. n. e. Tai sudaro 65 proc. visos Lietuvos rinkos.
2. Išsiaiškinus techninius ekonominius kuro rodiklius, apskaičiuoti visų trijų kuro rūšių vienos paros kuro suvartojimai. Išsiaiškinta, kad didžiausią energetinę kuro vertę (skystas kuras) turinčio kuro suvartojimas yra mažiausias 1,04 t/h. Didžiausias kuro suvartojimas biokuro ir siekia 5,51 t/h.
3. Nustatyta atsinaujinančio energijos šaltinio (biokuro) sunaudojamas kiekis 5 kartus didesnis už riboto išteklių turinčio kuro. Maksimaliu režimu, norint pagaminti 10 MW šiluminės energijos, sunaudojama 132,24 t biokuro ir kainuoja 24 464 Eur.

4. Vertinant kuro kainą, reikėtų atsižvelgti į katilinei reikiamo kuro suvartojimą, reikėtų vertinti visos įrangos pasiekiamą naudingumą ir atlikti papildomus tyrimus.

Literatūra

1. *Katilinių įrenginių įrengimo taisyklės*. Lietuvos Respublikos energetikos ministro 2016 m. kovo 1 d. įsakymas Nr. 16-3928.
2. GUDZINSKAS, J., LUKOŠEVIČIUS, V., MARTINAITIS, V., TUOMAS, E. *Šilumos vartotojo vadovas*. Vilnius, 2011.
3. *Lietuvos centralizuoto šilumos tiekimo sektoriaus 2018 metų apžvalga* [interaktyvus]. Vilnius, 2019 [žiūrėta 2020-04-14]. Prieiga per: <https://lsta.lt/silumos-ukis/cst-sektoriaus-apzvalga>.
4. GUMBUTIS, G., KAJUTIS, K., KRUKONIS, V., PRANCKŪNAS, A., ŠVENČIANAS, P. *Šiluminė technika*. Vilnius, 1993, 155–156 [žiūrėta 2020-04-10].
5. *Valstybinė energetikos reguliavimo inspekcija* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-08]. Prieiga per: <https://www.regula.lt/siluma/Puslapiai/kuro-ir-perkamos-silumos-kainos/vidutine-salies-kuro-zaliavos-kaina.aspx>.
6. *BP Statistical Review of World Energy* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-04-08]. Prieiga per: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf>.
7. CELEBI, A. D., SHARMA, S., ENSINAS, A. V., MARÉCHAL, F. Next generation cogeneration system for industry. Combined heat and fuel plant using biomass resources. *Chemical Engineering Science*. 2019, 204, 59–75.



STATYBOS DARBUOTOJŲ DARBO VIETOS ERGONOMINIS VERTINIMAS

Šiaučiulis D.¹, Vaičiulis D.¹

¹*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: statyba, sauga ir sveikata, ergonomika, SAW, vidaus darbai.

1. Įvadas

Vertinant nelaimingų atsitikimų darbe statistiką, statybos sektorius yra vienas pavojingiausių visame pasaulyje, nors darbuotojų sauga ir sveikata darbe labai reikšminga visų veiklos rūšių įmonėse. Statybos sektoriuje dirba apie 7 proc. visų pasaulyje dirbančių asmenų. Šiame sektoriuje nutinka apie 30–40 proc. visų nelaimingų atsitikimų [1]. Statybos pramonė yra dinamiška, todėl ji yra tiek unikali, tiek sudėtinga pritaikant ergonominius sprendimus darbo vietoje. Todėl būtina stebėti ir kontroliuoti ergonominius bei rizikos veiksnius statybvietėje [2].

Pagal Lietuvos Respublikos norminius teisės aktus [3] įmonėms privaloma atlikti darbo vietų rizikos vertinimą, pagal kurį nustatomi visi galimi pavojingi atvejai ir veiksniai, kurių vienas jų yra darbo vietos ergonomika. Tačiau profesinių ligų ir nelaimingų atsitikimų darbo vietose vis vien nepavyksta išvengti.

Statybvietė yra nuolat besikeičianti darbo aplinka, kuri skatina didelį darbuotojų judumą, todėl būtina nuolat stebėti darbo procesus, siekiant nustatyti pavojingus veiksnius ir apsaugoti darbuotojus nuo galimų pavojų [4]. Prieš darbuotojų leidžiant dirbti, kiekvienas darbdavys privalo atlikti pirminį profesinės sveikatos ir saugos mokymą, į kurį įeina bendras ir profesinis mokymas darbo vietoje, taip pat kiekvienai darbo vietai turi būti atliktas profesinės rizikos vertinimas, kurio metu nustatomi ergonominiai veiksniai, kurie įtakoja darbo našumą ir dirbančiojo sveikatos būklę. Šis vertinimas yra viena iš statybos darbų technologinių projekto sudedamųjų dalių, pagal kurią rengiami projektiniai saugos sprendiniai.

Darbo tikslas – atlikti vidaus apdailos darbuotojų darbo vietos ergonominių veiksnių vertinimą.

2. Vertinimo metodas

Šiame straipsnyje, nustatant ergonomiškiausią darbo vietą, taikomas SAW (angl. *Simple Additive Weighting*) daugiakriteris vertinimo metodas. SAW yra vienas iš paprastesnių ir plačiausiai taikomų metodų [5].

Skaičiavimo, SAW metodu, eiga:

- sudaroma galimų sprendinių matrica P , t. y. pasirenkami galimi sprendiniai ir poveikio / tinkamumo rodikliai, kuriais kiekybiškai nusakomas kiekvieno galimo sprendinio tinkamumas (toliau poveikio / tinkamumo rodiklius vadinsime tiesiog rodikliais);
- P matrica normalizuojama, t. y. normalizuojami rodikliai;
- nustatomos rodiklių integruotojo reikšmingumo vertės;
- apskaičiuojama sprendimo priėmimo matrica;
- pagal kiekvieno galimo sprendinio visų, pasirinkimą lemiančių, rodiklių sumos vertę nustatomas tinkamiausias sprendinys.

Galimų sprendinių matrica atrodo taip:

$$P = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1j} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2j} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{in} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mj} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}; \quad (1)$$

čia x_{ij} – galimų sprendinių matricos nariai; i – i -asis galimas sprendinys; m – galimų sprendinių kiekis; j – j -asis rodiklis; n – rodiklių kiekis.

P matricos kiekvieno j -ojo stulpelio normalizacija apliekama pagal didžiausią arba mažiausią atitinkamo stulpelio narį. Pagal didžiausią narį normalizuojama, kai j -ojo rodiklio didesnė vertė yra geresnė, o pagal mažiausią, kai j -ojo rodiklio mažesnė vertė yra geresnė.

P matricos kiekvieno j -ojo stulpelio visų narių normalizuotos vertės, kai normalizuojama pagal didžiausią narį, apskaičiuojamos taip [5, 6]:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^{max}}; \quad (2)$$

o kai normalizuojama pagal mažiausią narį – taip:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_j^{min}}{x_{ij}}; \quad (3)$$

čia x_j^{max} – didžiausia j -ojo rodiklio vertė; x_j^{min} – mažiausia j -ojo rodiklio vertė.

Rodiklių integruotojo reikšmingumo vertės (q_1^* , q_2^* , ..., q_n^*) turi tenkinanti šią sąlygą [7, 8]:

$$\sum_{j=1}^n q_j^* = 1; \quad (4)$$

čia q_j^* – integruotasis j -ojo rodiklio reikšmingumas.

Kiekvieno galimo sprendinio suminis, pasirinkimą lemiantis, rodiklis apskaičiuojamas taip [7, 8]:

$$A_{i \text{ sum}} = \sum_{j=1}^n A_{ij} = \sum_{j=1}^n (q_j^* \bar{x}_{ij}); \quad (5)$$

čia A_{ij} – i -ojo alternatyvaus sprendinio pasirinkimą lemiantis j -asis rodiklis.

3. Tyrimas

Įprastinės vidaus apdailos darbo sąlygos: dirbama patalpose, pastoviai kilnojami įvairūs svoriai (tinkas, dažai, lakštai ir kt.), dalis darbų atliekama nepatogioje padėtyje (įsitempus, susilenkus ir kt.), naudojami įrankiai. Be to, darbuotojas atsako už savo darbo vietos paruošimą ir sutvarkymą, reikiamų medžiagų bei paviršių paruošimą.

Straipsnyje nagrinėjami keturi vidaus apdailos darbai:

- lubų plokščių montuotojo;
- sienų tinkuotojo;
- grindų klojėjo;
- dažytojo.

Vertinant vidaus apdailos darbuotojo darbo vietą, naudosime 1 lentelėje pateikus vertinimo balus.

1 lentelė

Darbo pozų ir judesių vertinimas atskiroms kūno dalims [7]

Vertinimo balas	Kaklas, pečiai	Alkūnė, riešai	Nugara	Kojos, klubai
1.	Laisvi, atsipalaidavę	Atsipalaidavę, laisvi nenaudojama daug jėgų	Natūralioje pozėje ir / arba gerai atsirėmus, kai dirbama sėdint ir stovint	Laisvoje padėtyje, kurią norint galima pakeisti, atsirėmus, kai dirbama sėdint
2.	Natūralioje, bet darbo apribotoje pozėje	Rankos darbinėje padėtyje, kartais truputi įtemptos	Patogioje, bet darbo apribotoje pozėje	Patogioje, bet darbo apribotoje pozėje
3.	Įsitempę dėl darbo	Rankos įtemptos ir / arba sąnariai nepatogioje padėtyje	Pasilenkus ir / arba be geros atramos	Nepatogiai atsirėmus arba nepakankamai atsirėmus stovint

Verti- nimo balas	Kaklas, pečiai	Alkūnė, riešai	Nugara	Kojos, klubai
4.	Kaklas pasuktas arba palenktas ir/ arba viršutinė rankų dalis pečių lygyje	Rankoms tenka statinis krūvis ir / arba nuolat kartoja tuos pačius judesius	Pasilenkus ir persikreipus be atramos	Stovint ant vienos kojos arba klūpant, bei susilenkus
5	Galva atlošta, naudojama didelė rankų jėga	Naudojama didelė rankų jėga arba atliekami greiti judesiai	Nepatogioje pozoje dirbant sunkų darbą	Nepatogioje pozoje atliekant sunkų darbą

Pagal kiekvienos vidaus apdailos darbo rūšies ypatumus į galimų sprendinių matricą surašomos rodiklių, įvertinančių darbo vietos ergonomiškumą, vertės. Kuo rodiklio vertė didesnė, tuo darbas yra mažiau ergonomiškas. Galimų sprendinių matrica pateikta 2 lentelėje. Normalizuota galimų sprendinių matrica pateikta 3 lentelėje, o 4 lentelėje pateikta sprendimų priėmimo matrica ir pirmenybinė eilutė.

2 lentelė

Galimų sprendinių matrica

Galimi vidaus apdailos darbai	Kūno dalių rodikliai, įvertinantys darbo patogumą			
	Kaklas, pečiai	Alkūnė, riešai	Nugara	Klubai, kojos
Lubų plokščių montuotojo	4,0	5,0	4,0	4,0
Sienų tinkuotojo	3,0	4,0	5,0	4,0
Grindų klojėjo	3,0	3,0	4,0	4,0
Dažytojo	4,0	3,0	2,0	3,0
Geriausias rodiklis yra	Mažiausias	Mažiausias	Mažiausias	Mažiausias
Geriausia rodiklio vertė	3,0	3,0	2,0	3,0

3 lentelė

Normalizuota galimų sprendinių matrica

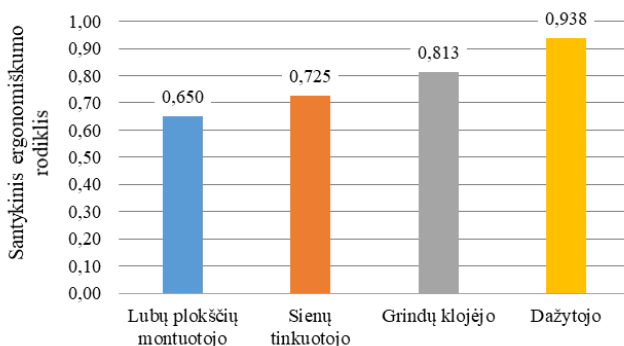
Galimi vidaus apdailos darbai	Normalizuoti kūno dalių rodikliai, įvertinantys darbo patogumą			
	Kaklas, pečiai	Alkūnė, riešai	Nugara	Klubai, kojos
Lubų plokščių montuotojo	0,75	0,60	0,50	0,75
Sienų tinkuotojo	1,00	0,75	0,40	0,75
Grindų klojėjo	1,00	1,00	0,50	0,75
Dažytojo	0,75	1,00	1,00	1,00
Integruotasis rodiklių reikšmingumas q_i	0,25	0,25	0,25	0,25

Iš 4 lentelės ir 1 paveikslo matyti, kad patogiausias vidaus apdailos darbas (galimi pasirinkimai buvo: lubų plokščių montuotojo, sienų tinkuotojo, grindų klojėjo ir dažytojo), nustatytas taikant SAW metodą, yra dažytojo.

4 lentelė

Sprendimo priėmimo matrica

Galimi vidaus apdailos darbai	Pasirinkimą lemiantis kūno dalių rodikliai, įvertinantys darbo patogumą				Galimo sprendinio pasirinkimą lemiančių rodiklių suma	Pirmenybinė eilutė
	Kaklas, pečiai	Alkūnė, riešai	Nugara	Klubai, kojos		
Lubų plokščių montuotojo	0,188	0,150	0,125	0,188	0,650	4
Sienų tinkuotojo	0,250	0,188	0,100	0,188	0,725	3
Grindų klojėjo	0,250	0,250	0,125	0,188	0,813	2
Dažytojo	0,188	0,250	0,250	0,250	0,938	1



1 pav. Vidaus apdailos darbų ergonominis vertinimas

4. Išvados

Tyrime buvo padaryta prielaida, kad kūno dalys (kaklas ir pečiai, alkūnė ir riešai, nugara, kojos, klubai) vienodai greitai nuvargsta esant nepatogioms darbo sąlygoms, t. y. „kūno dalių reikšmingumai ergonomikos požiūriu“ vienodi.

1. Nustatyta, kad mažiausiai ergonomiškas (iš tirtų darbo rūšių) yra lubų plokščių montuotojo darbas, o ergonomiškiausias (iš tirtų darbo rūšių) yra dažytojo darbas.
2. Dažytojo darbas yra apie 29 proc. (arba 1,44 karto) ergonomiškesnis už lubų plokščių montuotojo darbą.

Literatūra

1. ZHIPENG, Z., YANG, M. G., QIMING, L. Overview and analysis of safety management studies in the construction industry. *Safety Science*. Elsevier, 2015, 72, 337–350.
2. ABDUL-THARI, A. H. and all. Ergonomic risk controls in construction industry – A literature review. *Procedia Engineerin*. Perak: Elsevier, 2011, 20, 80–88.
3. WINANDA, L. and all. Construction safety monitoring based on the project's characteristic with fuzzy logic approach. *AIP Conference Proceedings*. AIP Publishing, 2017.
4. BANAITIENĖ, N., BANAITIS, A. *Statybos projektų valdymo pagrindai*. Vilnius: Technika, 2006. ISBN: 978-9986-05-961-5.
5. SIMANAVIČIENĖ, R. *Kiekybinių daugiatislių sprendimo priėmimo metodų jautrumo analizė*. Vilnius: Technika, 2011. ISBN: 978-609-457-055-1.
6. TZENG, G. H., HUANG, J. J. *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. 2011. ISBN:978-1-4398-6157-8.
7. *Ergonominių rizikos veiksnių tyrimo metodiniai nurodymai* [interaktyvus]. 2005 [žiūrėta 2020-04-03]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.260443?jfwid=nz8qn89rm>.



SAULĖS KOLEKTORIŲ PRITAIKymo A++ KLASĖS PASTATAMS DAUGIAKRITERIS VERTINIMAS

Vilkonis P.¹, Vaičiulis D.¹, Kaupienė J.¹

¹Kauno technologijos universitetas

Raktiniai žodžiai: A++ energinio naudingumo klasės pastatai, atsinaujinantys energijos technologijos, saulės kolektorius, SAW metodas.

1. Įvadas

Statybos sektorius yra labai svarbus siekiant ES (Europos Sąjunga) energetikos ir aplinkos apsaugos tikslų. Tuo pat metu geresni ir energiją taupantys pastatai gerina piliečių gyvenimo kokybę, tuo pačiu teikdami papildomos naudos ekonomikai ir visuomenei.

Siekdama padidinti pastatų energinį naudingumą ES parengė 2010/31/ES (EPBD) ir 2012/27/ES direktyvas, kurios padėtų [1]:

- iki 2050 m. tobulinti pastatų konstrukcijas, kad pastatai taptų labiau energetiškai efektyvūs ir išskirtų mažiau anglies dioksido;
- sukurti stabilią aplinką investiciniams sprendimams priimti;
- suteikti vartotojams ir įmonėms galimybę rinktis pagrįsčiau, norint taupyti energiją ir pinigus;
- reikalingą energijos kiekį didele dalimi turėtų padengti energija iš atsinaujinančių šaltinių, įskaitant energiją iš atsinaujinančių energijos šaltinių pagamintą pastate ar šalia pastato [2–4].

Pagal STR 2.01.09:2012 „Pastatų energinis naudingumas. energinio naudingumo sertifikavimas“ [5] patvirtinimą, nuo 2021 m. visi namai/statomi pastatai turės atitikti A++ energinio naudingumo klasę. A++ klasės namams / pastatams pusė sunaudojamos energijos turės būti gaunama iš atsinaujinančių šaltinių. Vienas iš variantų – saulės kolektorių panaudojimas.

Darbo tikslas – nustatyti racionaliausią saulės kolektoriaus panaudojimo variantą A++ energinio efektyvumo klasės pastatui.

2. Tyrimo metodika

Tyrimė naudojami polikristalinis fotovoltinis ir monokristalinis saulės kolektoriai, kurie montuojami ant šlaitinio stogo, sutapdinto stogo ir ant

žemės. Tyrimo rezultatams gauti, naudojamas SAW (angl. *Simple Additive Weighting*) metodas.

SAW metodikos eiga [6–8]:

1. Parenkami galimi sprendiniai.
2. Nustatomi pagrindiniai rodikliai labiausiai kiekybiškai įvertinantys galimo sprendinio pasirinkimą.
3. Sudaroma galimų sprendinių matrica (žr. 1 lentelę), t. y. surenkami duomenys apie rodiklių (visiems galimiems sprendiniams) skaitines vertes. Galimų sprendinių matrica atrodo taip:

$$P = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1j} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mj} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}; \quad (1)$$

čia x_{ij} – j -ojo rodiklio vertė, įvertinanti i -ąją galimą sprendinį; m – galimų sprendinių kiekis; n – rodiklių, kiekybiškai įvertinančių visus galimus sprendinius, kiekis.

4. Normalizuojama galimų sprendinių matrica (žr. 2 lentelę), t. y. sudaroma normalizuota matrica. Tam reikia nuspręsti kaip normalizuoti matricos duomenis: pagal didžiausią arba pagal mažiausią rodiklio vertę. Jei geriausia rodiklio vertė yra didžiausia, tai normalizuojama pagal didžiausią vertę, o jei geriausia rodiklio vertė yra mažiausia – normalizuojama pagal mažiausią vertę. Normalizacija atitinkamai pagal didžiausią ar mažiausią rodiklio vertę atliekama taip:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{j \max}}; \quad (2)$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{j \min}}{x_{ij}}; \quad (3)$$

čia $\bar{x}_{ij}$ – galimų sprendinių matricos x_{ij} nario normalizuota vertė; $x_{j \max}$ ir $x_{j \min}$ – atitinkamai didžiausia ir mažiausia galimų sprendinių matricos j -ojo rodiklio (matricos P j -ojo stulpelio) vertė.

5. Naudojantis normalizuotos matricos duomenimis nustatomas galimo sprendinio tinkamumas, t. y. sudaroma sprendinių priėmimo matrica (žr. 3 lentelę). Tam atitinkami normalizuotosios matricos nariai dauginami iš rodiklių reikšmingumo:

$$R_{ij} = q_j \cdot \bar{x}_{ij}; \quad (3)$$

čia q_j – j -ojo rodiklio reikšmingumas.

6. Apskaičiuojama kiekvieno galimo sprendinio pasirinkimą lemiantis rodiklis:

$$R_i = \frac{\sum_{j=1}^n R_{ij}}{\sum_{j=1}^n q_j} = \frac{R_{i1} + \dots + R_{ij} + \dots + R_{in}}{q_1 + \dots + q_j + \dots + q_n}. \quad (4)$$

7. Pagal R_i nustatoma kiekvieno galimo sprendinio prioritentinė eilutė.

3. Tyrimas

Tyrimų rezultatams gauti naudojamas polikristalinis fotovoltinis saulės kolektoriaus modelis *Canadian Solar CS3L-330P* [9] ir monokristalinis saulės kolektoriaus modelis *Sharp NU-JC Mono 330 W* [10].

Galimų sprendinių matrica pateikta 1 lentelėje, normalizuota galimų sprendinių matrica – 2 lentelėje, o sprendimų priėmimo matrica – 3 lentelėje.

Iš 3 lentelės matyti kad, racionaliausias saulės kolektoriaus variantas yra monokristalinis saulės kolektorius, kuris montuojamas ant žemės paviršiaus (žr. 1 pav.). Pagal STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“ patvirtinimą 89 punktą, šio tipo kolektorius tenkins A++ kitos paskirties pastatams (namams) $395 \text{ kWh} > 197 \text{ kWh}$, administracinių paskirties pastatams $395 \text{ kWh} > 221 \text{ kWh}$, prekybos paskirties pastatams $395 \text{ kWh} > 240 \text{ kWh}$, garažo paskirties pastatams.

1 lentelė

Galimų sprendinių matrica

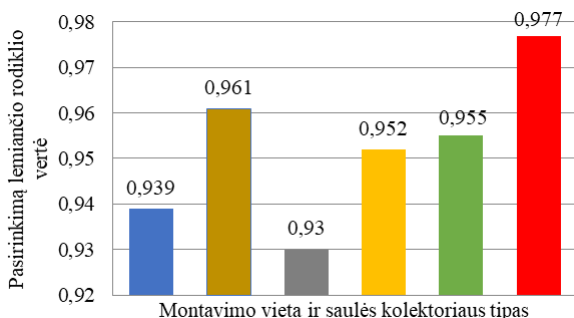
Galimi saulės kolektoriaus montavimo būdai	Saulės kolektoriaus tipas	Rodikliai įvertinantys kolektorių ypatumus			
		Kaina, €	Efektyvumo koeficientas, %	Svoris, kg	Energijos pagaminamas kiekis per metus, kWh
Šlaitinis stogas (50° kampas)	PF	99	17,8	20,6	364
	M	109	19,5	19	371
Sutapdintas stogas (5° kampas)	PF	99	17,8	20,6	349,2
	M	109	19,5	19	355,5
Ant žemės paviršiaus (35° kampas)	PF	99	17,8	20,6	388
	M	109	19,5	19	395
Min. ar max. rodiklis		Min.	Max.	Min.	Max.
Rodiklio geriausia reikšmė		99	19,5	19	395
PF – polikristalinis fotovoltinis kolektorius; M – monokristalinis kolektorius					

Normalizuota galimų sprendinių matrica

Galimi saulės kolektoriaus montavimo būdai	Saulės kolektoriaus tipas	Normalizuoti rodikliai įvertinantys kolektorių ypatumus			
		Kaina, €	Efektyvumo koeficientas, %	Svoris, kg	Energijos pagaminamas kiekis per metus, kWh
Šlaitinis stogas (50° kampas)	PF	1	0,913	0,922	0,921
	M	0,908	1	1	0,939
Sutapdintas stogas (5° kampas)	PF	1	0,913	0,922	0,884
	M	0,908	1	1	0,900
Ant žemės paviršiaus (35° kampas)	PF	1	0,913	0,922	0,982
	M	0,908	1	1	1
Rodiklių reikšmingumai, q_j		0,25	0,25	0,25	0,25
PF – polikristalinis fotovoltinis kolektorius; M – monokristalinis kolektorius					

Sprendinių priėmimo matrica

Galimi saulės kolektoriaus montavimo būdai	Saulės kolektoriaus tipas	Rodikliai, įvertinantys kolektorių tinkamumą				Kolektoriaus pasirinkimą lemiantis rodiklis R_i	Prioritetų eilutė
		Kaina, €	Efektyvumo koeficientas, %	Svoris, kg	Energijos pagaminamas kiekis per metus, kWh		
		R_{i1}	R_{i2}	R_{i3}	R_{i4}		
Šlaitinis stogas (50° kampas)	PF	0,25	0,228	0,231	0,230	0,939	5
	M	0,227	0,25	0,25	0,234	0,961	2
Sutapdintas stogas (5° kampas)	PF	0,25	0,228	0,231	0,221	0,930	6
	M	0,227	0,25	0,25	0,225	0,952	4
Ant žemės paviršiaus (35° kampas)	PF	0,25	0,228	0,231	0,246	0,955	3
	M	0,227	0,25	0,25	0,25	0,977	1
PF – polikristalinis fotovoltinis kolektorius; M – monokristalinis kolektorius							



- 1 pav. Saulės kolektoriaus panaudojimo racionalumas: ■ – šlaitinis stogas (50° kampas), polikristalinis fotovoltinis kolektorius; ■ – šlaitinis stogas (50° kampas), monokristalinis kolektorius; ■ – sutapdintas stogas (5° kampas), polikristalinis fotovoltinis kolektorius; ■ – sutapdintas stogas (5° kampas), monokristalinis kolektorius; ■ – ant žemės paviršiaus (35° kampas), polikristalinis fotovoltinis kolektorius; ■ – ant žemės paviršiaus (35° kampas), monokristalinis kolektorius

395 kWh > 251 kWh, poilsio paskirties pastatams
 395 kWh > 314 kWh norminės šiluminės energijos sąnaudos pastatui (jo daliai) šildyti reikalavimus [5].

4. Išvados

1. Taikant SAW metodą nustatyta, kad racionaliausias variantas A++ energinio naudingumo klasės pastatui yra monokristalinis saulės kolektorius, kuris bus montuojamas ant žemės paviršiaus. Prasčiausias pasirinkimas (iš tūrų) – polikristalinis fotovoltinis saulės kolektorius, montuojamas ant sutapdinto stogo. Monokristalinio saulės kolektoriaus, kuris bus montuojamas ant žemės paviršiaus, sprendinio pasirinkimą lemiantis rodiklis yra lygus 0,977 (galima didžiausia vertė lygi 1,0) ir yra apie 1,1 didesnis už prasčiausią pasirinkimą, kurio sprendinio pasirinkimą lemiančio rodiklio vertė yra lygi 0,93.
2. SAW metodu nustatyta, kad saulės kolektorių racionaliausia montuoti 35° kampu, prasčiausias būdas – 5° kampu.

Literatūra

1. EUR-Lex [interaktyvus]. 2010 [žiūrėta 2020-04-14]. Prieiga per: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=celex%3A32010L0031>.

2. BULL, R., CHANG, N., FLEMING, P. *The Use of Building Energy Certificates to Reduce Energy Consumption in European Public Buildings. Energy and Buildings* [interaktyvus]. 2012, 50, 103–110 [žiūrėta 2020-04-08]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.03.032>.
3. LI, G., XUAN, Q., AKRAM, M. W., GOLIZADEH, AKHLAGHI, Y., LIU, H., SHITTU, S. *Building Integrated Solar Concentrating Systems: A review. Applied Energy* [interaktyvus]. 2020, 260 (December 2019), 114288 [žiūrėta 2020-04-08]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114288>.
4. *Energy Performance of Buildings Directive* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-08]. Prieiga per: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/energy-performance-buildings-directive_en.
5. STR 2.01.09:2012 *Pastatų energinio naudingumas. energinio naudingumo sertifikavimas* [interaktyvus]. 2012 [žiūrėta 2020-04-15]. Prieiga per: <https://e-seimas.lrs.lt/rs/legalact/TAD/TAIS.431646/>.
6. KALISZEWSKI, I., PODKOPAEV, D. *Simple Additive Weighting – a Metamodel for Multiple Criteria Decision Analysis Methods. Expert Systems with Applications* [interaktyvus]. 2016, 54, 155–161 [žiūrėta 2020-04-09]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.01.042>.
7. SHAKOURI, H. G., NABAEE, M., ALIAKBARISANI, S. A wuantitative discussion on the assessment of power supply technologies: DEA (Data Envelopment Analysis) and SAW (Simple Additive Weighting) as complementary methods for the „Grammar”. *Energy* [interaktyvus]. 2014, 64, 640–647 [žiūrėta 2020-04-09]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.10.022>.
8. WANG, Y. J. *Interval-Valued Fuzzy Multi-criteria Decision-Making Based on Simple Additive Weighting and Relative Preference Relation. Information Sciences* [interaktyvus]. 2019, 503, 319–335. [žiūrėta 2020-04-09]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.07.012>.
9. *Baltijos saulės projektai* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per: <http://www.bsp.lt/lt/polikristaliniai-saules-moduliai/158-canadian-solar-cs6p-240-poly.html>.
10. *Baltijos saulės projektai* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per: <http://www.bsp.lt/lt/monokristaliniai-saules-moduliai/250-sharp-nu-jc-mono-330-w.html>.



MEDINIŲ KARKASINIŲ IŠORĖS SIENŲ APŠILTINIMO MEDŽIAGŲ DAUGIAKRITERIS VERTINIMAS

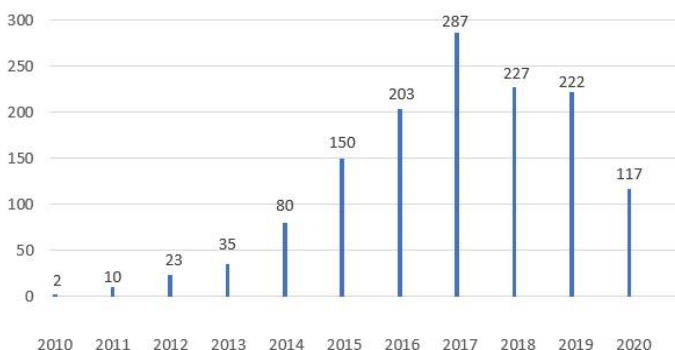
Zdanevičienė D.¹, Aviža D.¹, Zacharovienė E.¹

¹*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: beveik energijos nenaudojantys pastatai, COPRAS metodas, vienbutis gyvenamas pastatas.

1. Įvadas

Pastatų energijos vartojimo efektyvumo gerinimas yra vienas iš pagrindinių iššūkių, su kuriais susiduria Europa. Energijos efektyvumas pastatuose yra svarbiausias rodiklis regioninės, nacionalinės ir energetikos politikos tikslas, tarptautiniu lygiu, dėl globalinio atšilimo spartos bei iškastinio kuro išekvojimo [1]. Per praėjusį dešimtmetį galime pastebėti, kaip išaugo straipsnių skaičius šia tematika (žr. 1 pav.).



1 pav. Straipsnių skaičius „Beveik energijos nenaudojančių pastatų“ tema *ScienceDirect* duomenų bazėje

Atsižvelgiant į natūralių žemės energijos išteklių išekvojimą ir aplinkos taršos augimą, siekiama sumažinti energijos poreikius tuose sektoriuose, kuriuos nustatyti aukščiausi energijos vartojimo efektyvumo

rodikliai. Europos Sąjungoje gyvenamųjų namų statybos sektorius atsakingas už apytiksliai 25 proc. galutinio energijos suvartojimo. Vis dėlto daugiausia energijos sunaudojama ne statybos proceso metu, o pastatų gyvavimo laikotarpiu [2].

Vienas iš būdų gyventi energetiškai taupiai ir suvartoti mažesnius CO₂ kiekius – statyti energetiškai efektyvius gyvenamuosius namus. Maksimalus energijos taupymas sumažina šalies ekonomikos priklausomybę nuo kitų šalių, tiekiančių natūralius gamtinės energijos išteklius. Statybos sektoriui perėjus prie energetiškai efektyvių namų statybos būtų galima sumažinti pastatų energijos sąnaudas ir CO₂ išmetimą į mus supančią aplinką. Pagal pastato išorės sienų konstrukciją nustatomas energijos kiekis, reikalingas pastato šildymui ir vėsinimui, todėl ją reikia optimizuoti, kad šildymo ir vėsinimo išlaidos būtų kuo mažesnės [3].

Darbo tikslas – atlikti A++ energetinio naudingumo klasės vienbučio gyvenamojo pastato medinių karkasinių išorės sienų apšiltinimo daugiakriterį efektyvumo vertinimą COPRAS metodu.

2. Tyrimo metodika

Šiame darbe tiriamos medinės karkasinės A++ klasės išorės sienos su skirtingomis apšiltinimo medžiagomis:

- mineralinė vata *Isover PREMIUM 33*;
- biri celiuliozinė vata *WERROWOOL*;
- poliuretano plokštės *FF-PIR ALI*.

Tyrimo rodiklių palyginimui naudojamas daugiatis kompleksinio proporcingo įvertinimo metodas – COPRAS (angl. *Complex Proportional Assessment*).

Šis metodas sukurtas VGTU mokslininkų Zavadsko ir Kaklauskio, o jo pagrindinis principas – lyginamųjų alternatyvų santykinis reikšmingumas Q_i nustatomas remiantis juos apibūdinančiomis teigiamomis S_{+i} ir neigiamomis S_{-i} savybėmis. Kuo Q_i reikšmė didesnė, tuo alternatyva labiau atitinka sprendimą priimančio asmens poreikius [4].

Sukuriama sprendimo matrica $X(1)$ [5]:

$$X = [x_{ij}] = \begin{matrix} a_1 & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \\ a_2 & \\ \dots & \\ a_m & \end{matrix}; \quad (1)$$

čia $a_1 - a_m$ – lyginamieji variantai ($i = 1, m$); $x_1 - x_n$ – efektyvumo rodikliai ($j = 1, n$); $x_{11} - x_{mn}$ – efektyvumo rodiklių reikšmės.

$$\overline{x_{ij}} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{l=1}^m x_{lj}^2}}; \quad (2)$$

čia $i = 1 \dots m, j = 1 \dots n$.

Ši matrica normalizuojama pagal formulę (2). Gaunama normalizuotoji matrica $\bar{X}$, kurios visos efektyvumo reikšmės – bedimensiai dydžiai (3):

$$\bar{X} = \bar{x}_{ij} = \begin{matrix} a_1 & \begin{bmatrix} \bar{x}_{11} & \bar{x}_{12} & \dots & \bar{x}_{1n} \end{bmatrix} \\ a_2 & \begin{bmatrix} \bar{x}_{21} & \bar{x}_{22} & \dots & \bar{x}_{2n} \end{bmatrix} \\ \dots & \begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \\ a_m & \begin{bmatrix} \bar{x}_{m1} & \bar{x}_{m2} & \dots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}. \quad (3)$$

Sudaroma svertinė normalizuotoji matrica $\hat{X}$ (4):

$$\hat{X} = \hat{x}_{ij} = \begin{matrix} a_1 & \begin{bmatrix} \hat{x}_{11} & \hat{x}_{12} & \dots & \hat{x}_{1n} \end{bmatrix} \\ a_2 & \begin{bmatrix} \hat{x}_{21} & \hat{x}_{22} & \dots & \hat{x}_{2n} \end{bmatrix} \\ \dots & \begin{bmatrix} \dots & \dots & \dots & \dots \end{bmatrix} \\ a_m & \begin{bmatrix} \hat{x}_{m1} & \hat{x}_{m2} & \dots & \hat{x}_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}. \quad (4)$$

Atliekamas reikšmių minimizavimas pagal formulę [6] (5):

$$S_i^+ = \sum_{j=k+1}^m \hat{x}_{ij}. \quad (5)$$

Visų minimizuojamų reikšmių suma pagal formulę (6):

$$S^- = \sum_{i=1}^n S_i^-. \quad (6)$$

Reikšmingumas randamas pagal formulę (7):

$$Q_i = S_i^+ + \frac{\sum_{i=1}^n S_i^-}{S_i^- \sum_{i=1}^n \frac{1}{S_i^-}}. \quad (7)$$

Reikšmingumų santykis randamas pagal formulę (8):

$$N_i = \frac{Q_i}{\max Q_i} \cdot 100 \%. \quad (8)$$

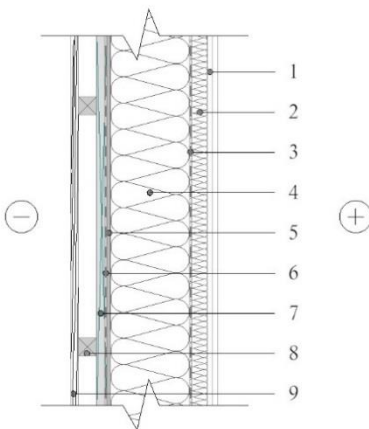
3. Tyrimo eiga ir rezultatai

Šiame darbe tiriama vienodos sudėties medinė karkasinė išorės siena su skirtingomis apšiltinimo medžiagomis. Tiriamasis modelis pateiktas 2 paveiksle. Tyrimui bus naudojami keturi rodikliai: sluoksnio šilumos laidumo koeficientas, reikalingas storis bei kaina. Šie pagrindiniai rodikliai dažniausiai nulemia galutinį sprendimą pasirenkant vieną ar kitą medžiagą.

ISOVER PREMIUM 33 – nedegi, šilumą ir garsą izoliuojanti mineralinės vatos plokštė. Pagaminta pagal naują technologiją, iš pilkos spalvos vatos pluošto; plokštės paviršius be padengimo. Standi, elastinga, lengvai montuojama. Skirta naudoti gyvenamosios, visuomeninės ir pramoninės paskirties pastatuose [7].

Celiuliozė naudojama kaip izoliacinė medžiaga daugiau nei 70 metų. *WERROWOOL* ekovatą sudaro popieriaus atliekos, todėl šios vatos gamyba reikšmingai prisideda prie atliekų perdirbimo ir ekonominio ciklo. *WERROWOOL* ekovata gali būti perdirbama – ji gali būti surenkama iš senos namo konstrukcijos ir pakartotinai panaudota kaip izoliacija [8].

FF-PIR šilumos izoliacinės plokštės pagamintos iš standžių poliizocianurato putų šerdies ir iš abiejų pusių padengtos daugiasluoksne aliuminio folija (ar kita difuzijai nelaidžia danga). Poliizocianuratas – tai izoliacinė medžiaga, pasižyminti itin mažu šilumos laidumo koeficientu, todėl sukuria labai efektyvi šilumos izoliacija, kuri yra iki dviejų kartų plonesnė lyginant su kitomis izoliacinėmis medžiagomis [9].



2 pav. Išorės sienos mazgas: 1 – gipso kartono plokštė 2 sl.; 2 – 50 mm akmens vata bei vidinis medinis tašas 45 mm storio; 3 – garo izoliacinė plėvelė; 4 – X tiriamasis sluoksnis; 5 – priešvėjinė gipso kartono plokštė; 6 – difuzinė plėvelė; vertikalus tašas 25 mm; horizontalus tašas 45 × 45 mm, 600 mm žingsnis; vertikalios fasadinės dailylentės

Norint pasiekti A++ energetinio naudingumo klasę, vienbučio gyvenamo pastato išorės sienų apšiltinimo sluoksnio storis turėtų būti :

- naudojant mineralinę vatą *Isover PREMIUM 33* – 350 mm;
- naudojant birią celiuliozinę vatą *WERROWOOL* – 450 mm;
- naudojant poliuretano plokštės *FF-PIR ALI* – 250 mm.

Degumo klasės palyginimui sukuria balų sistema, t. y. A klasei yra skiriamas 1 balas, B klasei – 2 balai, C klasei – 3 balai, D klasei – 4 balai, E klasei – 5 balai. Kuo balas didesnis – tuo medžiaga mažiau atspari ugniai.

A++ gyvenamieji pastatai išsiskiria dideliu energijos efektyvumu. Pagal šiuo metu galiojančius ir keliamus reikalavimus, A++ klasės

gyvenamiesiems pastatams atitvarų šilumos perdavimo koeficientas turi būti, ne didesnis nei $0,11 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ [10]. Pirmajame vertinimo etape yra suformuojama sprendimų priėmimo matrica (žr. 1 lentelę).

1 lentelė

Sprendimų priėmimo matrica

Apšiltinimo medžiagos alternatyvos	Rodikliai			
	Sluoksnio šilumos laidumo koeficientas, $\text{W/m} \cdot \text{K}$	Sluoksnio storis, m	Degumo klasė, balais	Sluoksnio rinkos kaina, €/m ²
Mineralinė vata <i>Isover PREMIUM 33</i>	0,033	0,350	1	16,39
Biri celiuliozinė vata <i>WERROWOOL</i>	0,039	0,450	2	10,85
Poliuretano plokštės <i>FF-PIR ALI</i>	0,022	0,250	5	30,10
Min. ar max. rodiklis	Min.	Min.	Min.	Min.
Rodiklių reikšmingumai, q_j	0,250	0,250	0,250	0,250

Antrajame etape yra atliekama pradinės matricos normalizacija (žr. 2 lentelę).

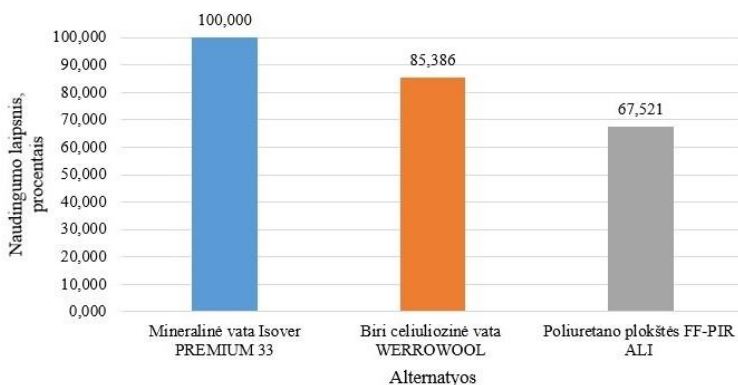
2 lentelė

Normalizuota matrica

Apšiltinimo medžiagos alternatyvos	Rodikliai			
	Sluoksnio šilumos laidumo koeficientas, $\text{W/m} \cdot \text{K}$	Sluoksnio storis, m	Degumo klasė, balais	Sluoksnio rinkos kaina, €/m ³
Mineralinė vata <i>Isover PREMIUM 33</i>	0,088	0,083	0,031	0,071
Biri celiuliozinė vata <i>WERROWOOL</i>	0,104	0,107	0,063	0,047
Poliuretano plokštės <i>FF-PIR ALI</i>	0,059	0,060	0,156	0,131
Min. ar max. rodiklis	Min.	Min.	Min.	Min.

Sekančiuose COPRAS metodo etapuose yra atliekami skaičiavimai ir nustatoma vertinamų alternatyvų prioriteto eilutė.

Taigi atlikus empirinį tyrimą COPRAS metodu nustatyta, kad efektyviausia A++ energinio naudingumo klasės vienbučio gyvenamo pastato medinę karkasinę išorės sieną šiltinti mineralinės vatos plokštėmis (žr. 3 pav.).



3 pav. Šilumos izoliacijos naudingumo laipsnis

Ši alternatyva yra 32,48 proc. efektyvesnė lyginant ją su poliuretano plokščių alternatyva.

4. Išvados

1. Atlikus A++ energetinio naudingumo klasės vienbučio gyvenamojo pastato medinių karkasinių išorės sienų apšiltinimo daugiakriterį efektyvumo vertinimą COPRAS metodu, nustatyta, kad iš pateiktų alternatyvų racionaliausia apšiltinimui naudoti mineralinę vatą.
2. Antroje vietoje liko biri celiuliozinė vata ir ši alternatyva yra 14,61 procento mažiau efektyvi lyginant ją su pirmąja alternatyva. Šios apšiltinimo medžiagos šilumos laidumo koeficientas yra didžiausias, bet atsparumas ugniai didesnis nei poliuretano plokščių *FF-PIR*.
3. Poliuretano plokštės *FF-PIR ALI* liko trečiojoje vietoje. Šios plokštės atsparumas ugniai yra pats mažiausias. Šiltinimas *FF-PIR ALI* plokšte yra 1,84 karto brangesnis nei renkantis apšiltinimą mineraline vata *Isover PREMIUM 33*.

Literatūra

1. TAMENE, Y. Thermal and economic study on building external walls for improving energy efficiency. *International Journal of Heat and Technology*. 2019, 37(1), 219–228.

2. ФІЛІОНЕНКО, О. Thermal modernization of the panel buildings external walls. *International Journal of Engineering and Technology*. 2018, 7(3.2), 116–122.
3. KISILEWICZ, T. Active thermal insulation as an element limiting heat loss through external walls. *Energy and Buildings*. 2019, 205, 109541.
4. AVIŽA, D. *Pastato atitvarų racionalaus termoizoliacinio sluoksnio daugiatikslė selektonovacija. Daktaro disertacija*. Vilnius: VGTU leidykla „Technika“, 2016, 68–69.
5. SIMANAVIČIENĖ, R. *Kiekybinių daugiatikslių sprendimo priėmimo metodų jautrumo analizė. Daktaro disertacija*. Vilnius: VGTU leidykla „Technika“, 2011, 21–23.
6. KAREIVAITĖ, R. Daugiakriterių metodų panaudojimas vertinant darnų vystymąsi. *Journal of Management*. 2012, 20(1), 121–127. ISSN 1648-7974.
7. *Mineralinės vatos plokštės* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-02]. Prieiga per: <https://www.isover.lt/products/naujiena-isover-premium-33>.
8. *Celiuliozės vata* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-10]. Prieiga per: <http://werrowool.eu/celiulioz-s-pluosto-vilna/savyb-s-ir-privalumai>.
9. *Poliuretano plokščių specifikacijos* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-11]. Prieiga per: <https://www.finnfoam.lt/produktai/ff-pir/specifikacijos>.
10. Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. *STR 2.01.02:2016 Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas* [interaktyvus].. 2016 m. gruodžio 1 d., Nr. 27896 [žiūrėta 2020-04-16]. Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/2c182f10b6bf11e6aae49c0b9525cbbb/asr>.
11. THIEL, C. A materials life cycle assessment of a net-zero energy building. *Energies*. 2013, 6(2), 1125–1141.
12. SØRENSEN, Å. Energy measurements at Skarpnes zero energy homes in Southern Norway: Do the loads match up with the on-site energy production? *Energy Procedia*. 2017, 132, 567–573.
13. ARCURI, N. The role of the thermal mass in nZEB with different energy systems. *Energy Procedia*. 2016, 101, 121–128.
14. TUMMINIA, G. Life cycle energy performances of a net zero energy prefabricated building in Sicily. *Energy Procedia*. 2017, 140, 486–494.
15. SØRENSEN, Å. Zero emission office building in Bergen: Experiences from first year of operation. *Energy Procedia*. 2017, 132, 580–585.
16. SIMONA, P. L. Increasing the energy efficiency of buildings by thermal insulation. *Energy Procedia*. 2017, 128, 393–399.



PLASTIKINIŲ KAMŠTELIŲ BROKO ANALIZAVIMO VAIZDO ATPAŽINIMO SISTEMOS PROJEKTAVIMAS IR TYRIMAS

Aleliūnas P.¹, Strikulienė O.¹, Striukienė D.¹

¹*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: vaizdas, atpažinimas, sistema, plastikinis, kamštelis, brokas, kamera, apšvietimas.

1. Įvadas

Pramonei vis žengiant tolyn automatizacijos ir robotizacijos kryptimi atsiranda poreikis gerinti produkcijos našumą, spartinti gamybinius procesus, diegti naujas technologines naujoves, kur įmanoma pakeisti žmogaus rankų darbą. Daugelyje pramonės sričių vyksta pagamintos produkcijos (detalių, gaminių, ruošinių ar kt. objektų) broko ar kokybės patikra.

Šiame straipsnyje aprašomas konvejeriu judančių, skirtingų spalvų plastikinių kamšelių broko aptikimo ir analizavimo problemos sprendimo būdas. Konkrečiu nagrinėjamu atveju, konvejeriu pervežtų plastikinių kamšelių kokybė individualiai tikrinama naudojant žmogiškuosius išteklius. Siekiant pašalinti rankų darbą ir automatizuoti šį procesą, reikia išspręsti kaip techninėmis priemonėmis atpažinti kamšelių broką, kuris pasitaiko dvejose kamšelio dalyse –briaunoje arba tarpinėje. Šiai problemai spręsti galima naudoti vaizdo atpažinimo sistemą, kuri suteikia galimybę stebėti ir identifikuoti įvairaus pobūdžio objektų savybes, tarp šių ir broką, kaip atskirai išsiskiriančią savybę. Taip pat reikia numatyti brokuotos produkcijos šalinimo galimybę.

Darbo tikslas: suprojektuoti ir ištirti plastikinių kamšelių broko analizavimo vaizdo atpažinimo sistemą.

2. Vaizdo atpažinimas

Vaizdo atpažinimas (angl. *Machine Vision*), dar vadinamas mašinine rega (tiesioginis vertimas) – tai technologija ir metodai, naudojami vaizdų gavybos ir apdorojimo pagrindu atliekamam automatiniam tikrinimui ir analizei tokiose srityse, kaip automatinis tikrinimas, procesų valdymas ir robotų orientavimas. Sąvokos „mašininė rega“ apibrėžimai gali būti skirtingi,

tačiau visi jie apima technologiją ir metodus, naudojamus informacijai iš vaizdo gauti. Gauta informacija – tai gali būti paprastas signalas, nusakantis ar objektas tinkamas / netinkamas arba sudėtingesnis duomenų rinkinys, pavyzdžiui, kiekvieno objekto identifikacija, padėtis ir orientacija [1,2].

Vaizdo atpažinimo sistemas sudaro skaitmeniniai jutikliai, kurie yra integruoti pramoninėse kamerose su specializuota optika ir suteikia galimybę gauti vaizdus, kuriuos kompiuterių aparatinė ir programinė įranga galėtų apdoroti, analizuoti, įvertinti ir pagal tai priimti sprendimus [3].

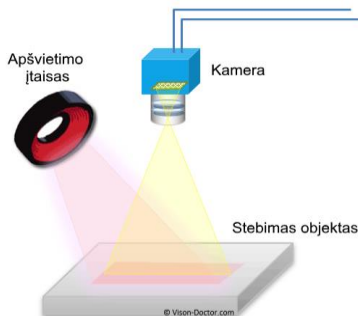
Vaizdo atpažinimo sistemų galimybės:

- sulygtinti užfiksuotą objekto atvaizdą su etaloniniu;
- nuskaityti tekstinius užrašus ir brūkšninius ar dvimačius kodus;
- surasti specifinius požymius: dėmes, įtrūkimus, nutrupėjimus, įbrėžimus;
- išmatuoti atstumus ir kampus, nustatyti objektų poziciją, orientaciją, spalvą ir kt.;
- nustatyti atstumą ir poziciją erdvėje (3D) (robotui valdyti).

3. Pramoninės vaizdo kameros

Vaizdo atpažinimo srityje taikomos vaizdo kameros yra skirtingų tipų ir gali būti klasifikuojamos pagal:

- užfiksuojamą vaizdą:
 - 1D – linijinio skenavimo;
 - 2D – ploto skenavimo (žr. 1 pav.);
 - 3D – erdvės skenavimo;



1 pav. Vaizdo atpažinimo sistema su ploto skenavimo kamera [4]

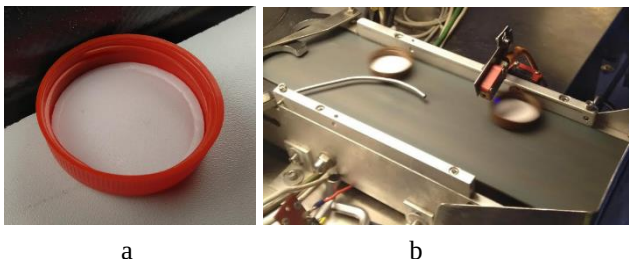
- vaizdų apdorojimo galimybes:
 - įprastos kameros, be jokio vaizdo apdorojimo įtaisų savyje;
 - „smart“ kameros su savyje integruotu vaizdo apdorojimo kompiuteriu;
- vaizdo spalvą:
 - nespaltvotos;
 - spaltvotos;

- infraraudonųjų spindulių;
- spartą;
- vaizdo jutiklio matricos dydį.

4. Vaizdo atpažinimo sistemos struktūra

Vaizdo analizavimo sistemos pagrindiniai elementai yra vaizdo kamera, šviesos šaltinis ir vaizdo apdorojimo įranga (kompiuteris).

Analizuojamasis objektas yra plastikinis kamštelis (žr. 2 pav., a), kuris gali būti septynių skirtingų spalvų – rudos, raudonos, oranžinės, geltonos, žalios, violetinės ir baltos. Kamštelio skersmuo – 44 mm, briaunos plotis – 1,5 mm, aukštis – 14 mm. Į kamštelio vidų yra dedama baltos spalvos, 1 mm storio tarpinė. Kamštelių broko analizė atliekama ant važiuojančios konvejerio juostos (žr. 2 pav., b), kurios greitis apytiksliai siekia 400 mm/s.



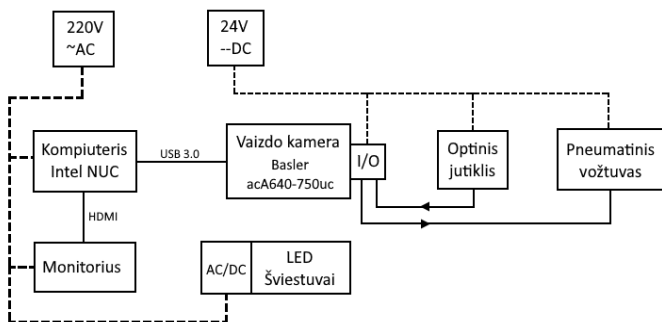
2 pav. Plastikinis kamštelis (a) ir konvejerio juosta (b)

Dėl didelio skirtingų spalvų kiekio, apimančio visą spalvų gamą – nuo baltos iki rudos (tamsaus atspalvio), sistemoje turi būti naudojama spalvota kamera. Kadangi vienu metu analizuojamas vienas kamštelis, kurio skersmuo – 44 mm, o brokuotos sritys būna didesnės nei 1 mm (tarpinės skylės ir kiaurymės), didelės rezoliucijos (> 2 MP) kamera yra nereikalinga.

Remiantis *Basler* gamintojo siūloma produkcija [5], žemiausios rezoliucijos (640×480 px – 0,3 MP) kamera pasižymi 751 kadru/s sparta. Pilnas kameros pavadinimas – *Basler acA640-750uc*. Išnaudojant visą kameros plotį kamštelio dydžiui ($480:44$), gaunamas 10,9 px : 1 mm arba 1 px : 91,7 μ m tikslumas. Kadangi bet kokia brokuota kamštelio sritis būna didesnė nei 1 mm, tai ši sritis kameros vaizde užima didesnę nei 11 px plotą. Tai reiškia, kad gamintojo siūloma 0,3 MP rezoliucijos ir 751 kadro/s spartos kamera yra tinkama brokui analizuoti.

Vaizdo analizė atliekama kompaktišrame ($108 \text{ mm} \times 154 \text{ mm} \times 32 \text{ mm}$) minikompiuteryje *Intel NUC 8CCHK* kompiuteryje su *Intel Celeron N3350* dviejų branduolių, 2,40 GHz procesoriumi. Vaizdo apdorojimo ir analizavimo programinė įranga – gamintojo *Matrox Imaging* programa – *Matrox Design Assistant 5.1*.

3 paveiksle pateikta visos sistemos struktūrinė schema, kurioje stačiakampiai blokai atstoja sistemos įrenginius (maitinimo šaltinius ir el. įrenginius), linijos – jungtis / kabelius tarp įrenginių.



3 pav. Sistemos struktūrinė schema.

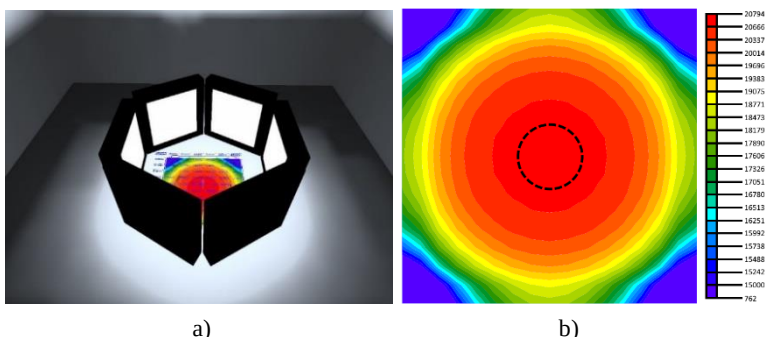
Punktyrinės linijos – maitinimo kabeliai, ištisinės linijos – signaliniai, duomenų perdavimo kabeliai su nurodytu tipu ar perdavimo kryptimi.

5. Apšvietimo sistemos projektavimas

Projektuojamai sistemai parinkta dviejų apšvietimo tipų kombinacija: tamsaus lauko ir dalinai šviesaus lauko apšvietimo tipų. Ši kombinacija gaunama naudojant vienos rūšies apšvietimo šaltinį – kvadrato formos panelinį difuzinį LED šviestuvą, kurio per visą šviečiantį plotą skleidžiama šviesa krenta nuo $8,8^\circ$ iki $52,4^\circ$ kampu. Tai reiškia, kad šviesos šaltinis atlieka tamsaus lauko apšvietimo ($< 45^\circ$) ir dalinai šviesaus lauko apšvietimo ($> 45^\circ$) funkcijas. Taikant tokį apšvietimo būdą, yra išvengiama daugumos nepageidaujamų atspindžių nuo kamščelio lygaus paviršiaus briaunų, kadangi $8,8^\circ$ – $52,4^\circ$ kampo intervale šviesos šaltinio spinduliai nėra tiesiogiai atspindimi į kameros objektyvą.

Apšvietimo sistema projektuojama programa *DIALux*. Šioje programoje sukuriami 3D erdvė, kurioje patalpinami realių parametrų šviesos šaltiniai (duomenys iš gamintojų puslapių), aprašomas skaičiuojamasis apšviečiamas plotas ir kt. Apšvietimo sistemos modelį (žr. 4 pav., a) sudaro 6 šviestuvai, sudėti vienas prieš kitą, sudarantys uždara kontūrą ir užima $750,84 \text{ cm}^2$ plotą, $0,013 \text{ m}^3$ tūrį, suvartoja 72 W elektros energijos.

4 paveikslo dalyje b matyti *DIALux* programos simuliacijos rezultatai. Kamščelio plote apšvietos lygis yra intervale 20 760–20 794 lx.



4 pav. Apšvietimo sistemos modelis (a) ir gauti rezultatai *DIALux* programoje (b)

Centrinėje ploto dalyje yra didžiausias apšvietos lygis (20 794 lx), o ties kamščelio šonu apie 20 760 lx, skirtumas siekia tik 34 lx arba 0,16 proc.

6. Programos algoritmas

Vaizdinės informacijos analizė vykdoma taikant *Matrox Design Assistant* programinę įrangą. Kamera gauto kamščelio vaizdo atpažinimo ir analizės programos kūrimas realizuojamas tiesiogiai kuriant algoritmą. Kadangi programos algoritmo apimtis yra didelė (24 žingsniai), straipsnyje pateikiamas esminių algoritmo dalių aprašymas.

Programa prasideda nuo pradinių parametrų: ekspozicijos laiko, trigeriavimo režimo, nuotraukų kaupimo, nuotraukos rezoliucijos ir kt. įrašymo į kameros atmintį. Tuo yra užtikrinamas identiškų parametrų pastovumas, kiekvieną kartą iš naujo paleidžiant programą. Apsisaugoma nuo atsitiktinio parametrų atsistatymo į numatytuosius (arba gamyklinius).

Po pradinių kameros parametrų įrašymo toliau seka begalinio ciklo pradžia. Pirmas ciklo etapas yra fizinio kameros įėjimo signalo nuskaitymas. Jei įėjimo signalas buvo gautas, trigeriuojama kamera ir pereinama prie vaizdo (nuotraukos) gavimo žingsnio. Šiame žingsnyje į programą perkeliamas vaizdas iš kameros vidinės atminties. Toliau dirbama tik su vaizdu programoje, o kamera yra atlaisvinama.

Sekantis žingsnis yra sąlyga su daugeliu variantų (gijų). Tai yra *switch case* komandos atitikmuo daugelyje programavimo kalbų. Kiekvienoje gijoje yra identiški spalvų aptikimo įrankiai, bet su skirtingais parametrais – skirtingais spalvų mėginiais (pavyzdžiais). Vienai spalvai naudojami keli spalvų mėginiai (3–6) su maža spalvos skirtumo tolerancija (leidžiamas skaitinis skirtumas nuo spalvos mėginio RGB reikšmių).

Kita dalis prasideda nuo vaizdo (nuotraukos) korekcijų, taikomų spalvos atpažinimo įrankio sugeneruoti nuotraukai. Iš viso paeiliui yra atliekamos 4 vaizdo korekcijos: spalvotos nuotraukos projekcija

(konvertavimas) į nespaltvotą; morfologinė erozijos operacija (pašalinami nepageidaujami smulkūs objektai ar taškai); paprastas slenkstinis filtravimas (nuotraukos binarizavimas, t. y. nuotraukos spalvų konvertavimas į juodą ir baltą); morfologinė ploto uždarymo operacija (pašalinami juodi plotai baltame fone, t. y. juodas plotas užpildomas jį ribojančia balta spalva). Koreguotame vaizde ieškoma elementų kurių plotas viršija 29 000 px, tai yra pirmas broko aptikimo etapas. Jeigu briauna yra labai smarkiai pažeista, t. y. dalis kamštelio neišlieta, gautas briaunos plotas bus mažesnis nei 29 tūkst. px ir joks elementas atitinkantis sąlygą nebus aptiktas.

Sekanti algoritmo dalis – briaunos profilio tikrinimas atliekamas su uždaru briaunų patikrinimo įrankiu. Šio įrankio veikimo principas pagrįstas apmokymo modelio sukūrimu ir jo taikymu tikrinamiems objektams. Apmokymo modelis sukuriamas sudedant taškus ant matomos briaunos. Taškai yra sujungiami vienas su kitu polilinija sudarant ištęstinį taškų modelį. Ant polilininijos yra sugeneruojamos stačiakampės paieškos zonos, kuriose matuojamas briaunos plotis ar tarpas. Briaunos pločiai, kaip tinkami, būtų priimami nuo 19 iki 39 px pločio.

Kitoje algoritmo dalyje pradedama tarpinės broko paieška. Pradžioje matuojamas tarpinės šviesumas. Šviesumo tikrinimo įrankiu apskaičiuojama vidurkinė pikselių reikšmė (0–255 px ribose) nuo viso matuoto tarpinės ploto. Brokas aptinkamas jei vidurkinė reikšmė nesiekia slenkstinės šviesumo ribos (kuri skirtingų spalvų kamšteliams yra ribose 145–190 (atitinkamai rudos–baltos spalvos)).

Tenkinant šviesumo sąlygas pereinama prie paskutinės esminės algoritmo dalies – vaizdo korekcijų tarpinei ir broko joje paieška. Iš viso taikomos šešios korekcijos, kurios vykdomos paeiliui: kraštinių aptikimas; išlyginimo operacija (tam tikras nuotraukos pikselių verčių diapazonas yra ištempiamas į platesnį diapazoną arba suglaudininamas į siauresnį diapazoną); erozijos operacija; paprastas slenkstinis filtravimas; morfologinė uždarymo operacija; morfologinė atidarymo operacija. Koreguotame vaizde siekiama rasti visus elementus kurių plotas viršija 40 px.

Bent viename etape identifikavus broką, įjungiamas išėjimo signalas, kuris reiškia kamštelio nupūtimą suslėgtu oru, priešingu atveju plastikinis kamštelis yra kokybiškas ir pasiruošiama analizuoti kitą kamštelį.

7. Analizuojamų duomenų pakartojamumo tyrimas

Pakartojamumo tyrimas atliekamas kiekvienai kamštelio spalvai. Tiriami parametrai, kurie yra tiesiogiai susiję su broko analizavimu ir aptikimu: kamštelio briaunos geometriniai matmenys (plotas), vidutinis kamštelio briaunos plotis ir tarpinės šviesumo lygis. Pakartojamumo dydis kiekvienam matuotam parametrui yra nustatomas, apskaičiuojant standartinį nuokrypį, taikant tokią formulę:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}; \quad (1)$$

čia s – standartinis nuokrypis; N – reikšmių kiekis; x_i – i -toji reikšmė; $\bar{x}$ – reikšmių aritmetinis vidurkis.

Visų spalvų kamšteliai buvo leidžiami pro broko analizavimo sistemą po 20 kartų. Formulėje (1) vienintelis nežinomasis dydis yra aritmetinis vidurkis $\bar{x}$. Apskaičiuotos aritmetinio vidurkio reikšmės kiekvienai spalvai ir kiekvienam matuotam parametru yra pateiktos 1 lentelėje.

1 lentelė

Pakartotinai analizuojamų kamšelių duomenų vidurkinės reikšmės

Spalva	Briaunos plotas, px	Briaunos plotis, px	Tarpinės šviesumas, px
Ruda	35 304,75	29,93	165,08
Žalia	33 982,15	28,73	171,81
Violetinė	32 627,45	28,90	172,30
Raudona	32 372,70	27,39	180,38
Oranžinė	30 597,40	26,05	185,87
Geltona	30 263,05	25,85	187,34
Balta	11 428,55	8,94	211,75

Naudojantis formule (1) kiekvienai spalvai apskaičiuotas standartinis nuokrypis pateiktas 2 lentelėje.

Apskaičiavus standartinį nuokrypį kiekvienai kamštelio spalvai ir kiekvienam analizuojamam parametru matyti, kad briaunos ploto standartinis nuokrypis yra didžiausias iš visų trijų analizuotų parametru: 1,23–2,62 proc. diapazonas nuo aritmetinio vidurkio. Mažiausias standartinis nuokrypis gautas tarpinės šviesumo parametru: 0,11–0,27 proc. nuo aritmetinio vidurkio, o briaunos pločio standartinis nuokrypis: 0,82–2,38 proc..

Briaunos parametru (ploto bei pločio) didžiausias nuokrypis gautas su rudos spalvos kamštelio (atitinkamai 2,62 proc. ir 2,38 proc.), o mažiausias standartinis nuokrypis gautas su baltos spalvos kamštelio (atitinkamai 1,23 proc. ir 0,82 proc.), tačiau baltos spalvos kamštelio briaunai aptikti naudojamas skirtingas būdas nei kitoms spalvoms, tai atspindi ir briaunos ploto ir pločio aritmetiniai vidurkiai – baltos spalvos kamštelio: apie 11 000 px plotas ir apie 9 px plotis, o spalvotų kamšelių: 30 000–35 000 px plotas ir 26–30 px plotis.

Taigi iš spalvotų kamšelių mažiausias standartinis nuokrypis gautas su oranžiniu kamštelio (atitinkamai 1,29 proc. ir 0,94 proc.). Absoliutus vaizdo analizavimo sistemos matuojamų parametru pakartojamumas apskaičiuojamas iš idealios 100 proc. reikšmės atimant didžiausią standartinį nuokrypį (2,62 proc.).

Pakartotinai analizuojamų kamštelių duomenų standartinio nuokrypio reikšmės

Spalva	Briaunos plotas		Briaunos plotis		Tarpinės šviesumas	
	px	% (nuo vidurkio)	px	% (nuo vidurkio)	px	% (nuo vidurkio)
Ruda	923,43	2,62 %	0,71	2,38 %	0,19	0,12 %
Žalia	470,07	1,38 %	0,35	1,21 %	0,22	0,13 %
Violetinė	584,37	1,79 %	0,35	1,28 %	0,23	0,13 %
Raudona	605,99	1,87 %	0,34	1,23 %	0,23	0,13 %
Oranžinė	395,62	1,29 %	0,24	0,94 %	0,20	0,11 %
Geltona	458,15	1,51%	0,30	1,16%	0,51	0,27%
Balta	140,23	1,23%	0,07	0,82%	0,26	0,12%

Apskaičiuotas absoliutus sistemos matuojamų parametrų pakartojamumas siekia 97,38 proc.

8. Programos algoritmo etapų vykdymo laiko tyrimas

Kiekvieno programos algoritmo etapo vykdymas trunka tam tikrą laiko tarpą. Vykdymo laikas parodo kiek kompiuterio procesorius vykdo procesą, t. y. vieną programos etapą. Laiko dydis priklauso nuo proceso sudėtingumo ir jį sudarančių operacijų kiekio. Šiuo tyrimu siekiama išmatuoti visų vaizdo analizavimo programos etapų vykdymo laiko trukmę, ir išsiaiškinti, kurie etapai yra sudėtingiausi ir trunka ilgiausiai, o kurie įvykdomi greitai. Analogiškai pakartojamumo tyrimui, atskirai matuojamas visų spalvų kamšteliams vykdymo laikas. Matuojamas šių programos etapų atskirų etapų vykdymo laikas: vaizdo gavimas (V.g.), triukšmo mažinimas (T.m.), spalvos aptikimas (S.a.), vaizdo korekcijos (briaunai) (V.k.b.), briaunos aptikimas (B.a.), koordinatų sistemos sukūrimas (K.s.s.), briaunos tikrinimas (B.t.), tarpinės šviesumas (T.š.), vaizdo korekcijos (tarpinei) (V.k.t.), brokuotų sričių tarpinėje paieška (B.s.p.). 3 lentelėje pateiktos vykdymo laiko vidurkinės penkių bandymų reikšmės. Vaizdo gavimo ir koordinatų sistemos sukūrimo etapų vykdymo laiko reikšmės yra vidutiniškai vienodos visoms kamštelių spalvoms (atitinkamai 4,37 ms ir 0,06 ms).

Iš 3 lentelėje pateiktų matavimų rezultatų matyti, kad spalvotų kamštelių bendras visų etapų vykdymo laikas yra diapazone 47,35–49,69 ms, o baltos spalvos kamštelių – 35,86 ms. Baltos spalvos kamštelių analizavimo laikas yra mažiausias (35,86 ms), nes jiems neatliekamas spalvos aptikimas, tačiau reikalingos papildomos vaizdo korekcijos briaunos tiksliai aptikimui, lyginant su kitomis spalvomis, todėl vaizdo korekcijų briaunai etapas baltiems kamšteliams vykdomas 20,73 ms, o spalvotiems kamšteliams 12,29–13,16 ms.

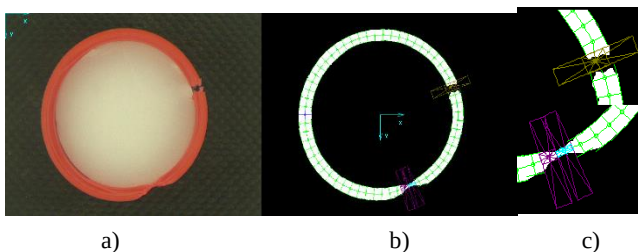
Programos algoritmo etapų vykdymo laikas

Etapas	Vykdymo laikas, ms						
	Raudona	Ruda	Oranžinė	Geltona	Žalia	Violetinė	Balta
V.g.	4,37						
T.m.	2,38	2,68	2,73	2,99	2,55	3,00	2,65
S.a.	19,39	20,54	20,42	20,11	20,03	20,54	-
V.k.b.	12,33	13,04	12,61	12,29	12,92	13,16	20,73
B.a.	0,89	0,93	0,68	0,71	0,65	0,67	0,52
K.s.s.	0,06						
B.t.	1,44	1,50	1,52	1,68	1,36	1,86	1,36
T.š.	1,19	1,25	1,13	1,13	1,12	1,03	1,12
V.k.t.	4,21	4,13	4,02	4,12	4,01	3,90	3,94
B.s.p	1,09	1,11	1,09	1,09	1,08	1,10	1,11
Viso	47,35	49,61	48,63	48,55	48,15	49,69	35,86

Spalvotų kamščių analizė vidutiniškai trunka 48,66 ms, kurioje ilgiausiai vykdomas spalvos aptikimo etapas – 19,39–20,54 ms.

9. Plastikinių kamščių broko analizavimo tyrimas

Kadangi suprojektuotos ir tiriamos sistemos paskirtis yra atpažinti ir išanalizuoti plastikinių kamščių broką, šiuo tyrimu atliekama dvidešimt skirtingų brokuotų plastikinių kamščių apžvalga – būdingas broko požymis, gauti duomenys programine įranga, broką aptinkantis programos algoritmo etapas. Straipsnyje pateikiami 4 atvejai. 5 paveiksle pavaizduotas pirmasis brokuoto plastikinio kamščio atvejis – raudonos spalvos kamščio briauna su smulkiu liejimo broku (matomas briaunos susiaurėjimas) ir su dirbtiniu trūkiu.

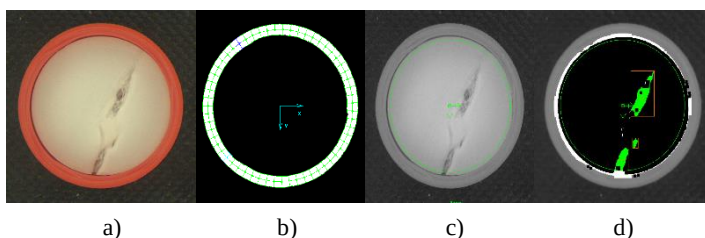


5 pav. 1-asis plastikinio kamščio broko analizavimo pavyzdys: a) kameros vaizdas; b) briaunos tikrinimo įrankio vaizdas; c) priartintos aptikto broko sritys

Po spalvos aptikimo ir vaizdo korekcijų etapų, briaunos aptikimo įrankiu aptiktos briaunos plotas yra lygus 32 835 px, kuris tenkina kokybiškos

briaunos ploto sąlygą ($> 29\,000$ px). Kadangi pirmuoju broko analizavimo etapu brokas neaptiktas, pereinama prie sekančio etapo – briaunos tikrinimo. Šiame etape (žr. 5 pav., *b–c*) aptiktos abejos brokuotos dalys. Geltonos spalvos stačiakampiu pavaizduojamas aptiktas tarpas briaunoje ($39,96$ px), o violetinės spalvos stačiakampiu pavaizduota aptikta briaunos dalis netenkinanti briaunos pločio sąlygos ($6\text{ px} < 19\text{ px}$). Tikrinamos briaunos atitinkamumo santykis su apmokymo modeliu – $94,9$ proc. Po šio etapo plastikinis kamštelis pripažįstamas brokuotu, nes atitinkamumo santykis nėra lygus 100 proc., todėl tolimesni analizavimo etapai nebevykdomi.

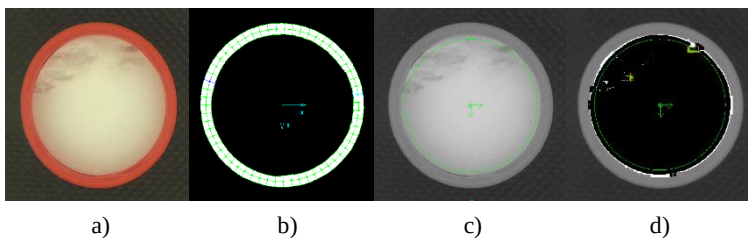
6 paveiksle pavaizduotas antrasis brokuoto plastikinio kamštelio atvejis – raudonos spalvos kamštelis su tarpinės liejimo broku, briauna – kokybiška.



6 pav. 2-asis plastikinio kamštelio broko analizavimo pavyzdys: a) kameros vaizdas; b) briaunos tikrinimo įrankio vaizdas; c) tarpinės šviesumo tikrinimo įrankio vaizdas; d) tarpinės brokuotų sričių paieškos įrankio vaizdas

Briaunos aptikimo įrankiu aptiktos briaunos plotas yra lygus $32\,768$ px, kuris tenkina kokybiškos briaunos ploto sąlygą ($> 29\,000$ px). Šiame etape neaptikus briaunos broko, pereinama prie briaunos tikrinimo etapo (žr. 6 pav., *b*), kuriame gautas briaunos atitinkamumo santykis yra lygus 100 proc. Po šių etapų briauna pripažįstama kokybiška ir pereinama prie tarpinės analizės. Tarpinės šviesumo tikrinimo etape (žr. 6 pav., *c*) išmatuotas šviesumas siekia $171,8$ px, kuris tenkina kokybiškos tarpinės šviesumo sąlygą (160 px). Šiuo etapu tarpinės brokas neaptiktas, todėl sekančiuose etapuose atliekamos vaizdo korekcijos tarpinės plotui ir ieškoma brokuotų sričių jau koreguotame vaizde. Kaip matyti 6 paveiklo *d* dalyje, aptiktos trys brokuotos sritys, atvaizduotos žalia spalva ir apvestos oranžinės spalvos stačiakampiu. Aptiktų brokuotų sričių plotai yra: $1\,816$ px, 198 px ir $1\,015$ px. Brokuotomis sritimis pripažįstamos aptiktos sritys, kurių plotas viršija 40 px. Šis etapas yra paskutinis broko analizės etapas programoje. Taigi po jo yra atitinkamai valdomas išėjimo signalas, brokuoto kamštelio šalinimui.

7 paveiksle pavaizduotas antrasis brokuoto plastikinio kamštelio atvejis – raudonos spalvos kamštelis su tarpinės liejimo broku, briauna – kokybiška.



7 pav. 3-asis plastikinio kamštelio broko analizavimo pavyzdys: a) kameros vaizdas; b) briaunos tikrinimo įrankio vaizdas; c) tarpinės šviesumo tikrinimo įrankio vaizdas; d) tarpinės brokuotų sričių paieškos įrankio vaizdas

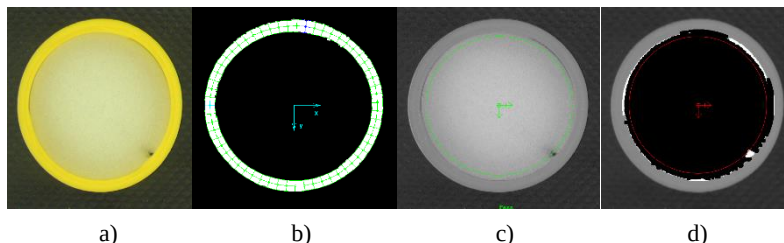
Briaunos aptikimo įrankiu aptiktos briaunos plotas yra lygus 32 622 px, kuris tenkina kokybiškos briaunos ploto sąlygą ($> 29\,000$ px). Tenkinant šią sąlygą, brokas nepatinkamas ir pereinama prie briaunos tikrinimo etapo (žr. 7 pav., b). Šiame etape briauna 100 proc. atitinka apmokymo modelį, todėl brokas čia neaptinkamas – briauna kokybiška. Po briaunos tikrinimo seka tarpinės šviesumo tikrinimas (žr. 7 pav., c). Išmatuotas tarpinės šviesumas – 185,3 px, kuris taip pat tenkina kokybiškos tarpinės šviesumo sąlygą (160 px). Neužfiksavus broko šiame etape, atliekamos vaizdo korekcijos tarpinės ir ieškoma brokuotų sričių. Brokuotų sričių paieškos įrankiu (žr. 7 pav., d) aptiktos dvi brokuotos sritys, kurių plotas atitinkamai lygus 68 px ir 108 px. Nors ir realus tarpinės brokas užima apytiksliai 16 290 px plotą (17 proc. viso tarpinės ploto), dėl žemo kontrasto (< 10 px) tarp brokuotų sričių ir sveikos tarpinės, kai tuo pačiu kontrastas tarp tarpinės centro ir krašto yra apie 25 px, vaizdo atpažinimo sistema aptiktų sričių plotas yra palyginti mažas (0,4 proc. ir 0,7 proc. nuo viso brokuoto ploto), todėl tokio tipo tarpinės brokas pasižymi didele neaptikimo tikimybe. Sėkmingai aptikus broką šiame etape, toliau seka kameros išėjimo signalo valdymas, t. y. duodama komanda kamštelio nupūtumui suslėgtu oru.

8 paveiksle pavaizduotas antrasis brokuoto plastikinio kamštelio atvejis – raudonos spalvos kamštelis su tarpinės liejimo broku, briauna – kokybiška.

Briaunos aptikimo įrankiu aptiktos briaunos plotas yra lygus 30 708 px, kuris tenkina kokybiškos briaunos ploto sąlygą ($> 29\,000$ px). Taip pat briaunos tikrinimo įrankiu (žr. 8 pav., b) apmokymo modelio atitinkamumas yra lygus 100 proc. nes visi tikrinimo segmentai sutampa. Taigi kamštelio briauna yra kokybiška. Perėjus prie tarpinės šviesumo tikrinimo etapo (žr. 8 pav., c) išmatuotas tarpinės šviesumas – 176,2 px, kuris tenkina kokybiškos tarpinės šviesumo sąlygą (> 170 px).

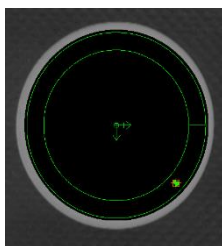
Šiame etape neaptikus broko, atliekamos įprastos vaizdo korekcijos ir vykdoma brokuotų sričių paieška koreguotame vaizde (žr. 8 pav., d). Tačiau

jokių brokuotų sričių neaptinkama nes degėsis tarpinėje nepatenka į paieškos zoną, todėl toks kamštelis klaidingai pripažįstamas kokybišku.



8 pav. 4-asis plastikinio kamštelio broko analizavimo pavyzdys: a) kameros vaizdas; b) briaunos tikrinimo įrankio vaizdas; c) tarpinės šviesumo tikrinimo įrankio vaizdas; d) tarpinės brokuotų sričių paieškos įrankio vaizdas

Šiai problemai spręsti pasitelkiamos papildomos vaizdo korekcijos ir naujas brokuotų sričių paieškos įrankis. Po korekcijų, koreguotame vaizde vykdoma brokuotų sričių paieška (žr. 9 pav.).



9 pav. Brokuotų sričių tarpinėje paieška po papildomų korekcijų koreguotame vaizde

Šio brokuotų sričių paieškos įrankio paieškos plotas yra žiedo tipo, kurio vidurinė linija atitinka tarpinės kraštą. Šiuo atveju aptikta sritis, kurios plotas yra lygus 112 px. Tokio ploto sritis viršija minimalią brokuotos srities ploto ribą (40 px).

Taigi, šiame etape brokas aptinkamas ir kamštelis pripažįstamas brokuotu. Tačiau pagrindinis papildomų vaizdo korekcijų ir brokuotų sričių paieškos įrankio įdiegimo trūkumas yra pailgėjęs bendras analizės laikas. Naujų vaizdo korekcijų taikymas vidutiniškai trunka 18,54 ms, o brokuotų sričių paieška – 2,61 ms.

Galiausiai spalvotų kamštelių vidutinis analizės laikas pailgėjo 43,5 proc. (nuo 48,66 ms iki 69,81 ms), o baltos spalvos kamštelių analizės laikas pailgėjo 59 proc. (nuo 35,86 ms iki 57,01 ms).

10. Išvados

1. Suprojektuotos apšvietimo sistemos apšvietos lygis apytiksliai lygus 20 790 lx, kuris krenta 0,16 proc. už 20 mm (kamštelio krašte).
2. Apskaičiuotas absoliutus sistemos matuojamų parametru pakartojamumas: 97,38 proc.
3. Spalvotų kamštelių analizė vidutiniškai trunka 48,66 ms, o baltų kamštelių – 35,86 ms.
4. Atlikus dvidešimties skirtingų brokuotų kamštelių apžvalgą išsiaiškinta, kad 19 atvejų iš 20 brokas buvo atpažintas ir išanalizuotas, iš kurių 4 atvejai yra rizikingi, kuomet brokas gali būti ne visada aptinkamas.
5. Nesėkmingos broko analizės problemai spręsti, buvo pasitelktos papildomos vaizdo korekcijos, dėl kurių analizės laikas pailgėjo 21,15 ms – 43,5 proc. spalvotiems ir 59 proc. baltiems kamšteliams.

Literatūra

1. STEGER, C. et al. *Machine Vision Algorithms and Applications* [interaktyvus]. 2018, 497 [žiūrėta 2019-05-29]. Prieiga per: https://books.google.lt/books?hl=lt&lr=&id=tppFDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR19&dq=illumination+for+machine+vision&ots=omrKrSqtKe&sig=srOf1gvN4-PbteUUPIIHfj5RSWA&redir_esc=y#v=onepage.
2. BEYERER, J. et al. *Machine Vision*. Karlsruhe: Springer, 2016. ISBN 9783662477939.
3. COGNEX CORPORATION. *What is Machine Vision – Introduction to Machine Vision* [interaktyvus]. Cognex, 2019 [žiūrėta 2019-05-30]. Prieiga per: <https://www.cognex.com/what-is/machine-vision/what-is-machine-vision>.
4. *Selection Criteria Industrial Vision Systems* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2019-06-15]. Prieiga per: https://www.vision-doctor.com/images/stories/systeme/en/Selection_Criteria_industrial_vision_systems.png.
5. BASLER AG. *Basler Ace – Area Scan Cameras* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2019-06-15]. Prieiga per: <https://www.baslerweb.com/en/products/cameras/area-scan-cameras/ace/#productline=aceu>.



AUTOMOBILIŲ TECHNINĖS BŪKLĖS STATISTINIS TYRIMAS

Beniušis A.¹, Tautkus A.¹

¹Kauno technologijos universitetas

Raktiniai žodžiai: automobilių, techninė būklė, trūkumai, statistika.

1. Įvadas

Transporto priemonių techninės būklės statistinius tyrimus atlieka dauguma Europos Sąjungos šalių, taikydamos tas pačias sąvokas ir klasifikavimą. Techninių apžiūrų organizacijos jau daugelį metų renka įvairią statistiką apie į įstaigos administruojamus centrus, stotis ar kitus padalinius atvykstančius automobilius.

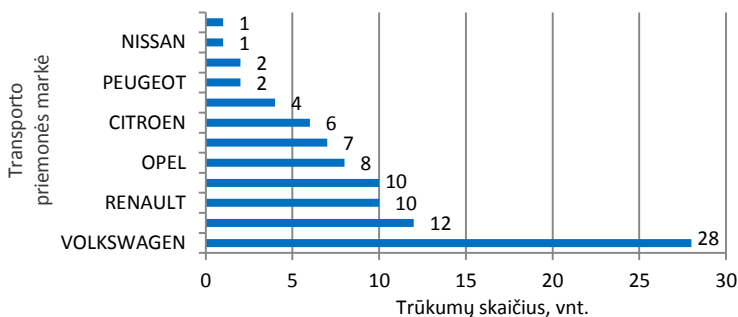
Tyrimo tikslas – rengti ir skelbti statistinę informaciją apie transporto priemonių būklę. Kasmet sudaromi patikimiausių ir nepatikimiausių modelių sąrašai įvairių markių kategorijose.

Uždaviniai:

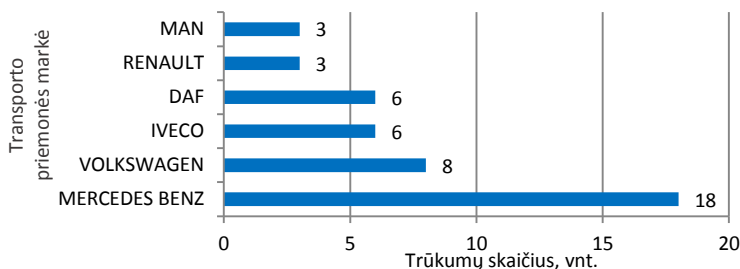
1. Įvertinti krovininių transporto priemonių techninę būklę, vadovaujantis nustatyta tvarka, patvirtintais techniniais motorinių transporto priemonių ir jų priekabų reikalavimais.
2. Atlikti Lietuvos krovininių transporto priemonių ir jų priekabų statistinę parko analizę.
3. Nustatyti dažniausiai pasitaikančius krovininių automobilių bei jų priekabų gedimus (remiantis techninių apžiūrų centrų statistiniais duomenimis).
4. Nustatyti vidutinį trūkumų skaičių.

2. Tyrime naudoti duomenys

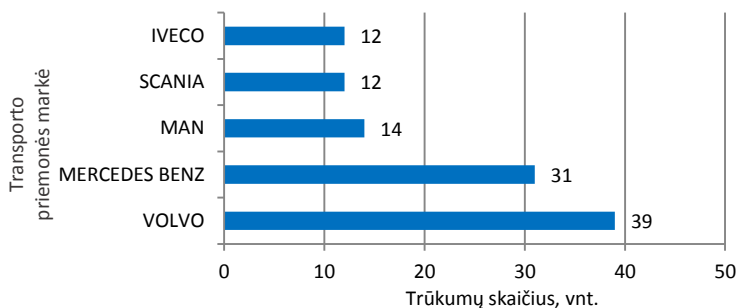
Lietuvoje eksploatuojama virš 1,5 mln. transporto priemonių, todėl svarbu žinoti kaip jis keičiasi, kokių transporto priemonių yra daugiausiai, kokios yra populiariausios, kokie trūkumai nustatomi dažniausiai. Statistiniam tyrimui atlikti, buvo renkami duomenys apie krovininių automobilių ir jų priekabų trūkumus, nustatomus techninės apžiūros metu. 1–4 paveiksluose pateikti duomenys, parodantys koks trūkumų skaičius rastas priklausomai nuo automobilių markių.



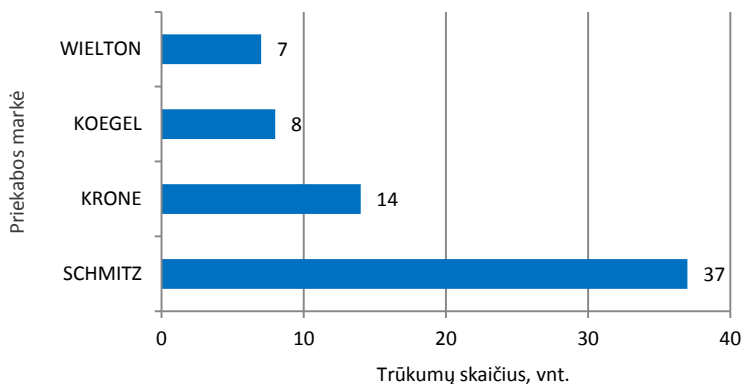
1 pav. N1 klasė – transporto priemonė kroviniams vežti, kurios bendroji masė ne didesnė kaip 3,5 t



2 pav. N2 klasė – transporto priemonė kroviniams vežti, kurios bendroji masė didesnė kaip 3,5 t, tačiau ne didesnė kaip 12 t



3 pav. N3 klasė – transporto priemonė kroviniams vežti, kurios bendroji masė didesnė kaip 12 t



4 pav. O4 klasė – priekabos, kurių bendroji masė didesnė kaip 10 t

Iš gautų duomenų, kurie pavaizduoti histogramose (žr. pav 1–4), pasirinktos automobilių markės, kurios turi didžiausią trūkumų skaičių.

3. Skaičiuojame gautų duomenų skaitines charakteristikas

Sudaryta dažnių lentelė (žr. 1 lentelę), kuri parodo, kaip dažnai kiekviena iš reikšmių pasitaiko arba kaip dažnai patenka į tam tikrą reikšmių intervalą. Dažnių lentelė – tai pagrindinis kategorinių duomenų statistinio apibendrinimo būdas.

Imties dydis – tai skaičius kuris parodo kiek vidutiniškai vienam automobiliui tenka trūkumų. Šis skaičius pateiktas 1 lentelėje.

Dispersijos dydis – tai imties elementų išsibarstymas nuo vidurkio. Kuo didesnė dispersija, tuo reikšmės labiau išsibarstę nuo vidurkio. Jos privalumas yra tas, kad atsižvelgiama į visus duomenis ir pateikiamas vidutinis skirtumų nuo vidurkio kvadratas. Dispersija reikalinga imčių palyginimui [1–15].

Imties vidurkio, dispersijos, empirinės imties skaičiavimuose naudotos reikšmės [1–15]:

- $\bar{X}$ – skaičius, sugrupuotos imties vidurkis;
- $x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$ – imties elementų reikšmės;
- $n_1 + n_2 + \dots + n_k$ – imties elementų dažniai;
- n – elementų skaičius.

Imties vidurkį apskaičiuojamas pagal (1) formulę:

$$\sum_{i=1}^n x_i. \quad (1)$$

Imties dispersija pagal formulę (2):

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k (x_i - \bar{X})^2 n_i. \quad (2)$$

Dispersija skaičių imčiai yra lygi:

$$S^2 = \overline{X^2} - \bar{X}^2. \quad (3)$$

Empirinės imties S^2 vidutinis kvadratinis nuokrypis – tai kvadratinė šaknis iš empirinės dispersijos $\sqrt{S^2}$, o pataisytas kvadratinis nuokrypis – kvadratinė šaknis iš pataisytos dispersijos $\sqrt{S_1^2}$ [1–15]:

$$S_1 = \sqrt{S_1^2} = \sqrt{\frac{n}{n-1} S^2}. \quad (4)$$

1 lentelė

Statistinių duomenų apibendrinimas

TP Markė (kategorija)	Viso patikrinta TP	TP dalis turinčios (DT)	Imties dydis ($\bar{x}$) tenkantis TP	Dispersijos dydis (s^2) tenkantis TP
MERCEDES BENZ (N1)	12	5 (41,7 %)	2	1,33
VOLKSWAGEN (N1)	18	13 (72,2 %)	4	14,28
MERCEDES BENZ (N2)	6	3 (50 %)	2	7,38
VOLKSWAGEN (N2)	2	2 (100 %)	4	1,5
MERCEDES BENZ (N3)	74	20 (27,03 %)	5,33	49,58
VOLVO (N3)	69	15 (21,74 %)	5	13,14
SCANIA (N3)	27	4 (14,81 %)	2,6	0,64
MAN (N3)	14	7 (50 %)	2,4	2,24
IVECO (N3)	3	2 (66,67 %)	2,4	1,44
SCHMITZ (O4)	141	31 (21,98 %)	9	81,5
KRONE (O4)	52	8 (15,38 %)	3	4,24
KOEGEL (O4)	22	2 (9,09 %)	1,75	1,68
WIELTON (O4)	8	1 (12,5 %)	1,75	1,25

4. Išvados

1. Išanalizavus surinktą medžiagą apie techninę apžiūrą atliekančias organizacijas, darytina išvada, kad dauguma jų renka duomenis, susijusius su automobilių technine būkle. Surinkti duomenys statistikos metodais analizuojami, gauti rezultatai yra viešinami.

2. Atliktas apžiūros metu nustatytų trūkumų grupavimas ir jų surašymas į lenteles, histogramų sudarymas. Gauti neapdoroti statistiniai duomenys, kurie nesuteikė jokios aiškos informacijos. Neturint kvalifikuotos, nuodugnios aprašomosios duomenų analizės neįmanoma atlikti statistinio tyrimo.
3. Statistinio tyrimo ciklas – tai metodologinis modelis, leidžiantis pritaikyti mokslinį metodą, kai siekiama išspręsti analitinį ar tiriamąjį klausimą. Dėl imties sudarymo paklaidų, imčių statistikos rezultatai negali būti laikomi tiksliais statistinių parametrų skaičiais.

Literatūra

1. ČEKANAČIUS, V., MURAUSKAS, G. *Statistika ir jos taikymai I*. Vilnius: TEV, 2006.
2. ČEKANAČIUS, V., MURAUSKAS, G. *Statistika ir jos taikymai II*. Vilnius, 2001.
3. ŽEMAITIS, A. *Trumpas tikimybių teorijos ir matematinės statistikos kursas*. Vilnius: Technika, 2001.
4. MIŠEIKIS, F. *Statistika ir ekonometrija*. Vilnius: Technika, 1997.
5. RAULYNAITIS, J., PODVEZKO, V., VAKRINIENĖ, S., DAUNORAČIUS, J. *Matematinė statistika*. Vilnius: Technika, 1997.
6. FIELD, A., MILES, J., FIELD, Z. *Discovering Statistics Using R*. London: Sage, 2012.
7. *Lietuvos techninės apžiūros įmonių asociacija „Transeksa“* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-02-19]. Prieiga per: <https://www.vta.lt/>.
8. *Regresinės analizės pagrindai* [interaktyvus]. 2009 [žiūrėta 2020-02-19]. Prieiga per: <https://nathaliya.wordpress.com/tag/statistika-pas-algirdas-javtokas/>.
9. VENCLOVIENĖ, J. *Statistiniai metodai medicinoje* [interaktyvus]. Kaunas: Vytauto didžiojo universitetas, 2010 [žiūrėta 2020-02-19]. Prieiga per: <https://www.vdu.lt/cris/bitstream/20.500.12259/271/1/ISBN9789955125587.pdf>.
10. COHEN, J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Routledge, 1988.
11. ČEKANAČIUS, V., MURAUSKAS, G. *Taikomoji regresinė analizė socialiniuose tyrimuose*. Vilnius: Vilniaus universitetas, 2014.
12. JANILIONIS, V., MORKEVIČIUS, V., RAULECKAS, R. *Statistinė kiekybinių duomenų analizė su SPSS ir STATA* [interaktyvus]. Kaunas: KTU, 2008 [žiūrėta 2020-02-19]. Prieiga per: http://www.lidata.eu/files/mokymai/stat/Statistika_galutine_redakcija.pdf.
13. KABAŠINSKAS, A., ŠUTIENĖ, K., RAGULSKIENĖ, J. *Matematika 2. Diferencialinės lygtys, tikimybių teorija ir matematinė statistika*. Kaunas, 2015.



KĖLIMO MECHANIZMO SUKELIAMŲ JĖGŲ TYRIMAS

Bučaitė R.¹, Tautkus A.¹

¹*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: kėlimo mechanizmas, jėga, reakcijos.

1. Įvadas

Krovinių gabenimo pramonėje dažnai yra naudojami pagalbiniai įrenginiai. Vienas iš jų yra kėlimo mechanizmas – keltuvas, kurio paskirtis pakrauti arba iškrauti krovinis iš transporto priemonių. Keltuvo tvirtinimas skirtingų modelių transporto priemonėms kelia daug problemų ir reikalauja pritaikytų konstrukcinių sprendimų. Universaliems keltuvams skirtingų modelių sunkvežimiams pritaikyti yra projektuojami specialūs laikikliai. Šiame straipsnyje nagrinėjamos tokiems laikikliams projektuoti būtinos apkrovos schemos.

Darbo tikslas – nustatyti kaip kėlimo mechanizmo rėmo tvirtinimo vietų reakcijos priklauso nuo krovinio padėjimo padėties ir keltuvo platformos pakėlimo aukščio.

2. Krovinio pridėjimo vietos įtaka, kėlimo mechanizmo rėmo reakcijoms

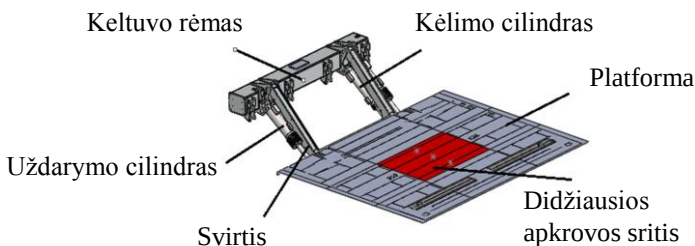
Rekomenduojama krovinio pakrovimo padėtis yra keltuvo platformos centras, todėl didžiausia apkrova gali veikti pažymėtame plote (žr. 1 pav.). Nustatyta kuriame šio ploto taške pridėta apkrova sukelia didžiausias reakcijas šarnyruose, kurie 2 paveiksle pažymėti skaičiais 1, 2 ir 3:

- 1-u šarnyru keltuvo rėmas sujungtas su svirtimi (žr. 1 pav.);
- 2-u šarnyru keltuvo rėmas sujungtas su kėlimo cilindru (žr. 1 pav.);
- 3-u šarnyru keltuvo rėmas sujungtas su uždarymo cilindru (žr. 1 pav.).

Nustatant reakcijas laikoma, kad viso keltuvo dalys yra absoliučiai standžios. Todėl reakcijų dydžiui įtakos turės tik apkrovos padėties keitimas x ašies (žr. 2 pav.) kryptimi.

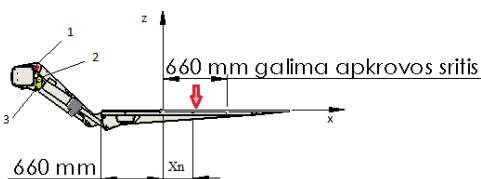
Parinkti trys apkrovos pridėjimo taškai (žr. 2 pav.):

- $x_1 = 100$ mm;
- $x_2 = 330$ mm;
- $x_3 = 560$ mm.



1 pav. Keltuvo komponentai

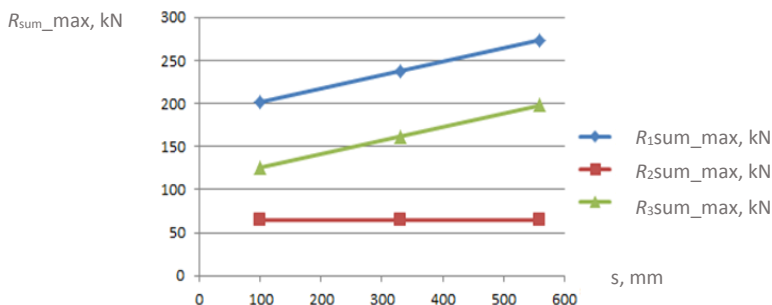
Apkrova – tai jėga, kuri yra pridėta statmenai keltuvo platformai. Tiriamo keltuvo maksimali keliamoji galia yra 2 500 kg [1], o apkrovos dydis – 12,5 kN, nes visos keltuvo dalys yra absoliučiai standžios ir užtenka modeliuoti tik pusę keltuvo, t. y. modelyje „dirbs“ tik vienas kėlimo cilindras.



2 pav. Skaičiavimo schema

Skaičiavimai atlikti taikanti erdvinio modeliavimo programos *SolidWorks* priedą *Motion* [2].

Gauti suminių reakcijų rezultatai pateikti 3 paveiksle.



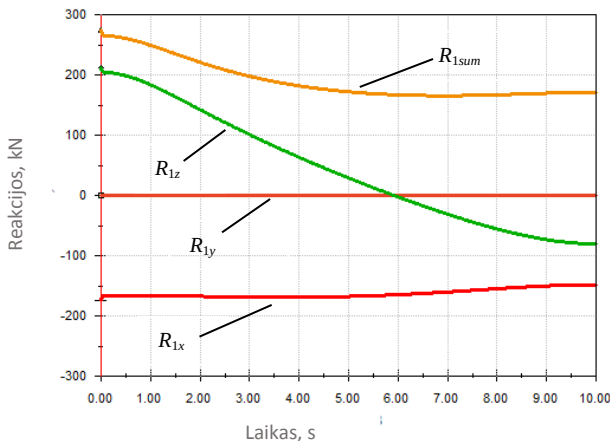
3 pav. Reakcijų kitimas, keičiantis krovinio pridėjimo vietai

Iš jų matyti, kad kuo labiau krovinio svorio centro pridėjimo atstumas tolsta nuo leistinos zonos pradžios, tuo labiau didėja reakcijos.

3. Didžiausių reakcijų ir pavojingiausių laiko momentų nustatymas

Tyrimė nustatyta, kaip kinta trijų šarnyrų reakcijos, kai keltuvas platforma su didžiausia galima apkrova yra pridėta pavojingiausioje vietoje, t. y. kelia nuo žemiausios iki aukščiausios padėties. Laikyta, kad platforma iš žemiausios į aukščiausią padėtį pasikels per 10 s. Tam kėlimo cilindro kotas turi išsistumti 1 130 mm. 1-ojo, 2-ojo ir 3-ojo šarnyrų reakcijų dedamųjų kitimas platformos kėlimo metu atitinkamai pateiktas 4, 5 ir 6 paveiksluose.

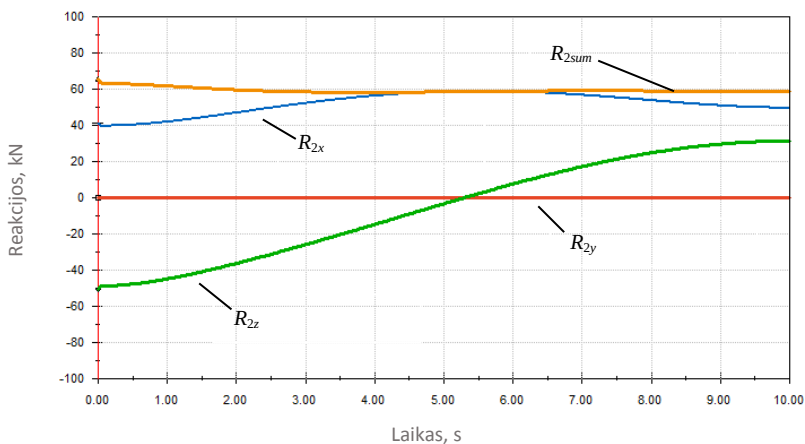
Iš 4 paveikslą matyti, kad 1-ame šarnyre didžiausia suminė reakcija kyla ties 0 s, t. y. tik pradėdant kelti iš žemiausios padėties. Didžiausia reakcijos dedamoji R_{1x} kyla ties 10 s. Kėlimo eigoje R_{1z} dedamoji ties 5,4 s keičia ženklą, todėl darytina prielaida, kad galima pavojingiausia 1-ojo šarnyro reakcija gali būti tais laiko momentais, kai R_{1z} su didžiausiomis vertėmis kyla, bet veikia į priešingas puses, t. y. ties 0 ir 10 s.



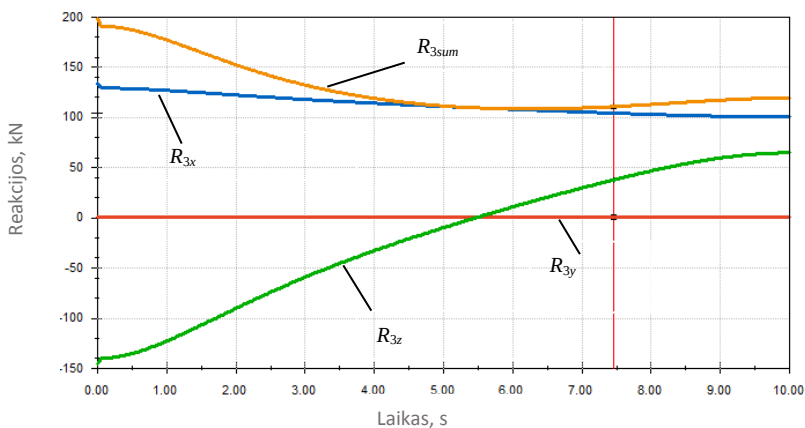
4 pav. Reakcijos veikiančios svirtį, keliant krovinį

Iš 5 paveikslą matyti, kad 2-ame šarnyre didžiausia suminė reakcija kyla, kaip ir 1-ame šarnyre, ties 0 s. Didžiausia reakcijos dedamoji R_{2x} kyla ties 5,4 s. Kėlimo eigoje R_{2z} dedamoji ties 5,4 s taip pat keičia ženklą, todėl darytina prielaida, kad galima pavojingiausia 2-ojo šarnyro reakcija gali būti tais laiko momentais, kai R_{2z} kyla, bet veikia į priešingas puses, t. y. ties 0 ir 10 s.

Iš 6 paveikslą matyti, kad 3-ame šarnyre reakcijos dedamoji R_{3x} didžiausią vertę įgyja ties 0 s. Kitos reakcijos veikia analogišku dėsningumu kaip 2-ame šarnyre.



5 pav. Reakcijos veikiančios kėlimo cilindrą, keliant krovinį



6 pav. Reakcijos veikiančios uždarymo cilindrą, keliant krovinį

Taigi, darytina ta pati prielaida, kad pavojingiausia 3-ojo šarnyro reakcija yra tais laiko momentais, kai R_{3z} įgyja didžiausias reikšmes.

4. Išvados

1. Didžiausios reakcijos bus tada, kai krovinio svorio centras daugiausia nutolęs nuo platformos pradžios.

2. Pavojingiausi laiko momentai yra ties 0 s, 5,4 s ir 10 s, juose reakcijos įgyja kritines vertes. Jų dydžiai, atitinkamu laiko momentu: 0 s – $R_{1sum} = 274$ kN; $R_{2sum} = 65$ kN; $R_{3sum} = 198$ kN; 5,4 s – $R_{2x} = 65$ kN; 10 s – $R_{1x} = -164$ kN.

Literatūra

1. *Zepro keltuvai* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-03-05]. Prieiga per: <https://www.hiab.com/en/zepro/products/Tail-lifts/ZEPRO/Products-zepro/zepro-z-150020002500/>.
2. *SolidWorks corporation. SolidWorks Education Edition Getting Started Massachusetts*. 2002.



KELIO PLANAVIMO ALGORITMAI, NAUDOJAMI AUTONOMINĖSE TRANSPORTO PRIEMONĖSE

Kropas J.¹, Mileris M.¹, Česnulevičius A.¹

¹Kauno technologijos universitetas

Raktiniai žodžiai: autonominės transporto priemonės, kelio planavimas, algoritmai.

1. Įvadas

Nuo pat pirmojo automobilio sukūrimo, kuomet dar XIX-ojo amžiaus pabaigoje vokiečių išradėjas Karlas Benz as užpatentavo savo išradimą, transporto priemonės tobulėjo ypač sparčiai. Saugumas, ekonomiškumas, ekologija – tai tik keletas sąvokų, kuriuos buvo itin analizuojamos transporto priemonių gamyboje paskutiniaisia dešimtmečiais. Tačiau pastaruoju laiku automobilių pramonėje ypač didelis dėmesys yra skiriamas vienai iš „ateities technologija“ vadinamų sistemų – autonomijai.

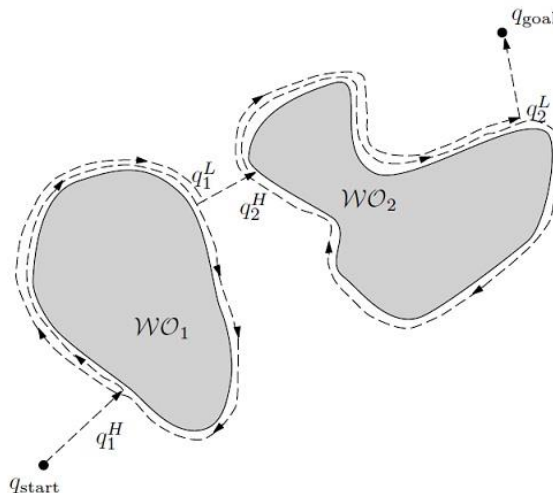
Sąvoką „autonomija“ galima apibrėžti keletą skirtingų apibrėžimų, tačiau trumpai tariant autonomiją automobiliuose galima apibūdinti kaip vairavimui įtaką darančių sprendimų priėmimas be vairuotojo įsikišimo. Tokių sistemų automobiliuose galima sutikti jau sąlyginai senai – tai greičio palaikymo sistema (angl. *Cruise Control*), stabdžių anti-blokavimo sistema (angl. *Antilock Brake System*, ABS), važiavimo juostos palaikymo sistema (angl. *Lane Departure System*) bei daugelis kitų. Šios sistemos palengvina vairavimą iš vairuotojo perimdamos tam tikras automobilio valdymo funkcijas ar jų dalis. Tačiau žiūrint į ateities perspektyvas, vien tik greičio kontrolės ar važiavimo juostos palaikymo neužteks norint eksploatuoti pilnai autonominius automobilius. Transporto priemonės, kuriuos galės būti vadinamos pilnai autonominėmis, privalės išspręsti tokias problemas kaip kliūčių identifikavimas, jų išvengimas, optimaliausio maršruto planavimas, kritinių situacijų numatymas ir išvengimas bei t. t.

Darbo tikslas – susipažinti su viena iš autonominėse transporto priemonėse sprendžiamų problemų – kelio planavimu, t. y. aptarti pagrindinius naudojamus metodus ir algoritmus.

2. „Vabalo“ algoritmai

Kelio planavimo algoritmų visumoje, vieni paprasčiausių – „Vabalo“ algoritmai (angl. *Bug Algorithms*). Publikacijoje [8] yra apibūdinamos kelios šio tipo algoritmų rūšys [8]: „Vabalas 1“, „Vabalas 2“, „Vabalas-liestinė“ (angl. *Tangent Bug*), „Vabalas-atstumas“ (angl. *Dist-Bug*), „Vabalas-pleištas“ (angl. *Wedge-Bug*), „Vabalas-keliauninkas“ (angl. *Rover-Bug*). Šiame skyriuje bus pristatomi du paprasčiausi „Vabalo“ algoritmai, t. y. „Vabalas 1“ ir „Vabalas 2“.

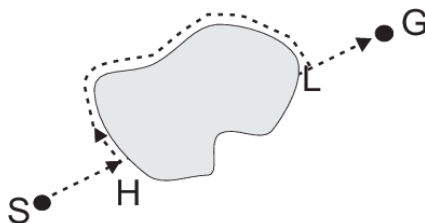
„Vabalas 1“ veikimo algoritmas apibūdinamas taip [1]: transporto priemonė iš pradinio taško į galutinį tašką juda tiesia linija tol, kol sutinka kliūtį. Kliūties atsiradimo atveju transporto priemonė juda kliūties perimetru tol, kol atsiranda galimybė judėti tiesia linija link galutinio taško (žr. 1 pav.). „Vabalas 1“ algoritmo ypatumas yra tai, kad juo besiremianti transporto priemonė, pasiekusi kliūtį, ją pilnai apvažiuoja perimetru. Tuomet robotas apskaičiuoja, kurioje kliūties perimetro linijos vietoje yra mažiausias atstumas iki galutinio taško. Galiausiai, transporto priemonė nuvyksta į apskaičiuotą tašką ir nuo jo tęsia kelionę iki galutinio taško arba sekančios kliūties. Atsiradus sekančiai kliūčiai, algoritmas yra kartojamas ir taip yra daroma tol, kol pasiekiamas galutinis taškas.



1 pav. „Vabalas 1“ algoritmo vykdymo pavyzdys [2]

„Vabalas 2“ algoritmas yra labai panašus į „Vabalas 1“ algoritmą, tačiau esminis skirtumas – pradinis ir galutinis taškai yra sujungiami tiesia linija. Kuomet transporto priemonė keliauja iš pradinio į galutinį tašką ir savo kelyje sutinka kliūtį, ji toliau keliauja kliūties perimetru tol, kol pasiekia liniją,

jungiančią pradinį ir galutinį taškus [9] (žr. 2 pav.). Tuomet transporto priemonė toliau tęsia kelionę link galutinio taško arba sekančios kliūties, algoritmas kartojamas [9].



2 pav. „Vabalas 2“ algoritmo vykdymo pavyzdys [3]

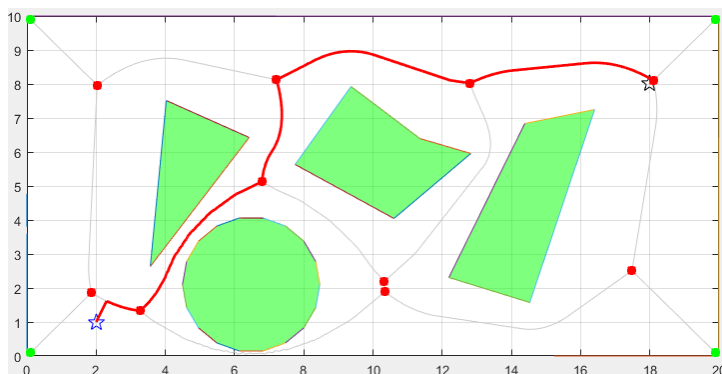
„Vabalas 2“ algoritmas yra pranašesnis už „Vabalas 1“ algoritmą, kadangi apie kliūtį nereikia važiuoti pilno perimetro, todėl nueito kelio atkarpa trumpesnė.

3. „Voronoi“ diagramos

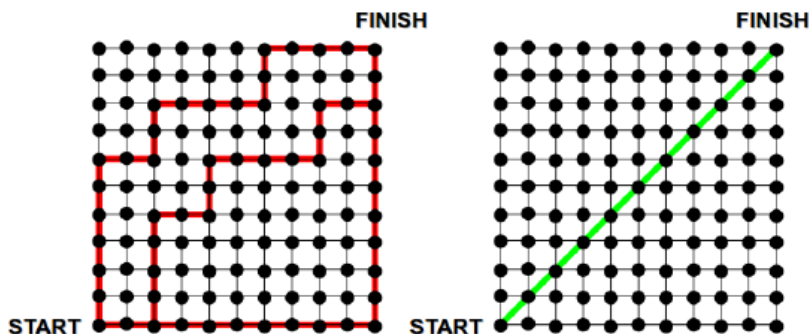
Nors „Vabalas“ algoritmai yra labai paprasti naudoti, tačiau siekiant optimalaus autonominio automobilio judėjimo reikalinga surasti trumpiausią kelią iki galutinio taško. Tai gali būti atliekama daugeliu skirtingų metodų, vienas iš jų – „Voronoi“ diagramų sudarymas. Šis metodas leidžia optimizuoti transporto priemonės judėjimo maršrutą ir taip sumažinti laiką.

„Voronoi“ diagramos sudarymo principas apibūdinamas taip: kiekvieną transporto priemonės kelyje atsirandančią kliūtį galima apibūdinti kaip iš daugelio kraštinių sudarytą objektą. Kai transporto priemonės judėjimo kelyje yra keletas kliūčių, skaičiuojama trajektorija, kuria važiuojant atstumai iki abiejų kliūčių yra maksimaliai dideli (žr. 3 pav.). Taip pat, yra įvertinami transporto priemonės gabaritai (matmenys) tiems atvejams, kuomet judėjimo kelyje kliūtys yra tik vienoje pusėje arba yra tik viena kliūtis. Remiantis mokslininkų pateikta informacija [4], apskaičiuota judėjimo trajektorija yra vadinama „Voronoi“ kraštinėmis, o atskirti aplinkos plotai – „Voronoi“ elementais.

Kuomet transporto priemonė, pasinaudodama atstumo matavimo jutikliais, sugeneruoja visos aplinkos „Voronoi“ diagramą, gali būti pradėtas optimaliausio maršruto planavimas, skaičiuojant kelionės atstumą „Voronoi“ kraštinėmis. Publikacijoje [10] yra apibūdinami metodai, kuriais remiantis yra atliekamas judėjimas „Voronoi“ kraštinėmis. Vienas tų metodų yra vadinamas „greitojo žygiavimo“ (angl. *Fast Marching*) (žr. 4 pav.), kuris leidžia ženkliai sutrumpinti kelionės atstumą.



3 pav. „Voronoi“ principu sudaryta diagrama ir optimaliausias maršrutas [5]



4 pav. „Greitojo žygiavimo“ metodo atvaizdavimas [11]

Tokio tipo kelio planavimas yra pranašesnis už anksčiau minėtus „Vabalo“ algoritmus, nes galima apskaičiuoti optimaliausią (trumpiausią) maršrutą.

4. „Brushfire“ algoritmas

Dar vienas kelio planavimo metodas – „Brushfire“ algoritmas.

Šio algoritmo veikimas yra pagrįstas aplinkos žemėlapiu sudarymu tinklėlio principu [6]. Transporto priemonės aplinka yra suskaidoma į 2D formato tinklėlį. Kiekviena aplinkoje esanti kliūtis užima tam tikrą skaičių tinklėlio kvadratų. Kvadratas yra laikomas užimtu tuomet, kai net mažiausia kliūtis dalis patenka į kvadrato zoną. Tokiu principu yra sudaromas tinklėlis, kuriame yra: užimti ir laisvi kvadratai, kurie ribojasi su užimtais bei laisvais kvadratais ir su kitais laisvais kvadratais (žr. 5 pav.). Sugeneravus tokio tipo žemėlapi, pradedama skaičiuoti optimaliausią maršrutą nuo pradinio iki galutinio taško, kuomet transporto priemonė juda laisvais kvadratais,

besiribojančiais su užimtais kvadratais. Tiesa, svarbu įvertinti ir transporto priemonės matmenis, siekiant išvengti tokių atvejų, kai transporto priemonė netelpa viename kvadrato bei naviguodama tinkleliu užkliūna už objektų. Šią problemą galima spręsti didinant tinklelio rezoliuciją, t. y. kvadratų, iš kurių sudarytas tinklelis, kiekį. Kuo didesnė tinklelio rezoliucija – tuo tikslesnis objektų atvaizdavimas.

„Brushfire“ algoritmai yra skirstomi į 2 rūšis: statinius ir dinامينius [12, 13]. Anot mokslininkų, pagrindinis skirtumas tarp šių dviejų pogrupių yra tai, kad statinis „Brushfire“ algoritmas įvertina tik statinius aplinkos objektus, t. y. nejudančius, kai tuo tarpu dinaminis šio algoritmo variantas įvertina tokius faktorius kaip judantys objektai, naujų objektų atsiradimas ar esamų pašalinimas iš transporto priemonės aplinkos.



5 pav. „Brushfire“ algoritmu paremtas kelio planavimas [7]

„Brushfire“ algoritmu paremtas kelio planavimas yra pranašesnis už „Vabalų“ algoritmu suplanuotą maršrutą, nes yra nereikia judėti kiekvienos sutiktos kliūtis perimetru. Tačiau, lyginant su „Voronoi“ algoritmu, šio tipo algoritmą naudojanti transporto priemonė nuvažiuoja didesnę atstumą, kadangi juda tinklelio kvadratais, besiribojančiais su objektu, o ne apskaičiuoja trumpiausią judėjimo trajektoriją.

5. Išvados

1. Tarpusavyje palyginti skirtingi kelio planavimo algoritmai ir nustatyti jų privalumai bei trūkumai.
2. Išanalizavus mokslinę literatūrą nustatyta, kad dėl galimybės suplanuoti optimaliausią, t. y. trumpiausią atstumą nuo pradinio iki galutinio taško,

pranašiausias yra „Voronoi“ diagramų sudarymo metodu paremtas algoritmas.

Literatūra

1. KSHIRSAGAR, S., SHUKLA, K. *A Study of Motion Planning Algorithms for Mobile Robots* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-12]. Prieiga per: <https://bit.ly/2yvLACJ>.
2. „Vabalas 1“ algoritmo pavyzdžio iliustracija [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-12]. Prieiga per: <https://bit.ly/2VMeAhq>.
3. „Vabalas 2“ algoritmo pavyzdžio iliustracija [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-12]. Prieiga per: <https://bit.ly/2RU05Hj>.
4. KIM, J., ZHANG, F., EGERSTEDT, M. *An exploration strategy based on construction of Voronoi diagrams* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-16]. Prieiga per: <https://bit.ly/2VuUr0u>.
5. „Voronoi“ diagramos sudarymo pavyzdžio iliustracija [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-16]. Prieiga per: <https://bit.ly/2XNTRMP>.
6. MCGOUGH, J. S., HOOVER, R. C. *Intelligent Exploration Based Path Planning* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-16]. Prieiga per: <https://bit.ly/3cCZlhz>.
7. „Brushfire“ algoritmu paremto kelio planavimo pavyzdžio iliustracija [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-16]. Prieiga per: <https://bit.ly/34Udd4r>.
8. MCGUIRE, K. N., DE CROON, G. C. H. E., TUYLS, K. *A Comparative Study of Bug Algorithms for Robot Navigation* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-22]. Prieiga per: <https://bit.ly/2VNMTF7>.
9. NG, J. *An analysis of Mobile Robot Navigation Algorithms in Unknown Enviroments* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-22]. Prieiga per: <https://bit.ly/2VQJTYp>.
10. GARRIDO, S., MORENO, L., ABDERRAHIM, M., MARTIN, F. *Path Planning for Mobile Robot Navigation Using Voronoi Diagram and Fast Marching* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-22]. Prieiga per: <https://bit.ly/2XVY9lx>.
11. „Greitojo žygiavimo“ metodo pavyzdžio iliustracija [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-22]. Prieiga per: <https://bit.ly/2x0ADJ5>.
12. LAU, B. *Techniques for Robot Navigation in Dynamic Real-World Environments* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-22]. Prieiga per: <https://bit.ly/2RZ7sxo>.
13. LAU, B., SPRUNK, CH., BURGARD, W. *Efficient Grid-Based Spatial Representations for Robot Navigation in Dynamic Environments* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-22]. Prieiga per: <https://bit.ly/3bqbgPL>.



KLIŪČIŲ IDENTIFIKAVIMAS AUTONOMINIAME AUTOMOBILYJE

Kudrauskaitė R.¹, Breivė V.¹, Česnulevičius A.¹

¹Kauno technologijos universitetas

Raktiniai žodžiai: autonominis automobilis, kliūtis, kliūčių aptikimas.

1. Įvadas

Kiekvienas vairuotojas keliaudamas automobiliu privalo išlikti budrus ir stebėti jį supančią aplinką, kuri nuolatos keičiasi. Tai yra normalu vairuotojui, kurio tikslas yra keliauti automobiliu nepažeidžiant kelių eismo taisyklių, neapgadinant savo ir kitų eismo dalyvių automobilius ir nesukeliant avarijos. Tačiau kaip šis procesas vyksta autonominėse transporto priemonėse, kurios yra kuriamos tuo tikslu, kad vairuotojas nebūtų būtinas? Kaip transporto priemonė, kurios nevaldo žmogus, gali pati aptikti kliūtį, numatyti avarinę situaciją, ir tai įvertinus, priimti sprendimus, kurių vykdymas užtikrins sklandų ir saugų automobilio judėjimą?

Darbo tikslas – nustatyti metodus ir priemones naudojamas autonominiuose automobiliuose kliūtims identifikuoti ir aptikti.

2. Jutikliai

2019 m. atliktame tyrime nustatyta [4], kad autonominė transporto priemonė veikdama (bent iš dalies) nežinomoje ir dinamiškoje aplinkoje, turi sudaryti šios aplinkos žemėlapią ir lokalizuoti jame save. Šį sinchroninį lokalizacijos ir žemėlapių sudarymo (SLAM) procesą reikia atlikti naudojant jutiklius ir jau esamus žemėlapius, kuriuos sukūrė dirbtinio intelekto sistemos bei žmonės. Norint „suvokti“ tiesioginę transporto priemonės aplinką, naudojami objektų aptikimo jutikliai. Čia galima išskirti du jutiklių tipus: pasyvieji ir aktyvieji. Pasyvūs jutikliai nustato esamą energiją, pavyzdžiui, šviesą ar radiaciją, atsispindinčią nuo aplinkinių objektų, o aktyvūs jutikliai siunčia savo elektromagnetinį signalą ir priima jo atspindį / atsaką.

Objektams skaitmeniniuose vaizduose ir vaizdo įrašuose aptikti naudojami pasyvieji jutikliai – vaizdo kameros – tai pirmieji jutikliai, kurie buvo naudojami autonominėse transporto priemonėse. Skaitmeninių fotoaparatus veikimas priklauso nuo CCD (angl. *Charge-Coupled Device*) arba

CMOS (angl. *Complementary Metal-Oxide Semiconductor*) vaizdo jutiklių, kurie veikia keičiant 400–1 100 nm bangos ilgio signalą į elektrinį signalą, naudojimo.

Jutiklio paviršius padalijamas į taškus, iš kurių kiekvienas gali „pajusti“ gaunamo signalo intensyvumą, atsižvelgiant į toje vietoje susikaupusio krūvio kiekį. Sistemoje naudojant kelis jautrius skirtingiems šviesos bangų ilgiams jutiklius, galima atkurti užkoduotą spalvinę informaciją.

Dauguma dabartinių autonominių transporto priemonių jutiklių yra pagrįsti CMOS technologija ir pasižymi 1–2 megapikselių skiriamąja geba. Nors šio tipo jutikliai, lyginant su CCD technologiją naudojančiais, yra jautresni triukšmui, tačiau pigesni ir paprastesni pagaminti bei sunaudoja iki 100 kartų mažiau energijos.

Nors pasyvieji CMOS jutikliai dažniausiai naudojami regimosios šviesos spektre, ta pati CMOS technologija gali būti naudojama šiluminės vaizdo kameroje, veikiančiose nuo 780 nm iki 1 mm infraraudonųjų bangų ilgio diapazone. Šio tipo jutikliai skirti aptikti šilumą spinduliuojančius kūnus, tokius kaip pėstieji ar gyvūnai.

Aktyvūs jutikliai turi signalo perdavimo šaltinį ir norėdami „pajusti“ aplinką, remiasi ToF (angl. *Time to Flight*) principu. Remiantis ToF metodu yra matuojamas signalo sklidimo nuo šaltinio iki objekto ir atspindžio grįžimo laikas.

Naudojamo signalo dažnis apsprendžia sistemos naudojamą energiją, ir jos tikslumą, todėl teisingas bangos ilgio nustatymas vaidina pagrindinį vaidmenį renkantis, kurią sistemą naudoti. Į aktyviųjų jutiklių sąrašą patenka ultragarsiniai, LiDAR jutikliai ir radarai.

Visi pateikti jutikliai turi tiek privalumų, tiek trūkumų, todėl nė vienas jų negali būti universaliu sprendimu visuose sistemose. Transporto priemonė turi gebėti išvengti ne tik artimų kliūčių, bet ir aptikti daiktus, esančius toli nuo jos, taip pat veikti esant skirtingoms aplinkos, kelio, oro ir kt. sąlygoms. Visa tai reiškia, kad norint turėti patikimai ir saugiai judančią autonominę transporto priemonę, sistemoje turi būti naudojami įvairūs jutikliai [4].

2017 metais mokslininkai [6] išskyrė ir aprašė pagrindinius jutiklius, naudojamus autonominėse transporto priemonėse.

Žmogus vairuotojas. Pagrindinis žmogaus pojūtis vairuojant – **rega:**

- spalvotas, stereofoninis (žiūroninis) matymas su gylio suvokimu;
- didelės, dinamiškos ribos;
- platus matymo laukas, judinamas tiek horizontaliai, tiek vertikalčiai;
- regėjimo laukas (horizontalus) $\sim 120^\circ$ (žiūroninio vaizdo);
- skiriamoji geba $\sim 0,02^\circ$ [6].

Autonominis automobilis – radaras:

- tiksli atstumo informacija;
- santykinai didelis nuotolis;
- veikia esant skirtingoms oro sąlygoms;

- atsparus apšvietimo ar tamsos poveikiui;
- fiksuotas matymo laukas, tačiau esant poreikiui galima naudoti kelis radaro jutiklius;
- regėjimo laukas (horizontalus) nuo $\sim 15^\circ$ (ilgas atstumas) iki $\sim 90^\circ$ (mažas atstumas);
- diapazonas ~ 250 m;
- skiriamoji geba nuo $\sim 0,5^\circ$ iki $\sim 5^\circ$ [6].

Autonominis automobilis – LiDAR:

- tiksli atstumo ir dydžio informacija;
- geba detalizuoti objektus (formą, dydį ir pan.), ypač gerai aptinka artimus objektus ir juostų ženklumą;
- naudingas objektams aptikti ir kelio žemėlapiams sudaryti;
- atsparus apšvietimo ar tamsos poveikiui;
- fiksuotas matymo laukas, tačiau esant poreikiui galima naudoti kelis LiDAR jutiklius;
- regėjimo laukas (horizontalus) 360° (maksimalus);
- diapazonas ~ 200 m;
- skiriamoji geba $\sim 0,1^\circ$ [6].

Autonominis automobilis – kameros:

- galimas spalvotas matymas (svarbu norint atpažinti ženklus ir šviesoforo signalus);
- stereofoninis matymas, kai naudojama stereofoninė 3D ar ToF kamerų sistema;
- fiksuotas matymo laukas, tačiau esant poreikiui galima naudoti kelias kameras;
- regėjimo laukas (horizontalus) nuo 45° iki $\sim 90^\circ$;
- diapazonas: nėra konkretaus atstumo apribojimo (daugiausia jį riboja objekto kontrastas, numatomas dydis kameros jutiklyje ir fotoaparato židinio nuotolyje), tačiau realus veikimo diapazonas yra ~ 150 m monokuliarinėms sistemoms ir ~ 100 m (ar mažiau) stereo sistemoms;
- skiriamoji geba: dideli skirtumai tarp skirtingų kamerų tipų ir programų [6].

3. Kameros

Įprastuose automobiliuose visą darbą atlieka vairuotojas. Daugiau nei 90 proc. informacijos apie aplinką žmogus suvokia naudodamas akimis. Matydamas kelią, eismo sąlygas, kliūtis, ženklus ir įvairius kitus objektus, vairuotojas priima sprendimus kaip valdyti automobilį. Tačiau „matyti“ pats automobilis, kuriame vairuotojas nėra reikalingas, turi kiek kitaip. Autonominuose automobiliuose tam tikslui naudojamos vaizdo kameros. Dažniausiai autonominuose transporto priemonėse sumontuotos kelios kameros, kurios visos kartu gali „matyti“ supančią aplinką 360° kampu. Jos fiksuoja kliūtis ir kitus automobilius net kai jie patenka į akląją zoną. Šiandien

3D kameros yra aktyviai naudojamos automobiliuose. Šie jutikliai automatiškai aptinka objektus, taip pat juos klasifikuoja ir netgi nustato preliminarinius atstumus iki jų. Vaizdo kameros lengvai atpažįsta kitus automobilius, pėsčiuosius, dviratininkus, apsauginius atitvarus, tiltus, kelio ženklus, horizontalųjį kelių ženklinimą bei šviesoforus (žr. 1 pav.).



1 pav. Autonominio automobilio vaizdo kamerų fiksuojamas vaizdas ir klasifikuojami jame esantys objektai [2]

Trūkumai: deja, kaip ir dauguma technologijų, kameros taip pat nėra tobulos. Dažniausiai problemų vaizdo kameroms sukelia prastos oro sąlygos: lietus, rūkas ar sniegas. Kameros prasčiau fiksuoja vaizdą, gali pablogėti kliūčių aptikimo funkcija, o tai gali sąlygoti didesnę avarijų tikimybę.

Antras didelis trūkumas, kad kartais kamerų kompiuteriui siunčiama informacija būna tiesiog nepakankama – daiktų ir fono spalvos yra per ne lyg panašios, nekontrastingos. Tokiu atveju kompiuteris tiesiog nesupranta informacijos ir nežino kaip ir ką su ja daryti, algoritmai dėl šios spragos gali veikti netinkamai, o sprendimai priimti neteisingai.

4. Radarai

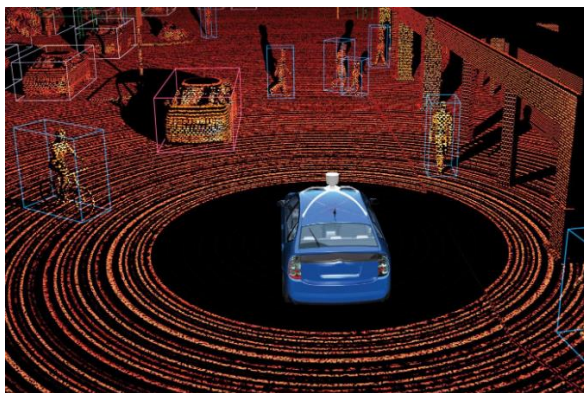
Radaro jutikliai surenka ir apdoroja informaciją, kuri yra reikalinga autonomiam automobiliui veikti – radarai skleidžia radijo bangas, aptinkančias automobilio aplinkoje esančius daiktus ir realiu laiku nustato atstumą iki jų bei greitį transporto priemonės atžvilgiu. Paprastai transporto priemonėje galima aptikti tiek mažojo, tiek ilgojo nuotolio radarus, tačiau jie atlieka skirtingas funkcijas. Mažoj nuotolio (24 GHz) radiolokaciniai įrenginiai leidžia automobiliui stebėti akląją zoną, taip pat atlieka juostos palaikymo bei automobilio parkavimo funkcijas. Tuo tarpu, ilgojo nuotolio (77 GHz) radarai atlieką automatinę atstumo palaikymo kontrolę bei asistuoja stabdžiams. Šie jutikliai turi didelį pranašumą prieš kameras, nes tokio tipo

jutikliams blogos oro sąlygos neturi jokios įtakos. Net tuomet, kai transporto priemonę vairuojantis žmogus susiduria su sunkumais važiuojant tamsiu paros metu ir esant sudėtingoms oro sąlygoms, pvz., prasidėjus pūgai, kuomet labiausiai nukenčia matomumas ir aplinkos suvokimas, radarai fiksuoja ir „mato“ aplinką kaip įprastą dieną.

Trūkumai: nors radarai ir turi pranašumų prieš kameras, tačiau ši technologija taip pat nėra tobula. Viena pagrindinių šio tipo jutiklio problemų – pėsčiųjų atpažinimo tikslumas, kuris siekia tik 90–95 proc. Šie skaičiai yra per maži kalbant apie automobilį, kuris savarankiškai turi važiuoti mieste. Visos sistemos turi mažinti avaringumą ir žūčių keliuose skaičių. Dar vienas trūkumas – dažniausiai naudojami 2D radarai, kurie negali nustatyti objektų aukščio dėl horizontalaus skanavimo. Todėl sistema gali neužfiksuoti tokių objektų kaip: kelio ženklai, tiltai, medžiai ir kt. Šiai problemai spręsti būtini platesnio matymo 3D radarai.

5. LiDAR technologija

LiDAR (angl. *Light Detection and Ranging*) jutikliai, dar kitaip vadinami šviesos aptikimo ir nuotolio jutikliais (ŠANJ). Šie įrenginiai iš esmės yra labai panašūs į radarų jutiklius, tačiau pagrindinis skirtumas – iš jų išeinantis signalas. LiDAR jutikliuose yra naudojami lazeriai, kurie tiksliai matuoja atstumus iki objektų: kliūčių, kitų automobilių, šaligatvio bortų, stulpų ir pan. Pagrindinis šios technologijos privalumas – be matavimo šie ŠANJ gali sudaryti aptiktų objektų 3D vaizdą ir automobilį supančios aplinkos žemėlapi. Tai leidžia aplink transporto priemonę 360° kampu sukurti ne dalinį, o pilną žemėlapi (žr. 2 pav.).



2 pav. Vaizdas matomas LiDAR jutikliu [2]

Trūkumai. Vienas pagrindinių trūkumų – kaina. Norint suprojektuoti tikslius LiDAR jutiklius, reikalingi retieji žemės metalai, todėl jų kaina, lyginant su radarais, didesnė.

LiDAR sistema skirta autonominei transporto priemonei gali kainuoti virš 10 000 JAV dolerių, o pagrindinis jutiklis, kaip pavyzdys sumontuotas ant *Google* ar *Uber* autonominių automobilių stogo, kainuoja iki 80 000 JAV dolerių. Tokia kaina daugeliui gali būti neįperkama.

Deja, bet šio tipo jutiklius taip pat neigiamai veikia tokie veiksniai, kaip rūkas ar sniegas.

Prastos oro sąlygos gali „užblokuoti“ šiuos jutiklius ir neigiamai paveikti kelių aptikimo funkcijos veikimą.

6. Ultragarsiniai jutikliai

Įvairūs automobilių gamintojai ultragarsinius jutiklius naudoja tiksliam parkavimo užtikrinti. Šiuos įrenginius dar vadina „parktronikais“ arba atstumo jutikliais. Jutikliai skleidžia aukšto dažnio, žmogaus ausiai negirdimas garso bangas, kurios atsimušusios į kliūtį, sugrįžta atgal į jutiklį. Apskaičiavus bangos nueitą kelią, galima rasti atstumą iki kliūties. Ši technologija yra pigi, paprasta, užima palyginti nedaug vietos, patikimai veikia net esant prastoms oro sąlygoms.

Trūkumai. Pagrindiniai ultragarsinių jutiklių trūkumai – negali aptikti smulkių objektų arba kelių didesniu greičiu judančių objektų vienu metu. Taip pat šie jutikliai neskiria spalvų. Palyginti su LiDAR technologija, jų matymo laukas yra trumpesnis.

7. Išvados

1. Autonominiai automobiliai orientacijai aplinkoje ir kt. naudoja įvairių tipų jutiklius, kurie papildo vienas kitą.
2. Tam, kad informacija iš visų jutiklių būtų greitai ir savalaikiai apdorota, būtina sparti kompiuterinė įranga.

Literatūra

1. *3 Types of Autonomous Vehicle Sensors in Self-Driving Cars* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-18]. Prieiga per: <https://www.itransition.com/blog/autonomous-vehicle-sensors>.
2. *How Autonomous Vehicles Work* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-18]. Prieiga per: <https://medium.com/@swaridt/how-autonomous-vehicles-work-1a54364463c6>.
3. *Ultrasonic Sensors in Self-Driving Cars* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-18]. Prieiga per: <https://medium.com/@BabakShah/ultrasonic-sensors-in-self-driving-cars-d28b63be676f>.

4. NASSERI, A., SCHIPHORST, A., HACOEN, S., MEDENICA, Z. *2020 Autonomous Vehicle Technology Report* [interaktyvus]. 2019, 42 [žiūrėta 2020-04-20]. Prieiga per: <https://wevolver-project-images.s3-us-west-1.amazonaws.com/Wevolver+2020+Autonomous+Vehicle+Technology+Report.pdf>.
5. JUN, M., MARKEL, T. *Infrastructure-Based Sensors Augmenting Efficient Autonomous Vehicle Operations* [interaktyvus]. Detroitas, JAV, 2014, 6 [žiūrėta 2020-04-20]. Prieiga per: <https://www.nrel.gov/docs/fy18osti/62390.pdf>.
6. SCHOETTLE, B. *Sensor Fusion: A Comparison of Sensing Capabilities of Human Drivers and Highly Automated Vehicles* [interaktyvus]. Mičiganas, JAV, 2017, 47 [žiūrėta 2020-04-20]. Prieiga per: <http://umich.edu/~umtristwt/PDF/SWT-2017-12.pdf>.
7. BARATA, M., NUNES, U. Data fusion of wheel encoders and magnetic sensors for autonomous vehicles navigation [interaktyvus]. *Intelligent Transportation Systems*. 2005 [žiūrėta 2020-04-20]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/228809785_Data_Fusion_of_wheel_encoders_and_magnetic_sensors_for_autonomous_vehicles_navigation.
8. YAN, C. *Can You Trust Autonomous Vehicles: Contactless Attacks against Sensors of Self-driving Vehicle* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2020-04-20]. Prieiga per: <https://www.semanticscholar.org/paper/Can-You-Trust-Autonomous-Vehicles-%3A-Contactless-of-Yan/a618dcb13ec42900209e7aa3f88490b587631e13>.
9. AMZAJERDIAN, F., PIERROTTET, D., PETWAY, L. B., HINES, G. D., ROBACK, V. E., REISSE, R. A. Lidar sensors for autonomous landing and hazard avoidance [interaktyvus]. *Project Morpheus and Autonomous Precision Landing*. 2013 [žiūrėta 2020-04-20]. Prieiga per: <https://doi.org/10.2514/6.2013-5312>.
10. GEESE, M., SEGER, U., PAOLILLO, A. Detection probabilities: performance prediction for sensors of autonomous vehicles [interaktyvus]. *Autonomous Vehicles and Machines*. 2018, 148-1-148-14(14) [žiūrėta 2020-04-20]. Prieiga per: <https://doi.org/10.2352/ISSN.2470-1173.2018.17.AVM-148>.



PASTATŲ VALDYMO SISTEMOS TYRIMAS

Mačionis T.¹, Vanagas G.¹

¹*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: *KNX, Arduino*, pastatų valdymo sistemos, valdymo technologijos.

1. Įvadas

Nepaisant didelės pažangos namų ir pastatų automatikos srityje, automatizavimo sistemų diegimas mažuose objektuose, pvz., butuose ir mažuose biurų patalpose, dar nėra plačiai paplitęs. Gamintojai labiau orientuojasi į didelių pastatų automatizavimo sistemų kūrimą. Mažiesiems objektams šios sistemos ne visada tinkamos dėl funkcionalumo, kainos, sudėtingumo ir kylančių aptarnavimo problemų. Darbe analizuojama galimybė sukurti paprastą pastatų valdymo sistemą, pagrįstą atviro kodo įranga ir plačiai naudojamais elektronikos sprendimais, kuri būtų orientuota į objektus su nedideliais, nestandartiniais automatizavimo poreikiais. Tiriamos galimybės integruoti į tokią sistemą esamų profesionalių sistemų komponentus su mažesnėmis valdymo sąnaudomis ir daugiau funkcijų. Tam buvo sukurtas sistemos prototipas naudojant atviro kodo aparatūrą ir programinę įrangą.

Darbo tikslas – pasiūlyti ir ištirti pastatų valdymo koncepciją, kurioje apjungiami standartiniai automatizavimo sprendiniai į vieningą sistemą su paprasta atviro kodo programine ir standartine technine įranga.

2. Pastatų valdymo sistemų apžvalga

Pastatų valdymo sistema – tai sistema arba sistemų rinkinys, užtikrinantis automatizuotą valdymą ir stebėjimą pastate arba už jo ribų. Kontrolė dažniausiai yra centralizuota, todėl daugumą šių sistemų galima stebėti ir reguliuoti iš pasirinkto reikalingo skaičiaus stočių, esančių visame pastate. Pastatų valdymo sistemos užtikrina komfortą ir efektyvų didelių objektų funkcionavimui reikalingų sistemų, tokių kaip: ŠVOK (šildymas, vėdinimas oro kondicionavimas), apšvietimo, saugumo (dūmų šalinimas, gaisro gesinimas ir pan.) ir kitų valdymą [1].

Populiariausios pastatų valdymo sistemos:

- *DALI* (angl. *Digital Addressable Lighting Interface*) – pastatų apšvietimo valdymo sistema;

- *LUTRON* – pastatų valdymo sistema, naudojanti autorizotą *Clear Connect* belaidę technologiją;
- *BACnet* – valdymo sistema, kurios koncepcija leidžia apjungti skirtingus pastatų automatizavimo duomenų perdavimo protokolus; sistema palaiko „daiktų internetą“ (IoT);
- *LonWorks* (angl. *Local Operating Networks*) – *Echelon* firmos sukurta ir palaikoma pastatų valdymo ir kontrolės sistema; protokolas suteikia galimybę įrenginiuose instaliuotoms programoms siųsti ir gauti žinutes tinklu nežinant tinklo tipologijos, kitų įrenginių funkcijų, adresų;
- *ZigBee* – mažos galios belaidžio tinklo standartas, skirtas belaidžiam valdymui ir stebėjimui;
- *KNX* (angl. *Konnex*) – yra atviro kodo standartas komercinei ir buitinei pastatų automatizacijai ir valdymui; plačiausiai naudojamas Europos Sąjungoje; turi patvirtintą tarptautinį standartą [2].

3. Sąsaja tarp *KNX* ir *Arduino* sistemų

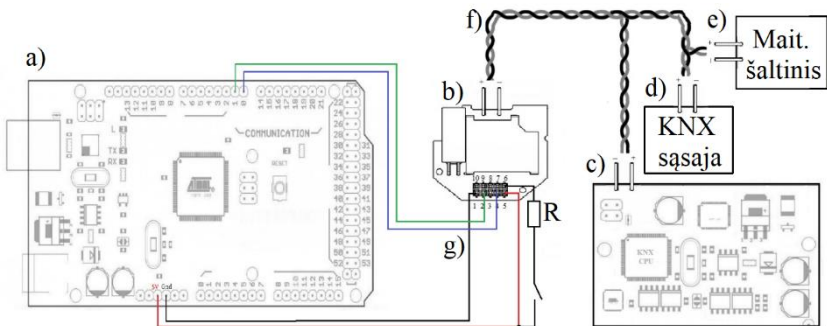
KNX sistemos architektūra yra pagrįsta magistralės technologija. Visi fiziniai *KNX* sistemos įrenginiai yra sukonfigūruoti tam pačiam duomenų perdavimo būdai. Darbe prieigai prie fizinės magistralės tinklo naudota ETS (angl. *Engineering Tools System*) programa. Svarbus *KNX* magistralės sistemos bruožas yra jos decentralizuota struktūra. Kadangi kiekvienas *KNX* įrenginys turi savo mikroprocesorių, centrinis valdymo blokas nėra būtinas. Sistemos skaičiavimo resursai yra paskirstomi tarp tinklo įrenginių [2].

Duomenų perdavimui tarp *KNX* ir *Arduino* sistemų pasirinkta asinchroninė *UART* sąsaja per *BCU* (angl. *Bus Coupling Unit*) keitiklį [3, 4]. *Arduino* (naudotas *Arduino Mega 2560* mikroprocesorius) generuojami duomenys į *BCU* keitiklį perduodami *UART* protokolu. Iš *BCU* keitiklio informaciją į duomenų magistralę perduodama, pridėdant pradžios, pabaigos ir pariteto bitus. Iš esmės komunikacijos tarp *BCU* keitiklio ir *Arduino* valdiklio pagrindinis tikslas yra keisti informaciją apie skirtingų komunikacijos grupių būsenos pokyčius. Kad vykdyti komunikaciją tarp *Arduino* ir *KNX* sistemos komponentų, reguliuoti informacijos srautus, reikalinga specializuota programa, sukurianti standartinę sąsają tarp naudojamos programinės ir aparatinės įrangos komponentų.

4. Naudota programinė ir techninė įranga

Minimaliai *KNX* sistemos realizacijai yra reikalinga fizinė arba ryšio perdavimo sąsaja ir mažiausiai keturi įrenginiai: maitinimo šaltinis, *KNX* įrenginys, atviro kodo įrenginys ir protokolo keitiklis. 1 paveiksle yra pateikiama tyrimams naudota sistema, kurią sudaro:

- *Arduino Mega 2560* mikrovaldiklis (MCU), pagal užduotą programą valdantis, prie jo prijungus įtaisus;
- *KNX UART Siemens BTM 117/12 PCBA* sąsajos keitiklis (BCU);
- *KNX* įrenginys *STM EVALKITSTKNX* valdiklis (CPU);
- *TAPKO UIM-KNX 42* sąsaja – įrenginys skirtas *KNX* komponentų programavimui ETS programa;
- *JUNG 20640 REG KNX* maitinimo šaltinis, veikia kaip 230V AC į 30V DC įtampą keitiklis;
- fizinė perdavimo linija – vytos poros *CAT5e UTP 24AWG* kabelis *KNX* sistemos sąsajai;
- fizinė perdavimo linija – *Arduino* jungiamieji laidai su lizdais *F/F UART* sąsajai.



1 pav. Tiriamojo projekto *KNX* su *Arduino* sistemos struktūrinė schema

Sistemos veikimo principas. MCU valdiklis generuoja, arba konvertuoja prie MCU prijungto jutiklio signalą. Jutiklio signalas, naudojant į MCU atmintį įrašytą *KNX* biblioteką, konvertuojamas ir *UART* sąsaja perduodamas į BCU keitiklį. BCU keitiklis gavęs MCU sugeneruotą signalą, keičia jį į *KNX* standartą ir perduoda į *KNX* magistralę. Tarp atskirų *KNX* prietaisų naudojama 30 V pastovia įtampa (DC) maitinama magistralė. Sujungimams naudojamas vytos poros kabelis TP (angl. *Twisted Pair*). Kadangi *Arduino* valdiklio maitinimo įtampa yra 3,3 V arba 5 V, todėl BCU, be *UART* / *KNX* protokolo keitimo, kartu atlieka 30 V ir 5 V signalų suderinimo funkciją.

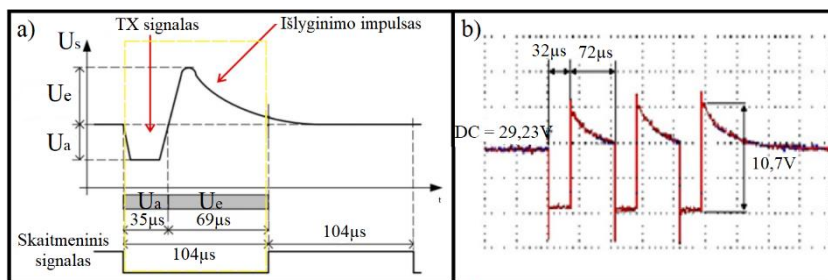
Sąsajos tarp *KNX* ir *Arduino* naudotos programos ir tvarkyklės:

- *Windows* operacinė sistema;
- *Atollic: True STUDIO* programinė įranga skirta STM32;
- *EVALKITSTKNX* programinės įrangos biblioteka;
- *ST-LINK/V2-1* programinės įrangos atnaujinimas ir *USB* sąsajos tvarkyklės;
- *KNX ETS* sistemos konfigūravimo programa;
- *Arduino IDE* (angl. *Integrated Development Environment*).

1 paveiksle parodytas aparatinės įrangos komplektas, naudojant aprašomą programinę ir techninę įrangą, sukonfigūruotas duomenų apsiųtimui tarp *KNX* ir *Arduino* sistemų. Atliktas apjungtų sistemų parametrų tyrimas.

5. Tyrimo rezultatai

Formuojamo *KNX* magistralės signalo tyrimas. *KNX* telegramos trukmė, duomenų perdavimo laikas be pradžios / pabaigos ir pariteto bitų yra apie 12 ms. Su pariteto bitais duomenų perdavimo laikas pailgėja iki 13,2 ms, o visas signalas trunka 15 ms. Naudinga signalo informacija sudaro 80 proc. viso signalo trukmės. Osciloskopu *Fluke 196C* buvo išmatuotas 9 615 Hz impulsų pasikartojimo dažnis, kas atitinka teorinį 9600 bit/s *KNX* magistralės greitį. Teorinio [5, 6] ir išmatuoto *KNX* magistralės signalo fragmentų palyginimas pateiktas 2 paveiksle.

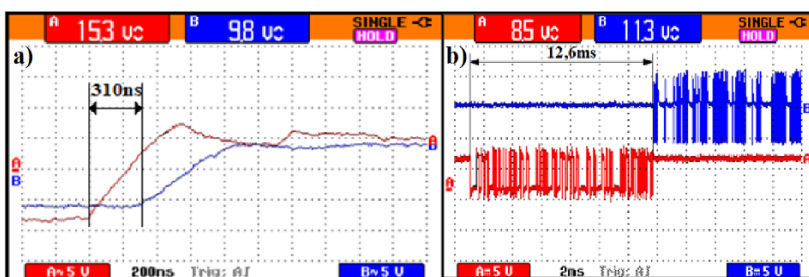


2 pav. *KNX* signalo techninių specifikacijų reikalavimų (a) ir realaus išmatuoto signalo parametrų (b) palyginimas

- *KNX* signalo techninių specifikacijų reikalavimai:
 - U_a – aktyvusis impulsas. Amplitudė: 6–9 V;
 - U_e – išlyginamasis impulsas. Amplitudė: 0,6–0,9 V;
 - U_s – *KNX* magistralės maitinimo įtampa: 29 V DC – kai perduodamas loginis vienetas;
 - t – vieno informacijos bito (impulso) perdavimo laikas: $104\mu s$;
 - t_1 – išlyginimo impulso trukmė $69\mu s$.
- Išmatuotos *KNX* magistralės oscilogramos parametrai:
 - $U_{sum} = U_a + U_e$ – amplitudė: 10,7 V;
 - U_s – maitinimo įtampa 29,23 V DC – kai perduodamas loginis vienetas;
 - t – vieno informacijos bito (impulso) perdavimo laikas: $104\mu s$;
 - t_1 – išlyginimo impulso trukmė $72\mu s$.

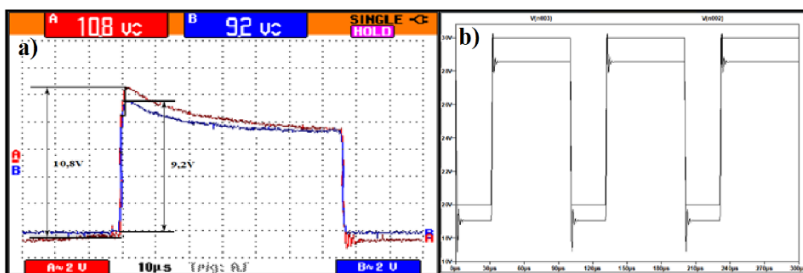
Matavimo rezultatai parodė, kad hibridinės sistemos generuojamas signalas atitinka gamintojo specifikacijas.

Signalų vėlinimo ir slopinimo tyrimas. Vytos poros (TP) kabelio vėlinimo tyrimui buvo naudojamas dviejų kanalų osciloscopas *Fluke 196C*, kurio vienas išvadas prijungiamas TP linijos pradžioje už *BCU* keitiklio, o kitas išvadas prie *KNX* įrenginio *EVALKITSTKNX*. *KNX* įrenginys ir *BCU* sujungtas 54 metrų ilgio susuktu į ritę TP kabeliu, kurio talpa, $C_{TP} = 52 \text{ pF/m}$, induktyvumas $L_{TP} = 525 \text{ nH/m}$, varža $R_{TP} = 0,188 \Omega/\text{m}$. Iš 3 paveikslo *a* dalies matyti, kad signalą perduodant nuo *BCU* keitiklio per TP magistralę iki *KNX* centralės, naudojant 54 metrų ilgio kabelį, signalo vėlinimas yra apie 310 ns. Iš kitos pusės varinės linijos signalo vėlinimą galima apskaičiuoti pagal prijungtos linijos suminį induktyvumą ir talpą: $\tau_{TP} = (L_{\Sigma}C_{\Sigma})^{0,5} = 281 \text{ ns}$. Lyginant gautus rezultatus, galima teigti, kad apie 9 proc. skirtumas tarp išmatuotos ir teorinės reikšmės susidaro dėl deklaruojamų ir realių kabelio parametrų, matavimo paklaidų ir kabelio padėties.



3 pav. a) 54 m vytos poros kabelio magistralės vėlinimas; b) *Arduino* mikrovaldiklio programinis vėlinimas

3 paveikslo *b* dalyje pateikti atliktų signalo vėlinimo matavimų rezultatai dėl UART signalo konvertavimo į *KNX* magistralės standartą. Kaip matyti iš 3 paveikslo *b* dalies *BCU* keitiklis visą gaunamą signalą įrašo į atmintį ir tik po to perduoda toliau į sistemą. Išmatuotas signalo vėlinimas sudaro 12,6 ms.



4 pav. Signalų slopinimo tyrimo rezultatai: a) *KNX* sistemos impulso amplitudės matavimo tyrimo rezultatai 54 m ilgio perdavimo linijos pradžioje ir gale; b) teorinio modeliavimo *Analog Devices LTSpice* aplinkoje rezultatai

4 paveikslo *a* dalyje pateikti išmatuoto, o *b* dalyje apskaičiuoto signalo slopinimo KNX magistralėje rezultatai. Modeliavimas atliktas *Analog Devices LTSpice* aplinkoje. Matuotas signalo amplitudės sumažėjimas 54 m ilgio TP linijos gale pradinio taško atžvilgiu. Gautas slopinimas 1,34 dB arba 0,025 dB/m. Praktinio ir teorinio tyrimo rezultatų skirtumas sudaro 8 proc. Paklaidos atsiradimą galėjo sąlygoti tokios priežastys, kaip gnybtų kontakto varža, matavimo paklaidos ir pan. KNX sistemoje signalas patikimai priimamas, jei jo amplitudė ne mažesnė kaip 6,6 V. Taigi signalo slopinimas negali būti didesnis kaip 3,6 dB.

6. Išvados

1. Suprojektuotos sistemos tyrimas parodė, kad KNX sistema, adaptavus atviro kodo programinę įrangą, gali būti valdoma *Arduino* ar analogišku mikrokontroleriu.
2. Analizuojamos sistemos veikimo greitis atitinka teorinį 9600 bit/s KNX magistralės greitį, tačiau dėl protokolų konversijos gaunamas papildomas 12,6 ms programinis vėlinimas.
3. Išmatuotas sistemos magistralės signalo slopinimas yra 0,025 dB/m. Sudaryto matematinio modelio ir išmatuoto dydžio paklaida sudaro 8 proc. Atlikti modeliavimo rezultatai parodė, kad suprojektuota hibridinė KNX/*Arduino* sistema gali palaikyti iki 500 m magistralės ilgį, be papildomo signalo stiprinimo.

Literatūra

1. *Home Is Where the Smart Is? Evaluating Smart Home Research and Approaches Against the Concept of Home* [interaktyvus]. March, 2018 [žiūrėta 2019-04-11]. Prieiga per: www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214629617303213.
2. *KNX Association KNX System Arguments* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2019-04-28]. Prieiga per: http://knx.com.ua/attachments/article/132/KNX-basic_course_full.pdf.
3. *Arduino and KNX* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2019-03-17]. Prieiga per: www.intranet-of-things.com/smarthome/infrastructure/knx/arduino/.
4. *KNX EIB TP-UART-2-IC* [interaktyvus]. June, 2013 [žiūrėta 2020-01-05]. Prieiga per: www.hqs.sbt.siemens.com/cps_product_data/gamma-b2b/TPUART2_technical-data.pdf.
5. *Using MSP on KNX Systems* [interaktyvus]. December, 2015 [žiūrėta 2020-03-23]. Prieiga per: <http://www.ti.com/lit/an/swra497/swra497.pdf>.
6. *KNX Basics* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-01-07]. Prieiga per: http://knx.fi/doc/esitteet/KNX-Basics_en.pdf.



STAKLIŲ SU SKAITMENINIU PROGRAMINIU VALDYMU SERVO AŠIŲ POZICIONAVIMO TIKSLUMO NUSTATYMO BŪDŲ TYRIMAS

Petkevičius L.¹, Strikulienė O.¹, Striukienė D.¹

¹*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: skaitmeninis programinis valdymas, SPV, CNC, servo ašis, tikslumas, laisvumo matavimai.

1. Įvadas

Skaitmeninio programinio valdymo (CNC) staklės – tai mechatroninės sistemos, kuriose suderinti mechaninės inžinerijos, elektronikos bei kompiuterinio valdymo sistemų sprendimai, siekiant tikslaus, greito ir našaus detalių apdorojimo. Metalinių detalių gamybai dažnai naudojamos įvairios staklės – frezavimo, tekinimo, šlifavimo ir pan., o siekiant didesnio gamybos našumo, tikslumo bei pasikartojamumo pasitelkiamos skaitmeninio programinio valdymo staklės. Neatsiejama tokio įrenginio dalis yra servo pavaros, kurios užtikrina tikslų ir sklandų mechaninį apdirbimo įrankio arba apdirbamo ruošinio judesį. Priklausomai nuo staklių paskirties, jose gali būti naudojamos viena arba kelios (ar net keliasdešimt) servo pavaros, tam, kad būtų užtikrinamas visapusis detalės apdorojimas. Vienose staklėse yra svarbus mechaninio judesio trajektorijos ir poslinkio greičio tikslumas (pvz., frezavimo arba tekinimo technologinis procesas), kitose svarbiausias parametras yra galutinės pozicijos tikslumas ir kuo greitesnis šios pozicijos pasiekimas (pvz., koordinatinis štampavimas ar detalės / ruošinio pristatymas į reikiamą poziciją).

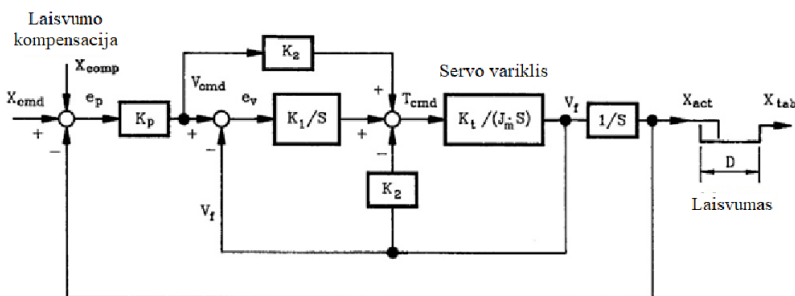
Nuo galutinio pozicionavimo tikslumo dažnai priklauso gaminamų detalių kokybė, o norint pasiekti reikiamą tikslumą neretai mažinamas servo ašių pastūmos greitis (dėl ko nukenčia įrenginio našumas). Todėl servo pavarų vienos iš pagrindinių kokybinių charakteristikų yra pagreitis, maksimalus judėjimo greitis ir pozicionavimo tikslumas. Šiame darbe tiriamas tiesiaiegių servo pavarų galutinio pozicionavimo tikslumas, sisteminių paklaidų identifikavimas bei galimybės jį pagerinti.

Darbo tikslas – ištirti staklių su skaitmeniniu programiniu valdymu servo ašių pozicionavimo tikslumo nustatymo būdus.

2. Servo pavarų tikslumo problemos

Laisvumas (angl. *Backlash*) yra dažna ir sunkiai sprendžiama skaitmeninio programinio valdymo apdirbimo staklėse problema, kuri gali pakenkti kontūro apdirbimo tikslumui [1]. Didžioji dalis tyrimų, susijusių su laisvumo paklaidomis, buvo nukreipta į tradicinės SPV staklės, naudojančias pusiau uždarą pozicijos valdymo sistemą. Tokiose sistemose laisvumas yra nuolatinis ir pastovus (toje pačioje pozicijoje). Tam, kad būtų pasiektas geresnis tikslumas uždaro kontūro pozicijos valdymo sistemos gali būti naudojamos vietoj pusiau uždarų pozicijos valdymo sistemų, to pasekoje eliminuojamas nuolatinis servo ašių laisvumas, tačiau trumpalaikis laisvumas (angl. *Transient Backlash Error*) vis dar išlieka servo ašies postūmio pradžios momentu ir keičiant servo ašies judėjimo kryptį. Tai reiškia, kad uždarosios pozicijos valdymo sistemos negali visiškai panaikinti laisvumų įtakotos apdirbimo paklaidai [2].

Servo ašies laisvumo kompensavimo algoritmai yra plačiai naudojami siekiant pagerinti apdirbimo tikslumą. 1 paveiksle pavaizduota tipinė SPV staklių servo ašies valdymo blokinė schema su greičio ir pozicijos kontūrais bei fiksuota laisvumo kompensacija.



1 pav. Servo ašies valdymo blokinė schema su greičio ir pozicijos kontūrais bei fiksuota laisvumo kompensacija [3]

Paprastai tokią (ar panašią) valdymo sistemą turi kiekviena staklėse esanti servo ašis. Šioje schemoje X_{cmd} – pozicijos komanda (arba norima pasiekti pozicija), X_{act} – pozicijos grįžtamasis ryšys (pusiau uždaroje valdymo grandinėse tai servo variklio pasukimo kampo jutiklio (enkoderio) signalas), o X_{tab} – faktinis servo ašies mechaninis judesys.

Laisvumo kompensacija efektyvi tik tuomet, kai yra žinomas servo ašies mechaninis laisvumas (ir paklaida) kiekviename jos ašies ilgio segmente [4]. Todėl daugumos SPV staklių gamybos proceso pabaigoje išmatuojamas visų ašių laisvumas ir gautos reikšmės įvedamos į servo ašių laisvumo kompensacijų lenteles. Naujos SPV staklės paprastai pasižymi itin dideliu tikslumu ir paklaidos paprastai neviršija 5–7 μm . Dėl trinties ar kitų

mechaninių poveikių laisvumai nuolat didėja ir nebeatitinka gamykliškai išmatuotųjų, todėl kompensacijos algoritmai negali efektyviai eliminuoti servo ašių pozicionavimo paklaidos. Labai svarbu reguliariai identifikuoti servo ašių paklaidas ir pasiekus ribinius nuokrypius jas eliminuoti.

3. Standartizuoti servo pavarų tikslumo matavimo būdai *PRIMA POWER* koordinatinio šampavimo staklėms

Gamintojai paprastai atlieka kiekvienų pagamintų staklių (kurių tikslumas siekia 0,01–0,1 mm) tikslumo matavimus. Tai užtikrina naujų įrenginių atitikimą tikslumo standartams. Šie matavimai atliekami keliais etapais pagal skirtingas metodikas, taip užtikrinant savalaikį broko ar padidėjusios paklaidos aptikimą ir pašalinimą staklių gamybos ar eksploatavimo eigoje.

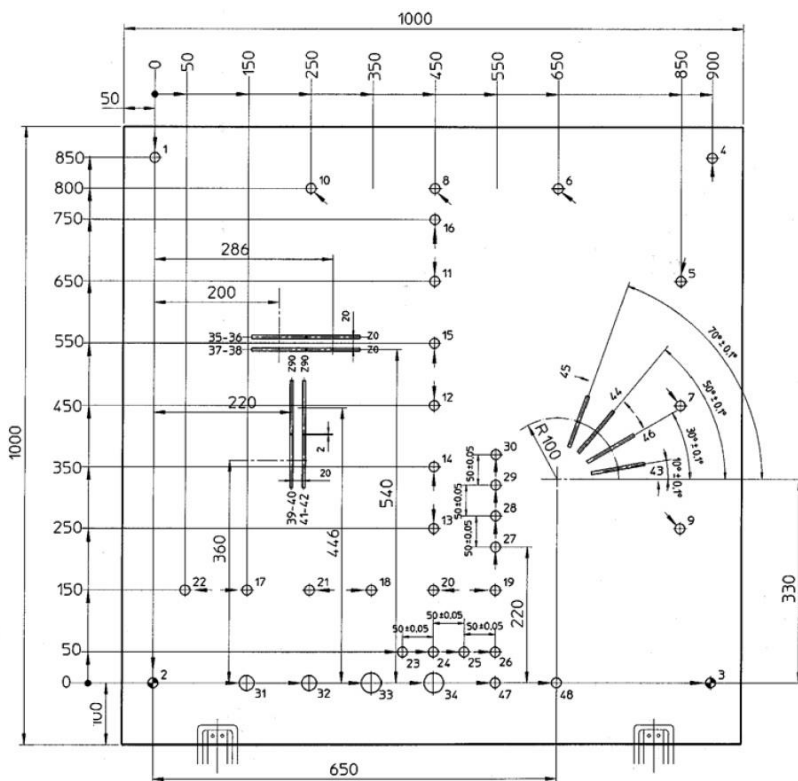
Vienas iš servo pavarų tikslumo nustatymo būdų – matavimai lazeriniu interferometru. Ši matavimo metodika taikoma nuo 1970 m. ir yra pripažinta tarptautiniu mastu. Lazerinis interferometras – tai optinis įrenginys, kuris naudodamasis šviesos interferencijos reiškiniu, gali 0,633–1,266 μm tikslumu [5] išmatuoti poslinkio ilgį staklėse.

Tiesiaiegių ašių pozicionavimo nuokrypių matavimas lazeriniu interferometru atliekamas kiekvienoms naujoms *PRIMA POWER* staklėms, taikant apdirbimo staklių tikslumo ir pasikartojamumo standartą VDI/DGQ 3441. Šis matavimas parodo servo ašių pozicionavimo tikslumą, tačiau neparodo kitų mechaninių mazgų sisteminių paklaidų.

Siekiant įvertinti *PRIMA POWER* koordinatinio šampavimo staklėmis gaminamų detalių tikslumą, buvo išvystytas vidinis LKP-7100 standartas, pagal kurį atliktas tikslumo matavimas parodo suminę koordinatinio šampavimo staklių komponentų paklaidų įtaką gaminamos detalės kokybei bei tikslumui. Bandyme (pagal LKP-7100 standartą) naudojama specialiai suprojektuota ir pagaminta detalė (naudojant tiriamas koordinatinio šampavimo stakles). Eigoje vykdomas pagamintos detalės matavimas, matavimo rezultatų analizavimas ir galutinių duomenų pateikimas. Iš bandymo metu pagamintos detalės galima nustatyti tokius staklių tikslumo aspektus:

- geometrinis ir dinaminis X ir Y ašių tikslumas;
- X ir Y ašių statmenumas;
- atstumų tarp skylių tikslumas;
- įrankių būgno pozicionavimo tikslumas (3-ose pozicijose);
- įrankio pasukimo ašies 0° tikslumas;
- įrankio pasukimo ašies tikslumas skirtingose pozicijose;
- lakšto repozicionavimo tikslumas.

Bandymo metu gaminamos detalės brėžinys, su kiaurymių išskirtimo eiliškumo informacija, pateiktas 2 paveiksle.



2 pav. *PRIMA POWER* koordinatinio šampavimo staklių tikslumo matavimams, pagal LKP-7100 standartą, gaminamos detalės brėžinys su kiaurymių iškirtimo eiliškumo informacija [6]

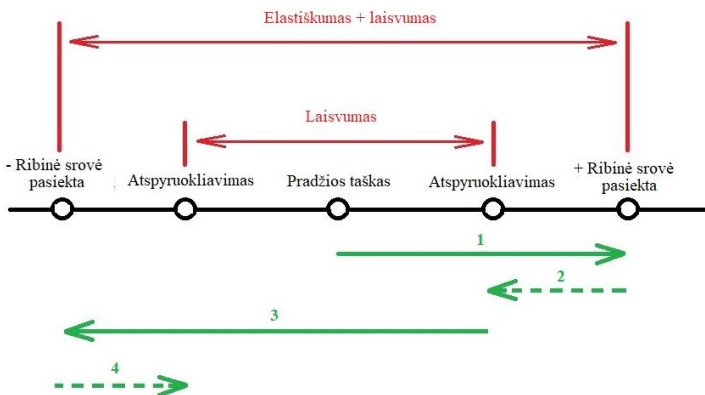
Bandomojo gaminio matavimai atliekami skaitmeninio programinio valdymo matavimo staklėmis, naudojant šiam gaminiui skirtą matavimo programą, taip iki minimumo sumažinant programuotojo ar matuotojo įtaką matavimų rezultatams.

4. Servo ašių laisvumo matavimas pagal servo variklio duomenis *PRIMA POWER* koordinatinio šampavimo staklėmis

Šiais laikais, kai ketvirtoji pramonės revoliucija (*Industry 4.0*) įgauna pagreitį, integruotomis skaitmeninėmis technologijomis duomenys apie staklių darbo ypatumus surenkami ir analizuojami realiu laiku, o itin didelis dėmesys skiriamas skaitmeniniams staklių patikimumo analizavimo ir gerinimo sprendimams. *PRIMA POWER* naudoja specialų algoritmą, kuris pagal servo variklio tekančią srovę išmatuoja mechaninį servo ašies laisvumą. Variklio tekančios srovės matavimai, siekiant nustatyti veleno guolių būklę ar variklio

susidėvėjimą, yra analizuojami ir mokslinėje literatūroje [7, 8]. Tai naujas požiūris į servo variklio duomenų panaudojimą, siekiant įvertinti staklių komponentų būklę.

Matavimas pradedamas užfiksuojant lakšto poziciją mechaninėmis priemonėmis (naudojant repozicionavimo cilindrus), toliau servo variklis atlieka judesį „+“ kryptimi. Judesio metu nuolat matuojama variklio tekanti srovė. Kai srovė pasiekia užduotą ribinę reikšmę, variklio judesys stabdomas ir įsimenama servo ašies pozicija (koordinatė) – ši reikšmė vėliau naudojama apskaičiuojant servo ašies elastiškumą (angl. *Elasticity*). Toliau servo variklis išjungiamas – tai leidžia servo ašies mechaninei grandžiai sustoti pozicijoje, kurioje mažiausi įtempimai. Ši servo ašies pozicija (koordinatė) įsimenama, kad vėliau būtų galima apskaičiuoti servo ašies laisvumą (angl. *Clearance*). Tokie patys judesiai atkartinami „-“ kryptimi, įsimenant maksimalias elastiškumo ir atspyrui koordinates. Pagal įsimentas koordinates apskaičiuojamas servo ašies laisvumas ir elastiškumas. 3 paveiksle pavaizduota servo ašies laisvumo ir elastiškumo matavimo schema.



3 pav. Servo ašies laisvumo ir elastiškumo matavimo schema

Schemoje (žr. 3 pav.) žaliomis rodyklėmis pažymėtas servo ašies judėjimas (brūkšninė žalia linija rodo judesį, esant išjungtam servo ašies varikliui, t. y. atspyrui koord.), juodoje koordinačių ašyje pažymėta servo ašies pozicija, raudonos linijos žymi išmatuotas laisvumo ir elastiškumo reikšmes, žali skaičiai (1–4) nurodo judesių eiliškumą.

5. Servo ašių tikslumo nustatymo būdų palyginimas

Visi tiriami servo ašių tikslumo (paklaidos) matavimo būdai turi privalumų ir trūkumų, bei naudojami esant skirtingoms aplinkybėms. Kiekvienas paklaidos matavimo būdas parodo skirtingų staklių komponentų suminę paklaidą, dėl to šių tikslumo matavimų rezultatai turi būti

interpretuojami skirtingai. 1 lentelėje pateikti 3-jų koordinatinio šlampavimo staklių tikslumo (paklaidos) matavimo metodų privalumai ir trūkumai.

1 lentelė

Koordinatinių šlampavimo staklių tikslumo matavimo metodų palyginimas

Matavimo būdas	Privalumai	Trūkumai
Matavimai atliekami pagal VDI/DGQ 3441 standartą	• Matavimų paklaida nesiekia 1 μm; • Kiekvienos tiesiaieigės servo ašies paklaida išmatuojama atskirai.	• Brangi matavimo įranga; • Sudėtinga matavimus atlikti staklių naudotojo patalpose.
Matavimai atliekami pagal LKP-7100 standartą	• Atspindi gaminamų detalių tikslumą; • Užtrunka iki 30 minučių staklių prastovos laiko.	• Matavimams reikalingos žaliavos; • Ilgas matavimo rezultatų laukimas (nuo bandomosios detalės pagaminimo iki matavimo rezultatų gavimo); • Visos staklių mechaninių mazgų paklaidos sumuojamos, todėl sunku tiksliai nustatyti paklaidos priežastį.
Matavimai atliekami naudojant servo variklio duomenis	• Matavimams nenaudojamos žaliavos; • Matavimo rezultatai pateikiami nedelsiant.	• Matavimo rezultatai gali būti naudojami tik diagnostikos tikslais.

6. Tiriamoji dalis

6.1. Servo variklio tekančios srovės stebėjimas

Siekiant išsiaiškinti servo variklio tekančios srovės kitimo priklausomybę nuo greičio ir akseleracijos, atlikti bandymai, kuriuose staklės (*Shear Genius 1530*) programiniu režimu judino servo ašis *X* ir *Y* skirtingomis trajektorijomis, greičiais bei akseleracijomis. Matavimo rezultatams fiksuoti naudotas programinis paketas *Microsoft Visual Studio* su specialiu *Beckhoff* sukurtu įskiepiu *ScopeView*, skirtu įvairiems sistemos parametrams stebėti ir grafiškai pavaizduoti.

Pirmasis bandymas atliktas servo ašimis *X* ir *Y* judant 200×200 mm dydžio kvadrato trajektorija. Nustatyta, kad *X* bei *Y* ašys juda koordinatėmis tarp 500 mm ir 700 mm, o servo varikliais tekanti srovė siekia ± 5 A (*X* ašyje) bei ± 6 A (*Y* ašyje).

Apribojus servo ašių judėjimo greitį (angl. *Feedrate*) iki 50 proc. ir atlikus tą patį bandymą pastebėta, kad nepaisant maksimalaus servo ašių judėjimo greičio ribojimo iki 50 proc., maksimali servo varikliais tekanti srovės nėpakito (*X* ašis ± 5 A, *Y* ašis ± 6 A).

Šie bandymai parodo, kad servo ašies varikliu teka didžiausia srovė greitėjimo bei stabdymo metu, o tolygaus judėjimo atveju servo varikliu tekančios srovės priklausomybė nuo greičio nėra pastebima.

Kitas bandymas atliktas apribojus servo ašių akseleraciją iki 50 proc. Bandymo (naudojant 50 proc. akseleracijos ir 100 proc. greičio) metu užfiksuoti duomenys rodo, kad X bei Y servo ašių varikliais tekanti srovė siekia $\pm 4,5$ A (X ašyje) ir ± 6 A (Y ašyje). Servo varikliu tekančios srovės skirtumas pastebimas tik X ašyje, ir nepaisant to, kad akseleracija buvo sumažinta 50 proc., varikliu tekanti srovė tesumažėjo 10 proc.

Kitas bandymas atliktas servo ašimis X ir Y judant 100 mm spindulio apskritimo trajektorija. Tyrimo rezultatai parodė, kad X ašis juda koordinatėmis nuo 500 mm iki 700 mm, o Y ašis juda koordinatėmis nuo 400 mm ir 600 mm. Servo varikliais tekanti srovė siekia $\pm 3,7$ A (X ašyje) ir $\pm 5,2$ A (Y ašyje).

Apribojus servo ašių judėjimo greitį (angl. *Feedrate*) iki 50 proc. ir atlikus tą patį bandymą pastebėta, kad X bei Y servo ašių varikliais tekanti srovė pakito daugiau nei 30 proc. ir siekia $\pm 2,7$ A abiejose ašyse. Šiam pokyčiui įtakos turėjo servo ašių judėjimo specifika – judant apskritimo trajektorija kiekviena servo ašis nuolat greitėja arba lėtėja, todėl apribojus maksimalų greitį pasikeičia ir akseleracija. Dėl to, servo varikliais tekančios srovės pokytis, lyginant su kvadrato formos trajektorijos judesiu, yra 3–4 didesnis (ne 10–15 proc., o 30–40 proc.).

Dar vieno bandymo metu buvo stebėta X ašies servo varikliu tekanti srovė, atliekant X ašies laisvumo matavimų ciklą (ribinė srovė 1,1 A). Nustatyta, kad servo varikliu tekančios srovės šablonas pasikartoja visus 3 kartus, kas leidžia identifikuoti matavimo judesius bei numatyti matavimo rezultatų pasikartojamumą.

6.2. Laisvumo matavimo rezultatų pasikartojamumas

Naudojant rekomenduojamas ribines sroves (1,1 A X servo ašies varikliui ir 0,85 A Y servo ašies varikliui) atlikti 10 laisvumo ir elastiškumo matavimo ciklą X ašies koordinatėse 500 mm, 1 000 mm, 1 500 mm, 2 000 mm, 2 500 mm bei Y ašies koordinatėje 200 mm.

Statistiniai tyrimo metodai parodė, kad standartinis nuokrypis nesiekia 10 proc. aritmetinio vidurkio ir daugeliu atveju (išskyrus X ašies 500 mm koordinatę) yra mažesnis už minimalų staklių fiksuojamą matavimo vienetą (1 μ m). Šis tyrimas iliustruoja aukštą bandymų pasikartojamumo lygį.

Servo ašių $Z1$ ir $Z2$ statistinis tyrimas rodo, kad standartinis nuokrypis siekia 30–35 proc. aritmetinio vidurkio. Šis parametras rodo žemą pasukamų ašių laisvumo matavimų pasikartojamumo lygį, o tuo pačiu ir atskleidžia šio matavimo patikimumo problemą.

6.3. Laisvumo matavimo rezultatų palyginimas su kitomis matavimo metodikomis

Skirtingų staklių komponentų laisvumas gali turėti įtakos servo ašių laisvumo matavimų rezultatams (žr. 2 lentelę).

2 lentelė

Skirtingų staklių komponentų įtaka laisvumo matavimų rezultatams

Matavimo būdai	Servo pavara	Mechaninė judesio perdavimo grandis	Lakšto laikikliai (angl. <i>Sheet Clamps</i>)	Lakšto plokštiškumas ir kitos savybės	Įrankio laikiklis	Štampavimo įrankis
VDI/DGQ 3441	Taip	Taip	Ne	Ne	Ne	Ne
Pagal servo variklio duomenis	Taip	Taip	Taip	Taip	Ne	Ne
LKP-7100	Taip	Taip	Taip	Taip	Taip	Taip

Kadangi tiriamųjų staklių servo ašių laisvumas buvo išmatuotas skirtingais būdais, galima daryti prielaidą, kad:

- *X* ašies servo pavaros ir mechaninės judesio perdavimo grandies laisvumas 500 mm koordinatėje – 0,0073 mm;
- lakšto laikiklių ir lakšto plokštiškumo įtaka *X* servo ašies tikslumui 500 mm koordinatėje yra 0,0057 mm (0,013–0,073 mm);
- įrankio laikiklio ir paties štampavimo įrankio įtaka bendrai paklaidai *X* ašyje yra 0,016 mm (0,029–0,013mm).

Kadangi tikslumo matavimai pagal LKP-7100 standartą neatliekami kitose *X* ir *Y* servo ašių koordinatėse, sutampančiose su kitų matavimų rezultatais, toliau matavimo pagal servo variklio duomenis rezultatai lyginami tik su matavimo pagal VDI/DGQ 3441 standartą rezultatais. 3 lentelėje pateikiami pagal servo variklio duomenis išmatuotų servo ašių laisvumų aritmetinis vidurkis *X* ašies koordinatėse: 500; 1 000; 1 500; 2 000; 2 500 bei *Y* ašies koordinatėje 200 ir šių rezultatų palyginimas su matavimo, pagal VDI/DGQ 3441 standartą, rezultatais.

Iš 3 lentelės matyti, kad skirtingais matavimo būdais gauti *X* servo ašies laisvumo reikšmių skirtumai siekia 0,0058–0,0098 mm, o laisvumas išmatuotas pagal VDI/DGQ 3441 standartą sudaro 46–61 proc. nuo, pagal servo variklio duomenis, išmatuotų laisvumų vidurkių.

Laisvumo matavimo rezultatų palyginimas naudojant skirtingus matavimo būdus

Servo ašis / koordinatė, mm	Laisvumas išmatuotas pagal VDI/DGQ 3441 standartą L1, mm	Laisvumų išmatuotų pagal servo variklio duomenis aritmetinis vidurkis L2, mm	Skirtumas L2-L1, mm	Santykis, L1/L2
X / 500	0,0073	0,0131	0,0058	0,56
X / 1000	0,0085	0,0183	0,0098	0,46
X / 1500	0,009	0,0162	0,0072	0,56
X / 2000	0,01	0,0164	0,0064	0,61
X / 2500	0,0083	0,0176	0,0093	0,47
Y / 200	0,0042	0,0051	0,0009	0,82

Y servo ašies laisvumo matavimų duomenų sutapimas siekia 82 proc., dėl sraigtinės servo ašies judesio perdavimo grandies (X servo ašyje naudojama krumpļiastiebinė judesio perdavimo grandis) bei kitų sisteminių paklaidų (lakšto laikiklio, lakšto ploštiškumo) įtakos matavimo rezultatams.

7. Išvados

- 1 Nepriklausomai nuo pasirinktų staklių konstrukcinių sprendimų, pasiekti reikalaujamą servo ašių pozicionavimo tikslumą padeda laisvumo kompensacijos algoritmai, tačiau tam kad šie algoritmai korektiškai veiktų, servo ašių netikslumai ir laisvumai kiekvienoje koordinatėje turi būti tiksliai išmatuoti bei suvesti į kompensacijų lenteles. Tikslus mechaninių paklaidų ir laisvumo identifikavimas, kompensaciniams algoritmams leidžia eliminuoti iki 70–80 proc. paklaidos.
- 2 *PRIMA POWER* koordinatinio šampavimo staklių tikslumui įvertinti naudojami du pagrindiniai tikslumo matavimo būdai. Pirmas būdas tai servo ašių pozicionavimo tikslumo matavimas naudojant lazerinį interferometrą (pagal VDI/DGQ 3441 standartą). Antras būdas tai staklių tikslumo įvertinimas matuojant tomis staklėmis pagamintą specialią bandomąją detalę (pagal LKP-7100 standartą). Abu šie matavimo būdai yra nepatogūs staklių naudotojui, nes reikalauja sudėtingos matavimo įrangos (lazerinio interferometro arba matavimo staklių).
- 3 Siekiant supaprastinti pirminį servo ašių laisvumo identifikavimą, buvo sukurtas programinis serviso įrankis – laisvumo matavimas pagal servo variklio duomenis. Šis įrankis leidžia išmatuoti servo ašių laisvumą

nenaudojant jokios papildomos įrangos, be to matavimo rezultatai pateikiami nedelsiant.

4. Ištyrus servo ašių matavimo pagal servo variklio duomenis rezultatus nustatyta, kad matavimo rezultatų pasikartojamumas siekia 90–110 proc. nuo aritmetinio vidurkio, o apskaičiuotas standartinis nuokrypis neviršija absoliutinės matavimo paklaidos. Ištyrus matavimo metu pasirenkamos ribinės srovės poveikį matavimo rezultatams, nustatyta, kad rekomenduojama ribinė srovė (kuri atitinka ~ 300 N pastūmos jėgą) yra „plokščiausioje“ kreivės dalyje – tai reiškia, kad servo ašiai judėti reikalingos jėgos pokytis (dėl mechaninių priežasčių, temperatūros, naudojamo tepalo savybių) turi mažiausią įtaką matavimo rezultatams visame tirtame ribinių srovių diapazone.

Literatūra

1. VÖRÖS, J. Modeling and identification of systems with backlash. *Automatica*. Elsevier, 2010, 46(2), 369–374. ISSN 0005-1098.
2. SHI, S., LIN, J., WANG, X., XU, X. Analysis of the transient backlash error in CNC machine tools with closed loops. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*. Elsevier, 2015, 93, 49–60. ISSN 08906955.
3. TARNG, Y. S., KAO, J. Y., LIN, Y. S. Identification of and compensation for backlash on the contouring accuracy of CNC machining centres. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 1997, 13(2), 77–85. ISSN 02683768.
4. PAPAGEORGIOU, D., BLANKE, M., MEMBER, S., NIEMANN, H. H., RICHTER, J. H. Robust backlash estimation for industrial drive-train systems – theory and validation. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*. 2019, 27(5), 1847–1861.
5. *Interferometry explained* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 01-02-2020]. Prieiga per: <https://www.renishaw.com/en/interferometry-explained--7854>.
6. Finn-Power. *LKP-7100 Punching accuracy test standard*. Seinajoki, 1990.
7. CHOI, S., PAZOUKI, E., MEMBER, S. Iterative condition monitoring and fault diagnosis scheme of electric motor for harsh industrial application. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*. 2015, 62(3), 1760–1769.
8. SCHOEN, R. R., HABETLER, TH. G., KAMRAN, F. Motor bearing damage detection using stator current monitoring. *IEEE Transactions on Industry Application*. 1995, 31(6), 1274–1279.



JŪRŲ TRANSPORTO PRIEMONĖSE NAUDOJAMŲ PRIEŠGAISRINIŲ DURŲ MODELIAVIMAS IR JO TIKSLUMO NUSTATYMAS

Sakalauskas M.¹, Vaičiulis D.¹

¹*Kauno technologijos universiteto*

Raktiniai žodžiai: priešgaisrinės durys, jūrų transporto durys, termo-mechaninė analizė, BEM.

1. Įvadas

Pasyvioji priešgaisrinė apsauga yra neatskiriama statinio konstrukcijos dalis. Pagrindinė šios apsaugos užduotis užkirsti kelią gaisrams arba sulėtinti ugnies plitimą. Tai gali būti ugniai atsparios pertvaros, sienos arba grindys, tačiau vienas pagrindinių saugos elementų naudojamų užtikrinti gaisrinį saugumą – gaisro temperatūrai atsparios durys.

Priešgaisrinėms durims yra keliami du pagrindiniai reikalavimai: durys privalo atlikti savo darbinę funkciją ir užtikrinti žmonių saugumą evakuacijos metu.

Nemažai mokslinių darbų yra skirta priešgaisrinių durų modeliavimui bei eksperimentiniams tyrimams [1–3]. Dažnai atliekami panašūs tyrimai, tik analizuojamos skirtingos konstrukcijos, todėl pateikiamos išvados bei rezultatai kartais skiriasi. Darbe [1] nagrinėta temperatūros įtaką durų varčios deformacijoms, teigiama, kad oro tarpas izoliacinėje medžiagoje sumažina deformacijas apie tris kartus. Kitas autorius [2] darbe teigia, kad vietiniai dideli (75–80 mm), temperatūros sukelti, poslinkiai metalinei konstrukcijai yra mažiau pavojingi nei mažesni poslinkiai (17–20 mm), kylantis visame objekte. Durų efektyvumo tyrimas keičiant varčios skardų storius atliktas [3] darbe. Jame teigiama, kad durys efektyvesnės tuomet, kai storesnė skarda yra arčiau šilumos šaltinio.

Kadangi priešgaisrinių durų eksperimentai yra pakankamai brangūs, tai aukščiau minėtus ir kitus tyrėjus [4–6] vienija bendras tikslas – išdirbti priešgaisrinių durų modeliavimo metodiką, kuri būtų kaip galima tikslesnė ir paprastesnė, t. y. nesunkiai išpildoma taikant įvairius skaitinius inžinerijos metodus.

Darbo tikslas – sudaryti kiek įmanoma paprastesnį priešgaisrinių durų BEM modelį, kurio tikslumas būtų kaip galima didesnis.

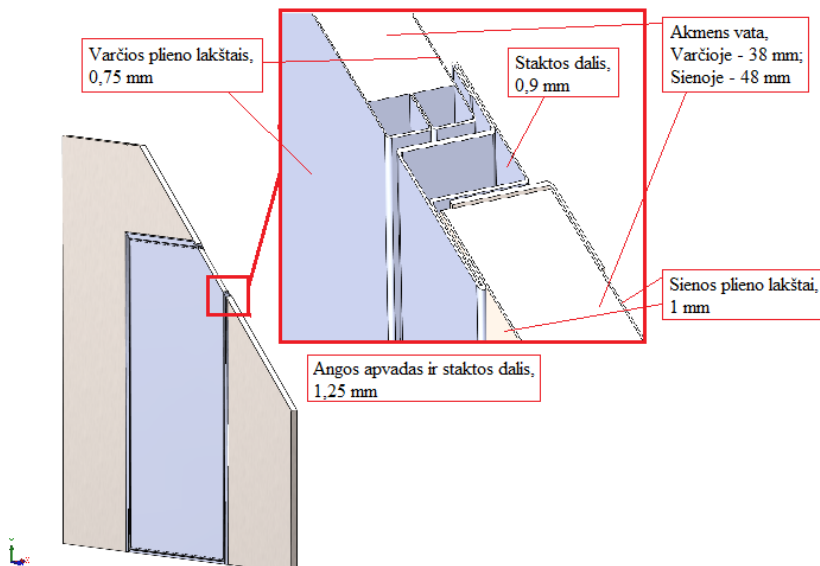
2. Priešgaisrinių durų modeliavimas

Šiame darbe sudarytas „B“ klasės priešgaisrinių durų modelis, kuris buvo eksperimentiškai tirtas gaisro laboratorijoje. Modelis sudarytas pagal reikalavimus aprašytus IMO 2010 FTP kodo 3 dalyje [7].

Skaičiuojant priimta, kad temperatūra yra pastovi, o jos dydis toks, koks pasiekiamas paskutinėmis eksperimento minutėmis. Priešgaisrinių durų modeliavimui ir temperatūros bei temperatūrinių deformacijų skaičiavimams atlikti naudojama 3D modeliavimo programa *SolidWorks* ir jos priedas *Simulation*.

Priešgaisrinių durų konstrukcija susideda iš trijų skirtingų dalių: durų varčios, durų staktos bei angos apvado. Varčią ir staktą tarpusavyje jungia trys jungtys – du vyriai ir spynos liežuvėlis. Daroma prielaida, kad šie elementai didelės įtakos skaičiavimo rezultatams neturi, todėl juos pašaliname tam, kad supaprastinti modelį.

Sudaryto „B“ klasės durų kompiuterinio modelio dalys pavaizduotos 1 paveiksle. Laikoma, kad stakta, apvadas, varčia ir plokščią sieną pagaminta iš A525 markės (pagal ASTM standartą) galvanizuoto plieno lakštų.



1 pav. Priešgaisrinių durų modelis, su išdidintu pjūviu

Varčioje ir plokščių sienoje kaip izoliacinė medžiaga naudojama *RockWool* akmens vata. Šių medžiagų fizikinės ir mechaninės savybės priklausančios nuo temperatūros paimtos iš [2], o savybės nepriklausančios nuo temperatūros – iš *RockWool* atstovų Danijoje ir 3D modeliavimo paketo *SolidWorks* medžiagų duomenų bazės [8, 9].

Modeliuojant buvo laikoma, kad modelio visos plokštumos, esančioms krosnies viduje įkaitusios iki $T = 900^{\circ}\text{C}$ temperatūros (žr. 2 pav.).

Laboratorijos, kurioje buvo atlikti eksperimentai, vidinių patalpų konvekcijos koeficientas apskaičiuojamas vadovaujantis [10]. Vidutinė temperatūra tarp laboratorijos patalpų oro ir krosnies išorinių sienų:

$$T_{skr} = \frac{T_{lab} + T_{kr}}{2}; \quad (1)$$

čia $T_{lab} = 20^{\circ}\text{C}$ – vidutinė temperatūra laboratorijos viduje; $T_{kr} = 220^{\circ}\text{C}$ – krosnies išorinių sienų ir durų išorės vidutinė temperatūra.

Pagal vidutinę temperatūrą (120°C) parenkamos reikalingos oro savybės [11, 12]:

- tankis $\rho = 0,88 \text{ kg/m}^3$;
- dinaminė klampa $\mu = 22,9 \cdot 10^{-6} \text{ N}\cdot\text{s/m}^2$;
- specifinė šiluma $C_p = 1\,000 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$;
- šilumos laidumas $k = 0,033 \text{ J/(m}\cdot\text{K)}$;
- šilumos plėtimosi koeficientas $\beta = 0,00251 \text{ 1/K}$.

Prandtlio skaičius [10]:

$$P_r = \frac{\mu C_p}{k}. \quad (2)$$

Grašofo skaičius [10]:

$$G_r = \frac{L^3 \rho^2 g \beta (T_{kr} - T_{lab})}{\mu^2}; \quad (3)$$

čia $L = 2,75 \text{ m}$ – plokščio paviršiaus (krosnies sienų išorinės dalies) aukštis;
 g – laisvo kritimo pagreitis.

Nuselto skaičius [10]:

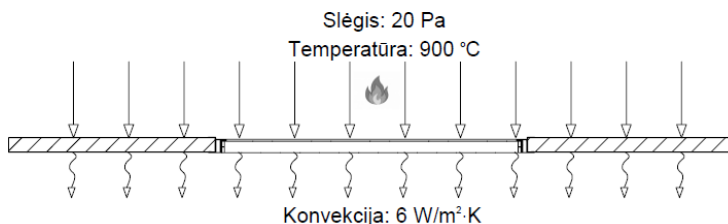
$$N_u = \left\{ 0,825 + \frac{0,387 \sqrt[6]{G_r P_r}}{\left[\left(1 + \left(0,492 P_r^{-1} \right)^{9/16} \right) \right]^{8/27}} \right\}^2. \quad (4)$$

Šilumos konvekcijos koeficientas [10]:

$$h_c = \frac{N_u k}{L}. \quad (5)$$

Panaudojus aukščiau pateiktus duomenis ir (2)–(5) formules buvo gauta $h_c = 6,17 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Kadangi šie skaičiavimai yra apytiksliai, tai darbe laikoma, kad laboratorijos patalpų vidaus vidutinė konvekcijos koeficiento vertė $h_c = 6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (žr. 2 pav.).

Plokščių ir durų plokštumoms, kurios yra krosnies viduje, nurodomas 20 Pa slėgis (žr. 2 pav.), nes toks slėgis išlaikomas krosnyje ir testo metu.



2 pav. Modelio skaičiavimo schema

Kadangi durų modelis yra supaprastintas, todėl didžiąją dalį durų elementų atstoja ypatingieji ryšiai:

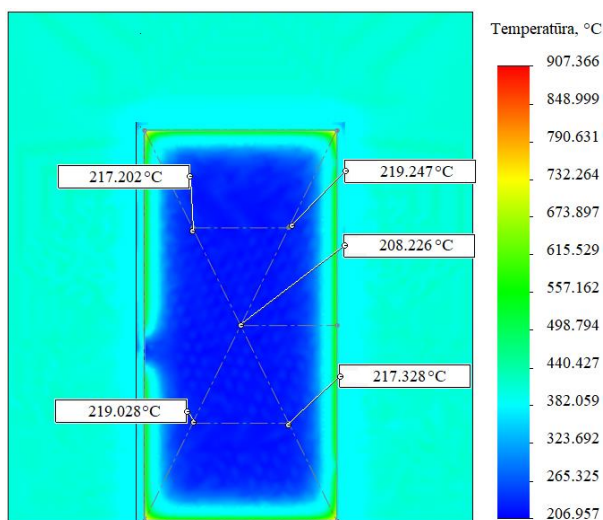
- durų angos apvadas, stakta ir sienos paviršiai yra sujungiami į vieną kūną, taip pakeičiant jungiamuosius varžtus;
- spynos bei vyrių dalys, kurios kontaktuoja su stakta ir varčia, pakeistos standžiais ryšiais;
- tarp varčios ir staktos paviršių, kurie deformuojantis durims gali persidengti, nurodomi kontaktai, kuriuose įvertinama trintis, trinties koeficiento vertė imta lygi 0,1.

Modeliuojant buvo padarytos sekančios prielaidos:

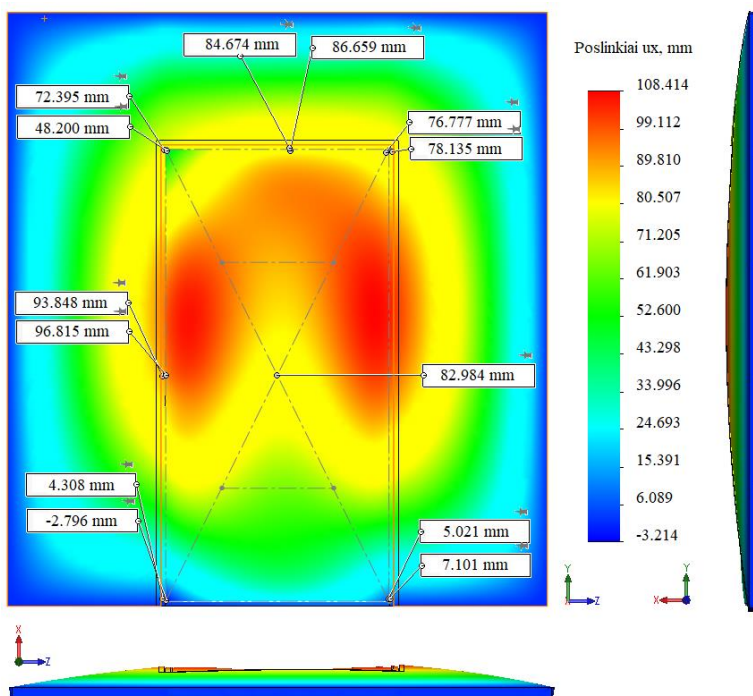
- tarp kontaktuojančių paviršių šilumos laidumo nuostolių nėra;
- tarp besiliečiančių kūnų kontaktas nenurodytas, t. y. šiose vietose kūnai sujungti.

Temperatūrinės durų deformacijos gaunamos atlikus šiuos skaičiavimus:

- sprendžiamas stacionarinis temperatūrinis uždavinys (angl. *Thermal Simulation*) ir apskaičiuojama duryse kylanti temperatūra (žr. 3 pav.);
- sprendžiamas statinis kieto kūno mechanikos uždavinys (angl. *Static Simulation*), kad nustatyti temperatūrines deformacijas (žr. 4 pav.). Skaičiuojant statinį uždavinį temperatūros imamos iš temperatūrinio uždavinio rezultatų.



3 pav. Išorinėje durų pusėje apskaičiuotos temperatūros

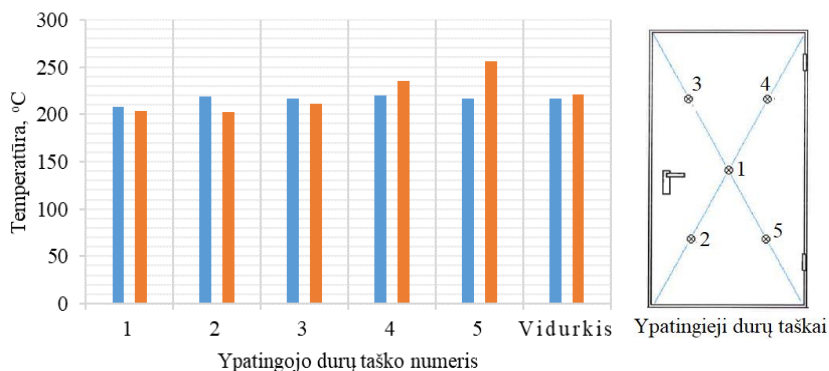


4 pav. Priešgaisrinių durų, veikiamų temperatūros, deformavimosi pobūdis

3. Tyrime gautų duomenų aptarimas

Rezultai, gauti BEM (durų temperatūrą ir deformacijas), palyginti su laboratorijos ataskaitoje pateiktais duomenimis [13], tam kad aišku ar durų modelis yra pakankamo tikslumo.

5 paveiksle pateikiami durų išorinėje pusėje (krosnies vidaus atžvilgiu) kylančių temperatūrų palyginimai.

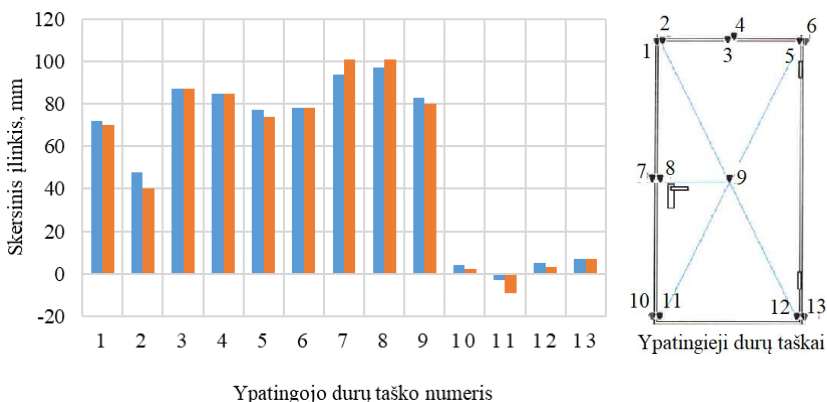


5 pav. Priešgaisrinių durų temperatūros, gautos taikant BEM (■) ir nustatytos eksperimentiškai (■), palyginimas

Gautos temperatūros durų išorėje pakankamai gerai sutampa su laboratorijoje eksperimentiškai nustatytais temperatūromis. Ypatinguosiuose taškuose 1, 2, 3, 4 (žr. 5 pav.) paklaidos nesiekia 9 proc., o šių taškų paklaidų vidurkis yra lygus 4,9 proc. Paskutiniame taške 5 paklaida – 15 proc. Ypatingų taškų temperatūrų vidurkis, nustatytas BEM, yra 216 °C, o laboratorijos ataskaitoje – 221 °C, t. y. ypatingų taškų vidutinės temperatūros paklaida yra tik apie 2 proc.

6 paveiksle pateikti mechaninių deformacijų, gautų eksperimentiškai ir atlikus skaitinį modeliavimą, palyginimai.

Ypatinguose taškuose 1, 3–9, 13 (žr. 6 pav.) durų temperatūrinių deformacijų paklaidos nesiekia nei 7 proc., o šiuose taškuose paklaidų vidurkis yra lygus 2,4 proc. Tuo tarpu, 2-ame taške deformacijų paklaida yra didesnė, ji siekia 20 proc. Taškuose 10–12 gautos didelės paklaidos. 10-ame taške paklaida siekia 100 proc., o taškuose 11 ir 12 apie 67 proc., tačiau tai yra priimtina, nes šiuose taškuose deformacijos yra labai mažos (apie 10 kartų mažesnės už vidutinę vertę, t. y. šių deformacijų absoliutinė vertė neviršija 14 mm, o šiose vietose leistina deformacija yra iki 70 mm).



6 pav. Priešgaisrinių durų skersinių įlinkių (absoliutinės deformacijos), gautų taikant BEM (■) ir nustatytų eksperimentiškai (■), palyginimas

Ypatingose vietose temperatūrinių deformacijų vidurkio paklaida yra apie 10,9 proc.

4. Išvados

1. Nustatyta, kad darbe naudoti priešgaisrinių durų modelio supaprastinimai yra priimtini, nes BEM gauti rezultatai sutampa su duomenimis, gautais atlikus eksperimentą priešgaisrinių durų tyrimo laboratorijoje.
2. Sprendžiant nusistovėjusį temperatūrinį uždavinį ir statinį kieto kūno mechanikos uždavinį BEM, nustatyta, kad vidutinių temperatūrų, kylančių priešgaisrinių durų ypatinguose taškuose paklaida siekia apie 7 proc., o vidutinių temperatūrinių deformacijų priešgaisrinių durų ypatinguose taškuose paklaida – 11 proc.

Literatūra

1. MORO, L., BOSCARIOL, P., DE BONA, F., GASPERETTO, A., SERNEC NOVAK, J. Innovative design of fire doors: computational modeling and experimental validation. *Fire Technology*. 2017, 53, 1833–1846.
2. GUOBY, R. *Sluoksniuotųjų konstrukcijų tyrimas gaisro sąlygomis. Daktaro disertacijos santrauka*. Vilnius: VGTU leidykla „Technika“, 2014.
3. GUOBY, R., VEKTERIS, V., MOKSHIN, V. Investigation of thermal behavior of multilayered fire resistant structure. *Journal of Engineering Science and Technology*. Vilnius, 2016, 11(9), 1333–1343.

4. BOSCARIOL, P., DE BONA, F., GASPARETTO, A., MORO, L. Thermo-mechanical analysis of a fire door for naval applications. *Journal of Fire Sciences*. United States, 2015, 33(2), 142–156.
5. TABADDOR, M., GANDHI, P., JONES, G. Thermo-mechanical analysis of fire doors subjected to a fire endurance test. *Journal of Fire Protection Engineering*. United States, 2009, 19(1), 51–71.
6. ZHANG, S., LI, C., MIAO, H., ZHANG, J., ZHANG, H. Design and thermal analysis of the large fire door for AP1000 nuclear reactor. *Journal of Fire Sciences*. United States, 2019, 29, 122–130.
7. *International Maritime Organization (IMO) Fire Test Procedures (FTP) code* [interaktyvus]. 2010 [žiūrėta 2020-01-04]. Prieiga per: <http://detwintiger.financieringenvan.nl/read/geschriben-von-international-maritime-organization-ftp-code-2010-international-code-for-application-of-fire-test-procedures-2012-edition.pdf>.
8. *Thermally Broken Steel USA* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-14]. Prieiga per: https://thermallybrokensteelusa.com/wp-content/uploads/2015/10/Material_Data_Sheet-Thermally-Broken-Steel-USA.pdf.
9. *Rockwool Technical Insulation* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-14]. Prieiga per: <https://cdn01-rti.rockwool.com/siteassets/tools--documentation/documentation/marine--offshore-global/datasheets/rw-ti-searox-sl-440.pdf?f=20190308095412>.
10. *Newton's Law of Cooling for Forced and Natural Convection Heat Transfer* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-02-28]. Prieiga per: <https://www.brighthubengineering.com/hvac/92660-natural-convection-heat-transfer-coefficient-estimation-calculations/>.
11. *The Engineering Tool Box. Dry Air Properties* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-03-04]. Prieiga per: https://www.engineeringtoolbox.com/dry-air-properties-d_973.html.
12. *The Engineering Tool Box. Air – Density, Specific Weight and Thermal Expansion Coefficient at Varying Temperature and Constant Pressures* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-03-04]. Prieiga per: https://www.engineeringtoolbox.com/air-density-specific-weight-d_600.html.
13. *Test Report of Fire Resistance Test On „B“ Class Single-Leaf Steel Door – 797-19TMU-IMO*. Vana-Narva road 24b, 741114, Maardu, Estonia, 2019.



NAUJŲ AUTOMOBILIŲ SAUGUMO SISTEMŲ POREIKIO TYRIMAS

Sakarevičius E.¹, Tautkus A.¹

¹Kauno technologijos universitetas

Raktiniai žodžiai: automobiliai, saugumo sistemos, *Škoda*, tyrimas.

1. Įvadas

Automobilių transportas iš visų transporto rūšių yra pats avaringiausias, todėl jau nuo 1959 metų automobilių pramonėje buvo pradėta diegti pirmoji saugumą užtikrinanti sistema – saugos diržai. Laikui bėgant vien jų nepakako, nes automobilių galingumai ir išvystomas greitis sparčiai vystėsi. Šiandien automobilių pramonėje galioja labai griežti saugumo standartai, kuriuos turi atitikti kiekviena nauja transporto priemonė. Naujų automobilių net ir bazinės komplektacijos yra aprūpintos įvairiomis saugumą užtikrinančiomis sistemomis, kurios gali padėti vairuotojui valdyti automobilį bei išvengti avarių. Automobilių gamintojai stengiasi, kad jų produktas būtų kuo saugesnis, bet ar naują automobilį perkančiam asmeniui tai aktualu?

Darbo tikslas – ištirti kokia dalis pirkėjų įsigydami naują *Škoda* markės automobilį papildomai investuoja į saugumo sistemas.

2. Standartinės automobilių komplektacijos ir modeliai

Prieš analizuojant, pirkėjų norą papildomai įkomplektuoti saugumo sistemas, apžvelgtos *Škoda* gamintojo siūlomos standartizuotos automobilių komplektacijos. Kiekviena komplektacija skiriasi savo išorės ir vidaus dizainu bei siūlomu saugumo sistemų kiekiu. Pirkėjai gali rinktis iš 7 skirtingų tipų:

1. *Active* – žemiausio lygio komplektacija, taikoma ne visiems modeliams. Pasižymi minimaliu interjeru, turi mažiau komforto komponentų bei saugumo sistemų, ribotas komplektuojamų variklių pasirinkimas.
2. *Ambition* – vidutinio lygio komplektacija. Viskas ko gali prireikti neišrankiam vairuotojui už prieinamą kainą.
3. *Style* – aukšto lygio komplektacija. Įmantresnis išorės bei vidaus dizainas su pakankamu komforto lygiu. Montuojamos papildomos saugumo sistemos lyginant, su ankstesnėmis komplektacijomis.

4. *Scout* – šis tipas, kaip ir *Style* komplektacija, aprūpintas gausia įranga. Išsiskiria išorės bei vidaus dizainu, turi visų varančiųjų ratų pavarą, montuojami galingesni varikliai, turi didesnę prošvaisą.
5. *Sportline* – komplektacija su gausia įranga ir į sportiškumą orientuotu vidaus bei išorės dizainu.
6. *Laurin & Klement* – labai aukštos komplektacijos lygis. Turi daug komforto bei saugumo sistemų, išskirtinis salono dizainas.
7. *RS* – aukščiausias komplektacijos lygis. Orientuotas į galingumą bei sportišką dizainą. Montuojami patys galingiausi varikliai, gausi komforto bei saugumo sistemų įrangos pasirinkimo glaimybė.

Škoda modeliai, kurių pardavimų duomenys buvo renkami, pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė

Škoda modelių sąrašas

Modelio pavadinimas	Automobilio tipas
<i>Fabia</i>	Mažas ekonominės klasės miesto automobilis
<i>Rapid</i>	Mažas vidutinės klasės miesto automobilis
<i>Scala</i>	Mažas aukštos klasės miesto automobilis
<i>Octavia</i>	Vidutinės klasės automobilis
<i>Superb</i>	Prabangus limuzino klasės automobilis
<i>Kamīq</i>	Mažas miesto SUV
<i>Karoq</i>	Vidutinio dydžio SUV
<i>Kodīaq</i>	Didelis ir prabangus SUV

3. Tyrimo eiga

Tyrimui naudojami 2018–2019 m. Panevėžio *Škoda* atstovybėje parduotų naujų automobilių duomenys. 2018 m. buvo parduoti – 52 nauji automobiliai, o 2019 m. – 39. Renkant duomenis buvo atsižvelgiama į šiuos kriterijus:

- automobilio modelis;
- automobilio komplektacija;
- automobilio kaina;
- sumontuotos papildomos įrangos kaina;
- ar tarp papildomos įrangos buvo pasirinktos saugumo sistemos;
- kokio tipo saugumo sistemos sumontuotos;
- papildomų saugumo sistemų bendra kaina.

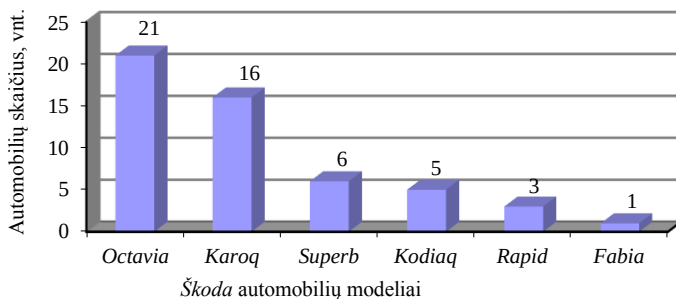
Surinktų duomenų analizė bei palyginimas atliktas atsižvelgiant į:

- parduotų *Škoda* modelių pasiskirstymą;
- automobilių komplektacijų pasiskirstymą;
- kokią automobilių dalį papildomai sumontuotos saugumo sistemos;

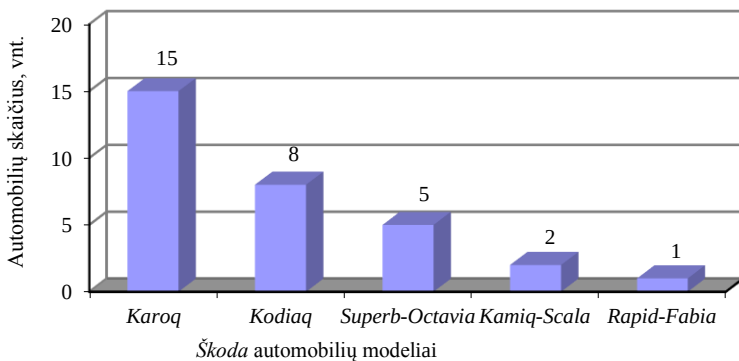
- sumontuotų saugumo sistemų bendrą kainą;
- *Style* komplektacijos automobilių sumontuotų saugumo sistemų bendrą kainą.

4. Surinktų duomenų analizė

Parduotų *Škoda* automobilių modelių pasiskirstymas 2018–2019 m. pateiktas 1 ir 2 paveiksluose.



1 pav. Parduotų modelių pasiskirstymas 2018 m.

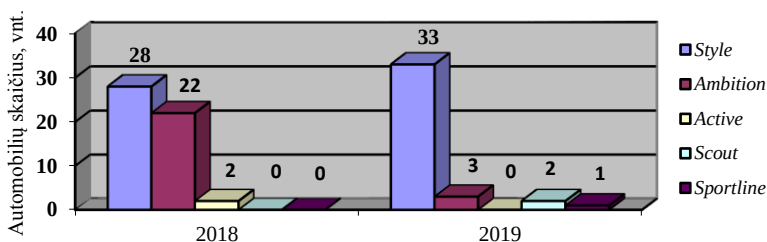


2 pav. Parduotų modelių pasiskirstymas 2019 m.

2019 m. pardavimai yra mažesni, tačiau matoma tendencija, kad pirkėjai orientavosi į visureigių segmentą bei aukštesnės klasės automobilius, kurie yra saugesni. Parduotų automobilių komplektacijų pasiskirstymas pateiktas 3 paveiksle.

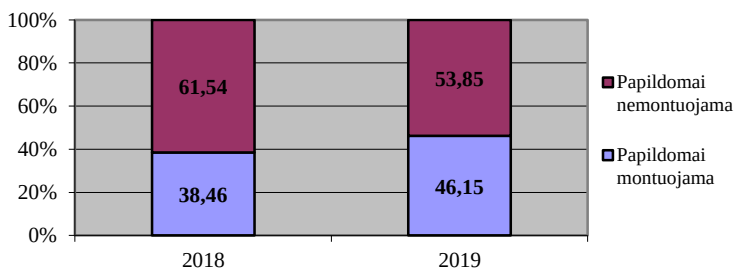
Pirmos vietos neužleidžia aukštos *Style* komplektacijos automobiliai. 2019 m. pastebimas ryškus vidutinės *Ambition* komplektacijos parduotų

automobilių skaičiaus sumažėjimas. 2018 m. iš 52 automobilių net 24 buvo žemos komplektacijos, o tai sudaro 46 proc.



3 pav. Automobilių komplektacijų pasiskirstymas

Situacija ženkliai pasikeitė, nes 2019 m. jų buvo vos 3, o tai sudaro tik 7,7 proc. Žinoma, tokių pirkėjų pasirinkimą gali lemti geresnis automobilio išorės, vidaus dizainas ar papildomos komforto funkcijos. Procentinis pasiskirstymas, kuris parodo į kiek parduotų automobilių papildomai buvo montuojamos saugumo sistemos, pateiktas 4 paveiksle.



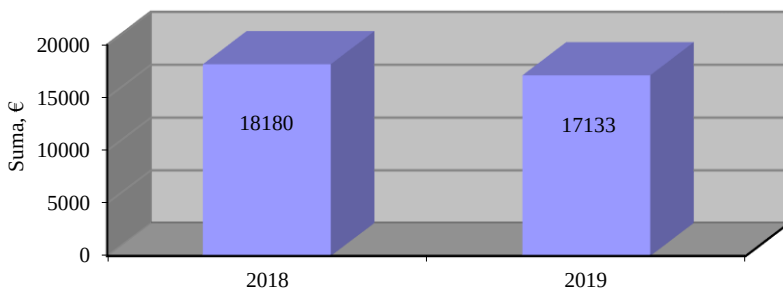
4 pav. Papildomos saugumo sistemos

2018 m. į 38,46 proc. parduotų automobilių buvo komplektuojama papildoma saugumo sistemų įranga, o 2019 m. – į 46,15 proc. Metų pokytis – 7,69 proc. padidėjimas. Taip pat reikia nepamiršti, kad 2019 m. parduodami automobiliai buvo su aukštomis bazinėmis komplektacijomis. Tačiau 46,15 proc. pirkėjų to nepakako ir jie pasirinko, papildomai investuoti į savo pačių bei aplinkinių saugumą.

Iš 5 paveiksle pateiktų rezultatų matyti, kad 2019 m. papildomų saugumo sistemų bendra suma 5,76 proc. mažesnė lyginant su 2018 m. Toks rezultatas gautas dėl to, kad:

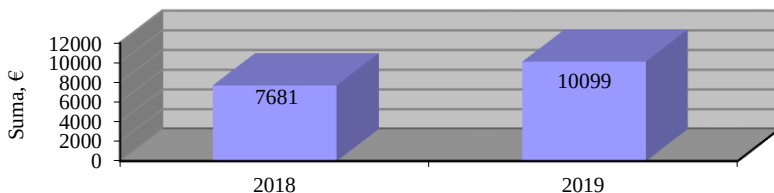
- 2019 m. parduotų automobilių skaičius mažesnis;
- 2019 m. parduotų automobilių bazinės komplektacijos aukštesnio lygio, t. y. turinčios papildomų saugumo sistemų;

- 2019 m. pirktėjai rinkosi aukštesnės klasės automobilius, kurių kaina didesnė.



5 pav. Papildomų saugumo sistemų bendra suma

Šie skaičiai rodo, kad pirktėjai vis labiau renkasi saugumo sistemas, nors jos ir padidina naujo pirkinio pradinę kainą. 6 paveiksle pateiktas papildomų saugumo sistemų, kurios buvo sumontuotos 2018–2019 m. į *Style* komplektaciją turinčius automobilius, bendros sumos palyginimas.



6 pav. *Style* papildomų saugumo sistemų bendra suma

2018 m. buvo parduoti 28 automobiliai turintys *Style* komplektaciją, o 2019 m. – 33. Padidėjimas sudaro 17,86 proc. Iš 6 paveiksle pateiktos informacijos matyti, kad į papildomas saugumo sistemas bendra investuotų pinigų suma 2019 m. padidėjo 31,48 proc. Gauti rezultatai patvirtina, kad automobilių pirktėjai vis labiau yra pasiryžę investuoti į saugumą.

5. Išvados

1. Papildomų saugumo sistemų diegimas transporto priemonėje svarbus ne tik jos gamintojui, bet ir maždaug kas antram naujo automobilio savininkui, kuris neapsiriboja bazine automobilio komplektacija bei pasirenka kryptingą investavimą į papildomą saugumą kelyje.
2. 2019 m. aukštesnės klasės *Škoda* automobilių pirkimas padidėjo 19,87 proc., o modelių turinčių aukštą bazinę komplektaciją – 34,62 proc.

3. 2019 m. investicijos, skirtos *Style* komplektacijos automobilių papildomoms saugumo sistemoms, padidėjo 31,48 proc.

Literatūra

1. *Automobilesoft.net* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-04-02]. Prieiga per: <https://automobilesoft.net/mycar/automobile-safety/active-safety/edl/>.
2. *Škoda-auto.com* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-04-02]. Prieiga per: <https://www.skoda-auto.com/world/edl-xds>.
3. *Master.skoda-auto.com* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-02]. Prieiga per: <http://master.skoda-auto.com/models/octavia-combi-facelift/comfort>.
4. PARK, W. A study of airbag design and optimization methodology [interaktyvus]. *USA General Motors*. 17-0365 [žiūrėta 2020-02-17]. Prieiga per: <https://www-esv.nhtsa.dot.gov/Proceedings/25/25ESV-000365.pdf>.
5. TÖRÖ, O., BÉCSI, T., ARADI, S. Design of lane keeping algorithm of autonomous vehicle. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*. 2016, 44(1), 60–68 [žiūrėta 2020-02-18]. Prieiga per: doi: <https://doi.org/10.3311/PPtr.8177>.
6. PILKA, Ž. *Miesto tipo automobilio priekinės deformacinės zonos pasyvaus saugumo elementų tyrimas*. Kaunas, 2018 [žiūrėta 2020-02-19]. Prieiga per: <https://epubl.ktu.edu/object/elaba:28714965/index.html>.
7. AHTIAINEN, J., TERHO, S., KOPONEN, S. Radar based detection and tracking of a walking human. *IFAC Proceedings Volumes*. 2010, 43(16), 437–442 [žiūrėta 2020-02-25]. Prieiga per: doi: <https://doi.org/10.3182/20100906-3-IT-2019.00076>.



JUTIKLIAI NAUDOJAMI AUTONOMINĖJE TRANSPORTO PRIEMONĖJE

Vileikis A.¹, Aliukas V.¹, Česnulevičius A.¹

¹*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: jutikliai, ADAS, SVS, DMS.

1. Įvadas

Autonominės transporto priemonės (ATP) tampa išmanesnės ir saugesnės dėl tokių technologijų kaip pažangiosios pagalbos vairuotojui sistema – ADAS. Todėl gamintojai vis dažniau susiduria su jutiklių, tokių kaip kameros, radarai ar LiDAR'ai, pasirinkimo problema.

Darbo tikslas – nustatyti, jutikliai gali būti naudojami autonominėje transporto priemonėje.

2. Jutikliai

Per pastarąjį dešimtmetį transporto priemonės pamažu pradėjo integruoti pažangias technologijas, padedančias saugiai vairuoti ir išvengti pavojų kelyje. Pažangiosios pagalbos vairuotojui sistemos dabar gali užtikrinti pastovaus greičio (ACC) ir eismo juostų (LKAS) palaikymą, taip pat autonominį avarinį stabdymą (AEB). Tai tapo įmanoma patobulėjant jutiklių technologijoms.

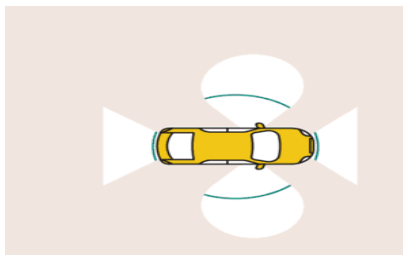
2.1. Kameros

Aplinkai „suvokti“ naudojamos kameros, turinčios aukštą skiriamąją gebą ir galinčios „matyti“ smulkiausias detales. Kameros (žr. 1 pav.) tinka mokomiesiems mašininio mokymosi modeliams kurti / projektuoti, tačiau nėra pats geriausias variantas, siekiant įvertinti vaizde esančių objektų gylį, neveikia esant blogomis oro sąlygomis: stipriam lietaui ar sniegui.

Vaizdo kameros yra naudojamos transporto priemonėse integruotose erdvinio vaizdo (SVS) ir vairuotojo stebėjimo (DMS) sistemose.

Kartu su infraraudonųjų spindulių apšvietimu jos gali veikti ir naktį. Tačiau ši technologija taip pat turi keletą apribojimų [4]. Norint tinkamai

matyti vaizdą, reikalingas švarus lęšis, o tai riboja automobilių gamintojų galimybes parinkti jiems tinkamas montavimo vietas.



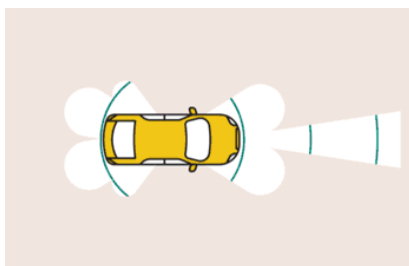
1 pav. Kameros stebėjimo sistema [6]

Vienas pagrindinių kameros trūkumų – visai informacijai apdoroti reikia sudėtingos kompiuterinės sistemos, kuri transporto priemonėje yra ribotų pajėgumų.

2.2. Radarai

Radarai (žr. 2 pav.) radijo bangomis aptinka ir seka objektų padėtį, kryptį ir greitį. Veikia ekstremaliomis oro sąlygomis ir esant kitoms nenumatytoms eismo aplinkybėms.

Šie jutikliai montuojami transporto priemonės priekyje, gale, šonuose ir padeda aklaJam taškui aptikti, taip pat leidžia nustatyti objektus, esančius didesniame atstume (iki kelis šimtų pėdų), bei padeda atsarginių duomenų kopijų kūrimui.



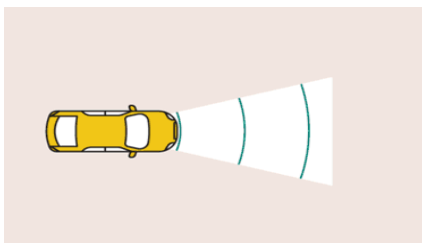
2 pav. Radarai [8]

Radaro jutiklių generuojamas impulsas gali prasiskverbti pro rūką ar sniegą. Priekiniai radarai yra aktyvūs išoriniai jutikliai, kaupiantys informaciją apie priešais transporto priemonę esančias kliūtis. Priekiniam radarui aptikus kliūtį(-is), išjungiama juostos keitimo funkcija [3]. Galiniai radarai yra identiški priekiniams, todėl taip pat yra aktyvūs išoriniai jutikliai. Jiems užfiksavus, kad kitos šalia važiuojančios transporto priemonės greitis didesnis, juostos keitimo funkcija blokuojama.

2.3. LiDAR 'ai

Ši technologija leidžia nustatyti aplinkoje esančių objektų gylį, t. y. sukurti objektų 3D vaizdus [1].

LiDAR'as (žr. 3 pav.) yra aktyvus išorinis jutiklis, lazeriniu spinduliu matuojantis atstumus iki kitų objektų (aptiktų taškų), t. y. jis yra naudojamas šviesai aptikti ir nuotoliui nustatyti. Šių jutiklių veikimo atstumas yra 16 m. Dažniausiai montuojami transporto priemonės priekinėje dalyje [3].

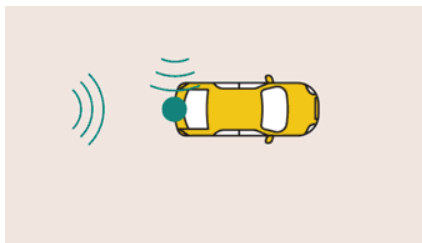


3 pav. LiDAR'as [1]

Ši technologija leidžia sukurti trimatį automobilį supančios aplinkos vaizdą (paklaida 2 cm.). LiDAR'o veikimui įtakos neturi oro sąlygos, tokios kaip vėjas, lietus ir sniegas.

2.4. Kiti jutikliai

Mikrofonai automobiliui suteikia galimybę gauti garsinę informaciją (žr. 4 pav.).



4 pav. Kiti jutikliai [1]

Garsinės informacijos pavyzdys – įspėjamosios sirenos garsas.

2.5. Globali padėties nustatymo sistema

Globali padėties nustatymo sistema (angl. *Global Positioning System*, GPS) užtikrina automobilio pozicijos apskaičiavimą 2–3 cm tikslumu [2]. GPS – tai pasyvus išorinis jutiklis, nustatantis transporto priemonės absoliučias

pasaulines koordinatas susisiekdamas su netoliese esančiomis stotimis (palydovais, mažiausiai trimis). Standartinis sistemos atsinaujinimo dažnis yra 10 Hz. Sudėtingesniuose GPS imtuvuose yra papildomai sumontuoti IMU (inercinis matavimo vienetas) įrenginiai, leidžiantys duomenų apdorojimą vykdyti greičiau – dažnis 100 Hz [6]. Transporto priemonės padėtis yra nustatoma WGS84 (angl. *World Geodetic System*, 1984) atskaitos sistemoje, kurioje apskaičiuotas koordinatas sudaro trys parametrai: platuma (laipsniai), ilguma (laipsniai) ir altitudė (metrai) [6].

2.6. Inerciniai jutikliai

Inercinė matavimų įranga (angl. *Inertial Measurement Unit*, IMU) – tai prietaisas, tiesiogiai matuojantis tris transporto priemonės linijinio pagreičio ir tris sukimosi greičio komponentus (šeši laisvės laipsniai). Tarp jutiklių, kuriuos paprastai galima rasti ATP, IMU prietaisas yra unikalus tuo, kad jam nereikia ryšio su išoriniu pasauliu, kas reiškia nepriklausomumą nuo supančios aplinkos [5]. Šie jutikliai padeda nustatyti automobilio „lokalizacijos“ duomenis, t. y. informaciją apie jo buvimo vietą. ATP programinė įranga apdorojusi ir sujungusi iš inercinių jutiklių gautą informaciją su žemėlapiu duomenimis, pateikia duomenis apie aplink automobilį esančius objektus ir aplinkos ypatybes [5].

3. Išvados

1. Kameros, radarai, LiDAR'ai, inerciniai ir kiti jutikliai autonominėse transporto priemonėse užtikrina visos sistemos saugumą, leidžia išvengti avaringų situacijų kelyje ir rinkti informaciją apie supančią aplinką.
2. Globali padėties nustatymo sistema 2–3 cm tikslumu gali nustatyti transporto priemonės buvimo koordinatas.

Literatūra

1. *Interesting Engineering* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-14]. Prieiga per: <https://interestingengineering.com/how-do-self-driving-cars-work>.
2. *An Overview of Development GPS Navigation for Autonomous Car* [interaktyvus]. 2013 [žiūrėta 2020-04-14]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/26108859_An_overview_of_development_GPS_navigation_for_autonomous_car.
3. *3D Visual Perception for Self-Driving Cars Using a Multi-Camera System: Calibration, Mapping, Localization, and Obstacle Detection* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2020-04-14]. Prieiga per: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0262885617301117?fbclid=IwAR1H-JLj5o-dGj4bbW9HHOSLOounoeLqAwYt-II3kJTh-6A_Wy7Ve7hlw54.

4. *Distance Measurement System for Autonomous Vehicles Using Stereo Camera* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-04-14]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590005620300011?fbclid=IwAR1vixXdSo69mltshjicb-eMPBkuEaX0mXP8EclzcQm6SyyPizhFSGLFVUE>.
5. *Inertial Measurment Units* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2020-04-14]. Prieiga per: <https://www.microcontrollertips.com/inertial-measurement-units-will-keep-self-driving-cars-on-track-faq/>.
6. *GPS Tracking System for Autonomous Vehicles* [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2020-04-14]. Prieiga per: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016818301091?fbclid=IwAR2bZPInSLY820t83XEuv-u81qhiQc2Er0N8qiLXEXllgcsV9TYMXkDeIzE>.



ATLIEKŲ PAIEŠKOS ŽEMĖLAPIO ALGORITMO SUKŪRIMAS IR TYRIMAS, PANAUDOJANT SKRAIDYKLĖS VAIZDO MEDŽIAGĄ

Vyšniauskienė K.¹, Strikulienė O.¹, Striukienė D.¹

¹Kauno technologijos universitetas

Raktiniai žodžiai: dirbtiniai neuroniniai tinklai, konvoliuciniai neuroniniai tinklai, atliekos.

1. Įvadas

Temos aktualumas. XXI a. vystantis pažangioms technologijoms, atsiranda naujų jų pritaikymo galimybių. Šios temos kontekste iškyla sparčiai plintanti ir tobulėjanti bepiločių orlaivių (BO) technologija, kurios panaudojimo galimybės ir pritaikumas vis plačiau apima įvairias žmogaus gyvenimo sritis: karinę pramonę, verslo ir pramogų sferas.

Šiuo metu pasaulis kasmet sukuria 2,01 milijardo tonų komunalinių kietųjų atliekų (šiukšlių). Jei ši tendencija nesikeis, atliekų kiekis artimiausiu laikotarpiu padidės net 70 proc. [1]. Atliekos [2] yra didžiulė visuomenės problema, kadangi jos išmetamos tam nepritaikytose vietose, deginamos, užkasamos ir kt. Tokie šiukšlių atsikratymo būdai teršia orą, vandenį ir dirvožemį, todėl jų aptikimas ir savalaikis surinkimas tampa neatsiejama tvarios visuomenės dalimi [3].

Įvairaus tipo šiukšlių (plastikinių maišelių, stiklo, popieriaus, kartono, plastiko, metalo pakuočių, padangų, statybinių atliekų, didelių gabaritinių baldų) aptikimas – tai svarbus žingsnis šiukšlių surinkimo procese. Šiame kontekste pritaikyta bepiločių orlaivių (BO) technologija gali padėti surinkti vaizdinę informaciją, iš kurios galima ne tik išskirti atliekas, bet ir nurodyti jų geografinę padėtį.

Tyrimo aktualumas ir naudingumas:

- švari ir tvari aplinka;
- savivaldybių, Lietuvos Respublikos tarnybų ir privataus sektoriaus įmonių gerovės didinimas, švarios aplinkos kūrimas;
- galima nauja paslauga.

Darbo objektas – atliekų paieškos algoritmas bepiločiam orlaiviui.

Projekto tikslas – sukurti ir ištirti atliekų paieškos algoritmą bepiločiam orlaiviui.

2. Bepiločių orlaivių tipai

Išskiriamos 3 pagrindinės bepiločių orlaivių (BO) konstrukcijų rūšys:

- fiksuoto sparno bepilotis orlaivis;
- vienasraigtis sraigtasparnis;
- daugiasraigtis bepilotis orlaivis.

2.1. Fiksuoto sparno bepilotis orlaivis

Fiksuoto sparno bepilotis orlaivis (žr. 1 pav.) sudarytas iš vieno standaus sparno, todėl jo konstrukcija [4] panaši į lėktuvo. Šių tipų bepiločiai orlaiviai gali sverti 5–15 000 kg, o sparnų ilgis siekti 2–61 m [5].



1 pav. Fiksuoto sparno bepilotis orlaivis (BO) [6]

Šio tipo BO išsiskiria tuo, kad turi vieną ar daugiau sraigtų, todėl gali sklaidyti nustatytoje trajektorijoje tiek, kiek užtenka energijos resursų, tačiau negali pakilę vertikaliai kyboti viename taške. Šiam trūkumui pašalinti naudojami hibridiniai fiksuoto sparno daugiasraigčių orlaivių modeliai [7]. 2019 m. šio tipo mažuose autonomiškuose (*S-Mad*) orlaivių modeliuose pradėta taikyti vertikalaus statinio kopimo technologija, įgalinanti šio modelio orlaivius kopti išilgai vertikaliais paviršiais. Tyrimais nustatyta, kad tokios konstrukcijos orlaiviai gali išvystyti didesnę vertikalų greitį (nuo 2 iki 5 m/s). *S-Mad* modeliai naudoja specialią nusileidimo pavarą, užtikrinančią mažą susidūrimo su vertikalia platforma greitį, todėl mažesnis krūvis nusileidimo metu tenka važiuoklei, kol mikronugarėlė sukimba su pagrindu [8].

Privalumai:

- skrydžio laikas – nuo kelių iki 16 ir daugiau valandų, jeigu konstrukcija papildyta benzininiu varikliu;
- gali skristi aukštoje altitudėje;

- ore pranašesni už kitus modelius, nes gali aukščiau pakilti ir toliau nuskristi;
- palyginti su tiek pat galios naudojančiu daugiasraigčiu orlaiviu ar sraigtasparniu, gali gabenti 3–5 kartus didesnį svorį;
- efektyvesni suvartojamos energijos atžvilgiu: skraidinant panašaus svorio krovinį panašiu atstumu sunaudos 3–5 kartus mažiau energijos, lyginant su daugiasraigčiais ar sraigtasparnio tipo orlaiviais.

Trūkumai:

- reikalingas keltuvas pakelti į orą; taip yra todėl, kad norint šio tipo orlaivio konstrukcijai išsilaikyti ore reikalingas minimalus greitis, o keliamoji jėga sudaroma sparnui kreipiant ateinantį orą;
- šios kategorijos orlaiviams sunkiau nusileisti, nes jie visada turi skristi ne lėtesniu nei minimaliu greičiu, o norint sklandžiai nusileisti neapgadinant įrenginio, vertikalus leidimosi greitis turi būti mažas (0,1–1 m/s); norint tai pasiekti, orlaivis privalo išlikti valdus;
- negali skristi lėčiau minimalaus greičio ir ore pakibti vienoje vietoje [8].

Šio tipo orlaiviai naudojami komercinėje (pvz., kartografija ir topografija, teritorijų stebėjimas, žemės ūkis, statyba, apsauga ir priežiūra) pramonėje ir ekologijoje [9].

2.2. Vienasraigtis bepilotis sraigtasparnis

Vienasraigčiai bepiločiai sraigtasparniai (žr. 2 pav.) savo sandara bei konstrukcija panašūs į tikruosius sraigtasparnius: turi vieną didelį ir vieną mažą sraigatą ant uodegos, skirtą kryptčiai ir stabilumui koreguoti.



2 pav. Vienasraigtis bepilotis sraigtasparnis [10]

Didžioji šio tipo orlaivio konstrukcijos svorio dalis (akumulatoriai, variklis, elektronika, krovinys ir t. t.) yra sutelkta po pagrindiniu sraigtu (svorio centras), tai reikalinga tam, kad orlaivis kybodamas ore nekryptų į kurią nors pusę. Į galą nuo korpuso liaunos konstrukcijos dalies gale įmontuojamas mažesnis, horizontalia ašimi nukreiptas sraigtas, kurio paskirtis yra kompensuoti didžiojo sraigto sukurtą momentą, kad orlaivis ore nesisuktų.

Privalumai:

- gali kyboti vertikalčiai ore;
- ilgas skrydžio laikas, nuo 10 iki 20 val., atsižvelgiant į dydį;

- lyginant su daugiasraigčiais orlaiviais, atlaiko didelės apkrovas.

Trūkumai:

- dėl sudėtingos pagrindinio sraigto konstrukcijos reikalauja papildomos priežiūros;
- gali būti pavojingi dėl manevringumo trūkumo; manevringumas yra ribojamas dėl to, kad pagrindinis sraigtas tuo pačiu veikia lyg milžiniškas giroskopas, o dėl to jį yra sunkiau pasukti.

Šio tipo orlaiviai naudojami kosmose, LiDAR lazerinėje skenavimo sistemoje, kitiems landšafto tyrinėjimams atlikti [11].

2.3. Daugiasraigtis bepilotis orlaivis

Tai labiausiai paplitusi bepiločių orlaivių konstrukcijos rūšis (žr. 3 pav.). Šį BO sudaro pagrindinis korpusas, kuriame yra baterijos, elektronika bei prietaisai, nuo korpuso eina atšakos, kur kiekvienos gale yra po variklį ir ant jo pritvirtintą sraigą.



3 pav. Daugiasraigtis bepilotis orlaivis [12]

Šio tipo konstrukcijos orlaivis ant savęs gali turėti keletą sraigų, todėl dar skirstomi į:

- trikopterius ar kvadrokopterius – šie orlaiviai aprūpinti trimis [13] arba keturiais sraigtais [14, 15]. Naudojami filmavimo aikštelėse, moderniuose ūkiuose, policijos operacijose [16], komercijoje [17].
- heksakopterius – profesionalūs orlaiviai, turintys 6 sraigtus [18];
- oktokopterius – orlaiviai, turintys 8 sraigtus, todėl gali išsilaikyti ore sugedus vienam iš variklių.

Privalumai:

- lengva pakelti į orą, valdyti ir kontroliuoti dėl įdiegtos elektronikos [19], t. y. elektronika padeda pilotui valdyti ir stabilizuoti bepilotį orlaivį, todėl nereikia jo „gaudyti“;
- gali kaboti ore;
- gali pakilti ir nusileisti vertikaliai;

- mažo dydžio;
- pigiausi iš visų kitų orlaivių rūšių;
- stabilūs.

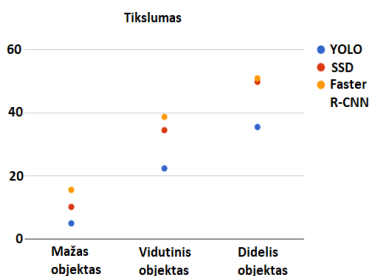
Trūkumai:

- trumpas skraidymo laikas (15–30 min);
- mažas naudingos pakrovos galimumas, sąlygojamas elektrinių variklių;
- daugiausia energijos sunaudoja gravitacijos pasipriešinimui įveikti ir stabilumui ore pasiekti.

Šio tipo orlaiviai naudojami filmavimui, sekimui [18], žemės ūkyje, statyboje, apsaugoje, karinėje pramonėje [20].

3. Objektų aptikimas taikant konvoliucinį neuroninį tinklą

Apibendrinant literatūros apžvalgą galima teigti, kad objektams vaizde aptikti geriausia naudoti trijų tipų tinklus: R-CNN, YOLO ir SSD tipo tinklus (žr. 4 pav.).



4 pav. Trijų tipų tinklų: R-CNN, YOLO, SSD palyginimas [21]

Šio projekto tikslas – sukurti atliekų paieškos algoritmą, filmuotoje medžiagoje galintį aptikti net ir pavienes šiukšles, kurios originaliame vaizde yra nedidelės. Būtent dėl šios priežasties toliau projekte atliekoms vaizdo medžiagoje aptikti bus taikomas R-CNN tipo tinklas [21] (žr. 4 pav.).

4. Eksperimentinė dalis

Sistemai testuoti naudotas *DJI Mavic2 Zoom* bepilotis orlaivis, turintis visų krypčių matymo infraraudonųjų spindulių jutimo sistemas. Jo maksimalus skridimo greitis – 72 km/val.

Šio tipo BO nuotolinio valdymo pulte yra integruota DJI ilgalaikio perdavimo technologija *OCUSYNC 2.0*. Nuotolinis valdymo pultas signalą atviroje aplinkoje gali be jokių elektromagnetinių trukdžių perduoti maždaug į 120 metrų aukštį. Bepiločio *DJI Mavic 2 Zoom* orlaivio nuotolinio valdymo pultelio maksimalus veikimo laikas yra 2 val. ir 15 min.

5. Pirminės vaizdo medžiagos rinkimas

Duomenų rinkimas vyko 2020 m. vasario mėnesį. Pirminė vaizdo medžiaga (žr. 5 pav.) buvo renkama 3 skirtinguose aukščiuose: 20 m, 40 m ir 60 m. Eksperimentiniai bepiločio orlaivio skrydžio laikai buvo ribojami dėl oro sąlygų: blogas matomumas, žaibas, griaustinis, lietus ir kt. bei baterijos įkrovimo lygio, kurio pakanka iki pusantros valandos, tačiau esant didesniai nei 10 metrų per sekundę vėjui, akumuliatoriaus veikimo laikas sutrumpėja 40 proc.

Skrydžiai buvo atlikti virš 5 vietovių (plotų): bekelių, stovėjimo aikštelių, vaikų žaidimo aikštelių, konteinerių, stovinių šalia gyvenamųjų namų, pakrančių. Filmavimui pasirinkti plotai, kuriuose šiuokščių išmetimas yra draudžiamas, tačiau žmonės jas vis tiek ten atveža ir palieka arba tiesiog išmeta pro langą. Skrydžiai buvo organizuojami Panevėžio ir Kauno miestų apylinkėse. Panevėžio mieste pasirinkti tokie plotai:

- K. Narusevičiaus g. Paviešečių tvenkinio pakrantė (šalia nuosavi gyvenamieji namai, pakelės);
- Rožyno rajonas – Pievų g. (nuosavi gyvenamieji namai šalia geležinkelio bėgių, II garažo kooperatyvo kompleksas prie šiuokšliadėžių).

Kauno mieste pasirinkti plotai:

- Kranto al., Žemųjų Šančių Nemuno krantinė;
- Biržiškių g. netoli prekybos centro „Molas“ (šalia daugiaaukščiai ir nuosavi gyvenamieji namai, greta tekantis Nemunas, Trijų Mergelių tiltas, T formos sankryžoje esanti automobilių stovėjimo aikštelėje. Biržiškių g. susijungia su Švenčionių g. ir tęsiasi palei Nemuną, pakelės);
- V. Krėvės g. (vaikų žaidimo aikštelė, garažų teritorija, stovėjimo aikštelės ir kiemai).

DJI Mavic 2 Zoom skrido ir atviras teritorijas bei filmavo „zigzago“ būdu, o tose vietose, kuriose atsirasdavo kliūtys: medžiai, elektros laidai, stulpai, skrido „aukštyn-žemyn“ būdu.

Bepilotis orlaivis *DJI Mavic 2 Zoom* buvo paleidžiamas rankiniu būdu, o jo valdymas pagal pasirinktą skrydžio maršrutą buvo vykdomas pulteliu.



a)



b)



c)

5 pav. Vaizdo stebėjimo medžiaga

Pasirinktos BO įmontuotos kameros raiškos: normali, vidutinė ir aukšta. 4K raiškos filmuota medžiaga trunka 130 minučių. 100 vaizdo failų užėmė apie 1,1 GB atminties. Duomenų perkėlimas buvo atliekamas po skrydžio. Visa vaizdo medžiaga įkeliama į kompiuterį ir toliau apdorojama.

6. Filmuotos medžiagos apdorojimas *MATLAB* programos aplinkoje

Nufilmuota medžiaga sukarpyta į atskiras nuotraukas 1 sekundės periodu (žr. 6 pav.).

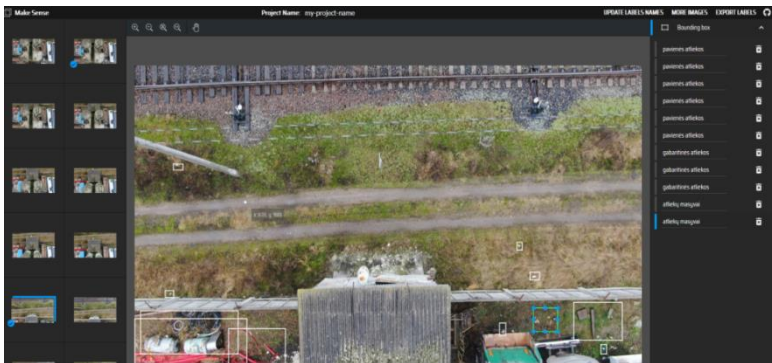


6 pav. Sukarpytos nuotraukos 1 sekundės periodu

Apdorojimas atliktas *MATLAB* programine įranga.

7. Atliekų išskyrimas su *MakeSense* programa

Filmuotą vaizdo medžiagą apdorojus *MATLAB* programos aplinkoje, toliau ji perkeliama į *MakeSense* platformą (žr. 7 pav.), kurioje vykdomas tolimesnis nuotraukų apdorojimas, sužymint atitinkamos rūšies atliekas. Nutarta, kad duomenų rinkinio turinys bus suskirstytas į tris grupes (t. y. tris atliekų kategorijas): gabaritinės ir pavienės atliekos bei atliekų masyvai. Programiškai numatyta, kad aptiktos šiukšlės bus įreminamos stačiakampiu, todėl atitinkamos žymos (stačiakampio pavidalu) buvo uždėtos ant atitinkamos rūšies šiukšlių.



7 pav. Atliekų išskyrimas *MakeSense* platformoje

Atliekos su priskirtomis vienodomis etiketėmis yra grupuojamos į vieną masyvą, sukuriant atskirą duomenų failą.

8. R-CNN neuroninio konvoliucinio tinklo apmokymas, testavimas ir tyrimo rezultatų apibendrinimas

Nuotraukų su žymėmis duomenų bazė *MATLAB* aplinkoje dirbtiniam neuroniniam tinklui apmokyti transformuota į *MATLAB* R-CNN tinklui suprantamą sintaksę. Nuotraukų duomenų bazę sudarė apie 1 200 nuotraukų. Pradinėje stadijoje bandyta apmokyti tinklą, naudojant $3\,840 \times 2\,160$ taškų nuotraukas, tačiau šiukšlių aptikimas vyko komplikuoti. Dėl to nuspręsta mažinti nuotraukų skiriamąją gebą. Pastebėta, kad su sumažinta nuotraukų skiriamąja geba aptikti smulkių, pavienių atliekų negalima, todėl būtina kartoti apmokymo procesą su didesne skiriamąja geba bei adaptuoti jai tinklo architektūrą. Būtent dėl to, nutarta atsisakyti atliekų klasifikavimo į tris kategorijas, paliekant vieną – šiukšlės. Optimizuojant atliekų aptikimo algoritmą, atliktas tyrimas ir sudaryta priklausomybių tarp aptikimo rezultato ir nuotraukos skiriamosios gebos lentelė (žr. 1 lentelę).

1 lentelė

Priklausomybės tarp atliekų aptikimo rezultato ir nuotraukos skiriamosios gebos

Nuotraukos skiriamoji geba (pikselių tankis nuo $3\,840 \times 2\,160$ nuotraukos)	384×216 (1 %)	543×310 (2 %)	859×490 (5 %)	$1\,016 \times 579$ (7 %)	$1\,215 \times 692$ (10 %)
Aptikimo rezultatas, apmokius R-CNN tinklą, %	32	5	81	88	92
Kadro apdorojimo trukmė, sek.	3,42	3,92	4,25	5,94	7,02

Didinant apdorojamų nuotraukų rezoliuciją, atliekų aptikimas vaizde didėja. Šiukšlių atpažinimo ir nuotraukų gebos santykio faktorius yra logaritminis, todėl darytina prielaida, kad neverta naudoti didesnės nei $1\,215 \times 692$ skiriamosios gebos nuotraukas dėl to, kad atpažinimo rezultatas bus panašus, o apdorojimo trukmė didesnė.

9. Bepiločio orlaivio valdymas

Pilotuojant bepilotį orlaivį ir atliekant filmavimą, pastebėta, kad kamera filmuoja ne horizontaliai, o tokiu kampu, koku skrenda BO, todėl nustatomos atliekų geografinės koordinatės yra netikslios. Pavyzdžiui, jei orlaivis skrenda 50 metrų aukštyje 30 laipsniu kampu, nuokrypis nuo realios koordinatės – 13 metrų.

Bepilčiuose orlaiviuose montuojamos PTZ (angl. *Pan-Tilt-Zoom arba Gimble*) tipo kameros. Jos skirtos valdyti kameros stebėjimo kampą 3-mis laisvės laipsniais. BO valdymo sistemoje būtina atlikti kameros posvyrio kampo koregavimą, kad orlaivio kameros posvyris būtų automatiškai kompensuojamas skrydžio metu. Bepiločio orlaivio posvyrio kampas nustatomas iš jame sumontuoto inklinometro / giroskopo. Tiksliai nustatyti filmuojamų atliekų padėtį galima tuomet, kai vaizdo kamera yra horizontalioje (statmenuoje) padėtyje nulinės pozicijoje atžvilgiu. PTZ kameros naudoja servo variklius su inkrementiniais enkoderiais, padedančiais nustatyti pačios vaizdo kameros posvyrį. Skaičiuojant PTZ kameros posvyrį, nustatomas skirtumas tarp bepiločio orlaivio posvyrio kampo, horizontalės 0 vertės (horizontalo atžvilgiu) ir paties bepiločio orlaivio filmavimo kampo. Šis algoritmas buvo integruotas į bepiločio orlaivio valdymo modulį per aplikacijų programavimo sąsają (angl. *Application Programming Interface, API*).

Bepiločiam orlaiviui skrendant fiksuotame aukštyje, galima apibrėžti nufotografuoto kadro metrinį dydį. Nuotraukoje nustačius aptiktų atliekų padėtį ir žinant GPS imtuvo koordinates, galima nustatyti realias aptiktų šiukšlių pozicijas.

Altitudė (angl. *Altitude*) yra objekto aukštis virš jūros lygio, todėl naudoti šį vienetą atliekant fotografijas virš žemės yra nekorektiška ir netikslu, nes pavyzdžiui Panevėžio miestas yra 52 m virš jūros lygio, todėl reikalinga kompensuoti parametrus, taikant topografinį rodmenį pagal nustatytą geografinę koordinatę (platumą ir ilgumą). Topografinių žemėlapių neapibrėžtis siekia 2 m. Tikrasis bepiločio orlaivio aukštis nustatomas apskaičiuojant skirtumą tarp topografinio rodmens ir gautos GPS imtuvo altitudės. Atlikus aukščio kompensavimą, apskaičiuojami kadro (nuotraukos) horizontalės ir vertikalės ilgiai. Nustatant šį parametą būtina žinoti kameros kampą. *DJI Mavic 2 Zoom* kameros matymo kampas – 77 laipsniai. Žinant kameros filmavimo aukštį, kadro dydį, geografinę padėtį ir su padėtimi susijusį tikslumą, galima įvertinti aptiktos atliekos tikslumą.

Pilotuojamas bepilotis orlaivis skrenda 50 metrų aukštyje, vadinasi, horizontalės atžvilgiu, kadro ilgis bus 125,6 metrai, nes kadro dydis yra $3\,840 \times 2\,160$ pikseliai. Kadangi kadre horizontalės ilgį sudaro 3 840 pikseliai, tai vienas pikselis prilygsta $125,6 / 3\,840 = 0,0327$ metrui. Žinant vieno pikselio metrinį dydį, suskaičiuojamas ir kadro vertikalės ilgis: $0,0327 \times 2\,160 = 70,65$ metrai. Kaip minėta, norint apibrėžti aptikto objekto tikslumą, įtraukiama topografijos žemėlapių paklaida. Apskaičiavus aukščio pokyčio skirtumą, kuris yra 50 ± 2 m, gaunamas pikselio dydis metrinėje dimensijoje: $0,0327 \pm 0,0013$ m. Taip pat įtraukta ir kameros judesio ir giroskopo suminė paklaida, kuri yra 0,005 laipsnio. Gaunama, kad pikselio paklaida kinta nežymiai.

Atliekant dirbtinio neuroninio tinklo apmokymą ir taikant jį atliekoms vaizdo kadre identifikuoti, reikia atsiminti, kad žeminama kadro skiriamoji geba, todėl tikslumas proporcingai mažėja. Skaičiuojant geografinės pozicijos paklaidą, įtraukiama ir GPS imtuvo paklaida, kuri pagal bepiločio orlaivio specifikacijas yra $\pm 0,5$ m. Todėl pikselio tikslumas nežeminant kadro skiriamosios gebos yra $0,0327 \pm 0,5013$ m., jei kadro geba sumažinama 10 kartų – tikslumas $0,327 \pm 0,513$ m. Toks skaičiavimas grindžiamas teisingu, jei bepiločio orlaivio sistemoje GPS imtuvo rodmenys yra kompensuoti atsižvelgus į bepiločio orlaivio greitį ir GPS duomenų atnaujinimo intervalą.

Tas pats kadras jau yra apdorotos apmokytu neuroniniu tinklu, ir žinomos kadre rastų atliekų zonos (kadro koordinatės ir atliekų dydis pikseliais). Atlikus zonų perskaičiavimus į metrinę sistemą, perkonfigūruojamas kadro nulinis taškas į GPS imtuvo koordinatę. Nulinis taškas kadro H/V ašių centre. Šie pikselių vienetai sudauginami su metrinio pikselio koeficientu, kuris yra 0,0327 m. Tada, pagal metrinę sistemą, suskaičiuojami R-CNN rastų atliekų zonų vidurio H/V taškai (centrai). Tokiu metodu patikslinama atliekų buvimo vietos geografinė padėtis.

10. Išvados

1. Apžvelgtos skirtingos: fiksuoto sparno, vienasraigčio sraigtasparnio, daugiasraigčio bepiločių orlaivių konstrukcijos. Atliekų paieškai virš tankiai apgyvendintų teritorijų tinka daugiasraigčiai orlaiviai, todėl eksperimentiniams tyrimams atlikti pasirinktas *Mavic 2 Zoom* bepilotis orlaivis.
2. Sukurtas ir ištirtas atliekų paieškos algoritmas. R-CNN neuroninis konvoliucinis tinklas apmokytas ir ištirtas taikant atliekų nuotraukų duomenų bazes. Nustatyta, kad apmokytas tinklas nuotraukose, kurių dydis yra 384×216 , geriausiai atpažįsta baltos spalvos atliekas kai jų dydis yra nemažesnis kaip 4 pikseliai. Taip pat nustatyta, kad apmokyto R-CNN tinklo atliekų atpažinimas nuotraukose siekia 32 proc., kai jų dydis yra 384×216 , šiuo atveju kadro apdorojimo trukmė yra 3,42 sek, ir 92 proc. kai nuotraukos dydis $1\,215 \times 692$, o kadro apdorojimo trukmė 7,02 sek.

3. Sukurtas ir pademonstruotas rezultatų vizualizavimo algoritmas, kurį taikant nuotraukose rastų atliekų geografinė padėtis patikslinama remiantis GPS imtuvo rodmenimis. Patikslintų atliekų geografinės padėties tikslumas – $0,327 \pm 0,513$ m.

Literatūra

1. GOULETTE, S. What a waste. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Municipal Engineer*. 2000, 139(3), 167–169. ISSN 09650903.
2. COSTA, B. S. ir kt. Artificial intelligence in automated sorting in trash recycling [interaktyvus]. *XV Encontro Nacional de Inteligência Artificial e Computacional*. 2019, 198–205 [žiūrėta 2020-02-17]. Prieiga per: [doi:10.5753/eniac.2018.4416](https://doi.org/10.5753/eniac.2018.4416).
3. JIAO, Z., SUN, Y. A real-time renewable plastic particles sorting algorithm based on image processing. *MATEC Web of Conferences*. 2016, 44, 1–4. ISSN 2261236X.
4. HASSANALIAN, M., ABDELKEFI, A. Classifications, applications, and design challenges of drones: A review. *Progress in Aerospace Sciences*. 2017, 91, 99–131. ISSN 03760421.
5. GOULETTE, S. *What a Waste*. 2000, 139(3).
6. COSTA, B. S., et al. *Artificial Intelligence in Automated Sorting in Trash Recycling*. 2019, 198–205.
7. JIAO, Z., SUN, Y. A real-time renewable plastic particles sorting algorithm based on image processing. *MATEC Web Conference*. 2016, 44, 1–4.
8. PAHONIE, R. C., MIHAI, R. V., BARBU, C. Biomechanics of flexible wing drones usable for emergency medical transport operations. *2015 E-Health and Bioengineering Conference (EHB)*. 2016, 1, 1–3.
9. HASSANALIAN, M., ABDELKEFI, A. Classifications, applications, and design challenges of drones: A review. *Progress in Aerospace Sciences*. 2017, 91, 99–131.
10. *Engadget*. *Stacionariasparnis bepilotis orlaivis* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-02-17]. Prieiga per: <https://agnitogeek.com/different-types-of-drones-explore-the-variation-of-uavs/>.
11. GUNARATHNA, J. K., MUNASINGHE, R. Development of a quad-rotor fixed-wing hybrid unmanned aerial vehicle. *2018 Moratuwa Engineering Research Conference (MERCon)*. 2018, 72–77.
12. MEHANOVIC, D., RANCOURT, D., DESBIENS, A. L. Fast and efficient aerial climbing of vertical surfaces using fixed-wing UAVs. *IEEE Robotics and Automation Letters*. 2019, 4(1), 97–104.
13. OGDEN, L. E. Drone ecology. *Bioscience*. 2013, 63(9), 776–776.
14. HERRICK, S. *Viensraugčiai bepiločiai orlaiviai* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-13]. Prieiga per: <https://botlink.com/blog/the-3-main-categories-of-drones-and-their-advantages-and-disadvantages>.

15. ZHAO, P., QUAN, Q., CHEN, S., TANG, D., DENG, Z. Experimental investigation on hover performance of a single-rotor system for Mars helicopter. *Aerospace Science and Technology*. 2019, 86, 582–591.
16. BUIVYDAITĖ, S. *Bepiločiai orlaiviai – šalies saugumui, verslui, ūkiui ir pramogai* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2020-04-12]. Prieiga per: <https://www.15min.lt/verslas/naujiena/geronomika/bepilociai-orlaiviai-salies-saugumui-verslui-ukiui-ir-pramogai-129-474908>.
17. HU, J., LANZON, A. An innovative tri-rotor drone and associated distributed aerial drone swarm control. *Robotics and Autonomous Systems*. 2018, 103, 162–174.
18. YUAN, Q., ZHAN, J., LI, X. Outdoor flocking of quadcopter drones with decentralized model predictive control. *ISA Transactions*. 2017, 71, 84–92.
19. YAZID, E., GARRATT, M., SANTOSO, F. Position control of a quadcopter drone using evolutionary algorithms-based self-tuning for first-order Takagi-Sugeno-Kang fuzzy logic autopilots. *Applied Soft Computing*. 2019, 78, 373–392.
20. FOX, S. J. Policing the technological revolution: Opportunities & challenges! *Technology in Society*. 2019, 56(2018), 69–78.
21. SACHAN, A. *Zero to Hero: Guide to Object Detection Using Deep Learning: Faster R-CNN, YOLO, SSD* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2020-02-17]. Prieiga per: <https://cv-tricks.com/wp-content/uploads/2017/12/Size-wise-comparison-of-various-detectors.png>.



ADAPTYVIOS VAIZDO ATPAŽINIMO SISTEMOS, SEKANČIOS OBJEKTO POZICIJĄ ERDVĖJE, PROJEKTAVIMAS IR TYRIMAS

Vorotnikov V.¹, Strikulienė O.¹, Striukienė D.¹

¹Kauno technologijos universitetas

Raktiniai žodžiai: vaizdų atpažinimas, erdvinės koordinatės, kaukė, skaitmeninė grafika.

1. Įvadas

Šiuolaikiniame pasaulyje vis dažniau yra naudojamos vaizdų atpažinimo technologijos, kurios šiai dienai apima daugelį disciplinų: informatiką, matematiką, inžineriją, fiziką ir psichologiją. Ši technologija sugeba ne tik apdoroti vaizdinę medžiagą, bet atpažinti ir sekti objektus.

Vaizdo atpažinimo sistemos su objektų sekimu leidžia stebėti objektą erdvėje ir išgauti jo poziciją (koordinates).

Darbo tikslas: suprojektuoti ir ištirti adaptyvią vaizdo atpažinimo sistemą, sekančią objekto poziciją erdvėje.

2. Mokslinės literatūros analizė

Vaizdų atpažinimas – tai kompleksinis mokslas [1, 2], apimantis vaizdų apdorojimą ir įvairių objektų išskyrimą vaizde. Šiame straipsnyje bus nagrinėjama vaizdų atpažinimo ir apdorojimo sistema.

2.1. Vaizdų atpažinimo ir apdorojimo sistema

Vaizdų atpažinimo sistemoje vaizdas yra konvertuojamas į pikselių masyvą [3]. Objektų išskyrimą ir rūšiavimą vaizde galima atlikti pagal įvairius požymius: tekstūrą, formą, spalvą, dydį, defektus [4].

Mokslininkai yra išskyrę tokius vaizdų atpažinimo ir apdorojimo etapus [5] bei metodus [6, 7, 8, 9, 10, 11]:

1. Vaizdo atkūrimas (rūko nuėmimo ir triukšmo mažinimo metodai).
2. Vaizdo patobulinimas (aukšto kontrasto *HSV* metodas).
3. Objekto nustatymas (slenkstinis, kraštų aptikimo ir regionų metodai).
4. Tekstūrų filtravimas (*Alfa* permaišymo metodas).

5. Kontūrų nustatymas (*Marr-Hildreth, LoG, Canny* metodai).

2.2. Apibendrinimas

Atlikus literatūroje nurodytų metodų tyrimus, nustatyti pagrindiniai metodų skirtumai ir jų poveikis vaizdams.

Vaizdo atkūrimo metodas. Šis metodas taikytinas vaizdams, gautiems esant blogoms oro sąlygoms arba kai stebimas objektas yra tolumoje. Taip pat gali būti panaudotas objektams vaizde išskirti. Pagrindinė triukšmų mažinimo metodo savybė – šalindamas triukšmus, mažina vaizdo kokybę, dėl ko galutinis vaizdas praranda savo ryškumą, tačiau padidėja objekto kraštų nustatymo tikslumas. Rūko nuėmimo metodas apkrauna valdiklį, rezultato išskaičiavimo trukmė siekia iki 0,27 s, o tai yra nepageidaujama metodo trūkumas realiu laiku veikiančiai vaizdo atpažinimo sistemai. Palyginus šios du metodus, buvo priimta taikyti būtent triukšmo mažinimo metodą.

Vaizdo patobulinimo metodas. Vaizdo patobulinimo etapas skirtas ne vaizdo kokybei gerinti, o spalvų reikšmių (dydžių) skirtumui nustatyti. Naudojamas ryškaus kontrasto metodas, kuris konvertuoja *RGB* vaizdą į *HSV* vaizdą. Šis metodas yra universalus ir plačiai naudojamas kompiuterinės grafikos apdorojimo programinėse aplinkose (*Photoshop, Blender, GIMP* ir t. t.), todėl panaudotas ir šiame tyrime.

Objekto nustatymo metodai. Objekto nustatymo etape taikomi trys skirtingi metodai: slenkstinis, kraštų aptikimo ir regionų. Iš esmės visų metodų užduotis – išskirti objektus vaizde. Slenkstinis metodas paprastas panaudojime. Kiekvienam skirtingam atvejui galima nustatyti reikalingas filtravimo ribas, taip išgaunant tik nustatytos spalvos reikšmes, kas leidžia tiksliai pasirinkti norimą spalvą iš bendro vaizdo. Kraštų aptikimo metodas, lyginant su kitais metodais, naudoja pilkos spalvos gamą. Tokio tipo vaizduose nesimato spalvų, objektų tekstūrų, gylis ir fono. Regionų metodo tikslumą ir patikimumą sąlygoja kiekvieno vaizdo pikselio analizė, tačiau ji apkrauna valdiklį, ypač apdorojant HD (angl. *High-Definition*) raiškos paveikslus (1,05 s). Toks proceso uždelimo laikas, nagrinėjant sekamą objektą realiu laiku, netinkamas. Palyginus su slenkstiniu metodu, nereikalauja kintamųjų nustatymo. Pagrindinis šio metodo trūkumas – negali išskirti vienos spalvos, o lyginant su slenkstiniu metodu – aprauna valdiklį.

Tekstūrų filtravimo metodas. Tekstūroms filtruoti taikomas universalus *Alfa* permaišymo metodas, kuris naudojamas ir skaitmeninėje grafikoje – nuo paprastų efektų ant nuotraukų uždėjimo iki sudėtingos kompiuterinės filmų arba žaidimų grafikos (angl. *Computer-Generated Imagery, CGI*).

Kontūrų nustatymo metodai. Kontūrams vaizde nustatyti naudojami trys pagrindiniai metodai: *LoG, Marr-Hildreth* ir *Canny*. *LoG* metodui įtakos turi *Gauso* filtras. Kai jo koeficientų dydžiai yra didesni už 15, sistemoje pasireiškia trikdžiai, t. y. aptikti kontūrai užsideda vienas ant kito. Palyginus

LoG metodą su *Marr-Hildreth* ir *Canny* metodais, nustatyta, kad jis pasižymi per dideliu kontūrų aptikimu. Kas papildomai apsunkina jų atvaizdavimą. *Marr-Hildreth* metodas yra lėtas (0,36 s), todėl netinka objektams vaizde realiu laiku sekti. Priklausomai nuo σ koeficiento dydžio, vaizde atsiranda papildomi ir nepageidaujami kontūrų iškraipymai. *Canny* metodas, lyginant jį su *Marr-Hildreth* ir *LoG* metodais, mažiausiai apkrauna valdiklį (0,08 s), todėl projektuojant sistemą naudotas būtent šis kontūrų nustatymo būdas.

3. Eksperimentinės adaptyvios vaizdo atpažinimo sistemos, sekančios objekto poziciją erdvėje, projektavimas

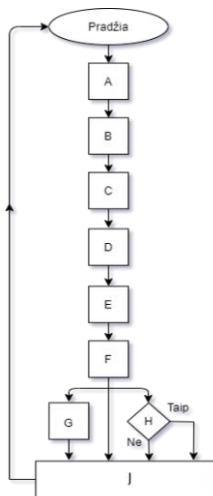
3.1. Sistemos komponentų pasirinkimas

Reikalavimai programinei įrangai: 7 MHz *Single Core CPU*, 256 MB RAM, *USB* komunikacijos jungtis. Naudota *OpenCV* (angl. *Open Computer Vision*) atviro kodo programavimo kalba ir *Python 3.x* programinės kalbos priedas. Parinktas *Raspberry Pi 4* valdiklis.

Vaizdui gauti yra reikalingas jį fiksuojantis ir į skaitmeninį signalą paverčiantis įrenginys – skaitmeninė vaizdo kamera (dar vadinama WEB kamera). Vaizdo kamerai keliama reikalavimai: 720p rezoliucija, *USB* komunikacijos jungtis, *Ubuntu OS* palaikymas. Parinkta *Logitech C270* vaizdo kamera.

3.2. Vaizdo atpažinimo ir objekto sekimo sistemos algoritmas

Vaizdo atpažinimo ir objekto sekimo sistemos struktūrinis algoritmas pateiktas 1 paveiksle.



1 pav. Vaizdo atpažinimo sistemos algoritmas

Algoritmo dalyje „A“ užfiksuotas vaizdas konvertuojamas į aukšto kontrasto HSV vaizdą. Algoritmo dalyje „B“ vaizdui pritaikomi aukšto ir žemo spalvų lygio filtrai. Algoritmo dalyje „C“ naudojant kaukę yra aptinkami kontūrai, kurie turi dvi spalvas. Programa nagrinėja kaukės spalvas kaip dvejų bitų sistemą, kurioje juoda spalva reiškia „0“, o balta – „1“. Algoritmo dalyje „D“ apskaičiuojamas plotas ir išskiriamos sekamo objekto centro x ir y koordinatės, kurios surandamos, žinant vaizdo kameros rezoliuciją (ilgį ir plotį). Algoritmo dalyje „E“ yra vykdomas fokusavimas, reikalingas z koordinatės (gylio) skaičiavimams. Fokusavimas vykdomas panaudojant šabloną. Algoritmo dalyje „F“, panaudojus fokusavimo šabloną ir gautus sekamo objekto kaukės parametrus, yra apskaičiuojama z (gylio) koordinatė. Algoritmo dalyje „G“ x , y , z koordinačių vertės atvaizduojamos pradiniam vaizdo kadre. Algoritmo dalyje „H“ x , y , z koordinatės apibendrinamos.

4. Adaptyvios vaizdo atpažinimo sistemos, sekančios objekto poziciją erdvėje, tyrimas

4.1. Filtravimo tyrimas

Kaukės filtro galimybėms ištirti, panaudoti vaizdai, turintys skirtingus *Gradiento* tipo fonus. Filtravimas vyko pagal min. ir max. leistinas reikšmes.

Didinant min. intervalo kintamuosius, nufiltruojama vis daugiau filtro intervalo neatitinkančių spalvos reikšmių. Tačiau esant spalvų reikšmių panašumui tarp nagrinėjamo objekto ir fono spalvos, pastebimas nagrinėjamo objekto reikšmių praradimas, nes filtruojamos visos vaizde esančios reikšmės. Apibendrinus, esant skirtumui tarp fono ir nagrinėjamo objekto, filtravimo procesas įvyksta sklandžiai. Tačiau, vaizdo fono reikšmėms priartėjus prie nagrinėjamo objekto reikšmių atsiranda filtravimo sunkumai.

4.2. Kaukės triukšmų tyrimas

Tyrimui atlikti panaudotas vaizdas su mažu ir dideliu triukšmų kiekiais. Triukšmų reikšmės atitinka nagrinėjimo objekto reikšmes.

Papildomų *Erode* ir *Dilate* metodų taikymas pagerina vaizdo kaukės kokybę ir pašalina triukšmus vaizde. Metodų taikymas ypač naudingas kai intervalų filtrai negali atskirti vienodos spalvos tarp triukšmų ir nagrinėjamo objekto.

4.3. Sekamo objekto ploto tyrimas

Sekamo objekto plotas turi išsilaikyti pastovus. Ploto skirtumų svyravimai turi įtakos x , y , z koordinačių skaičiavimams.

Esant min. ir maks. leistinoms intervalo riboms, plotų skirtumas sudaro 3,17 proc., o esant didžiausioms min. ir maks. leistinoms intervalo

riboms – 0,97 proc. Šis tyrimas parodo, kad artimas reikšmės turinčios spalvos daro įtaką ploto skaičiavimui. Filtravimo būdu sumažinus spalvų kiekį, priartėta prie apytikslio ploto skaičiavimo rezultato (skirtumas tik 1 proc.), todėl galima teigti, kad plotas nuo apytikslio ploto skiriasi 1,6 karto.

4.4. z ašies tyrimas

z ašies skaičiavimas vykdytas pagal šablono paveikslą, žinant tikslus matmenis (10×10 cm) ir atstumą iki jo (13 cm). Šios konstantos naudojamos fokusavimo koeficientui ir šablone esančio objekto plotui apskaičiuoti. Tyrime naudoti ne sekamo objekto matmenys, bet patys šablonai. Tyrime taip pat naudotos tokios leistinos filtro intervalo reikšmės: min. [100, 86, 0] ir maks. [180, 255, 255].

Skirtumas tarp spalvoto ir juodai-balto šablonų pagal z koordinatę siekia 3,7 proc. Kai šablone objekto atstumas arba jo matmenys nesutampa su įvestomis į programą konstantomis – z koordinatės (atstumo) dydis tampa nekorektiškas. Kai šablone objekto atstumas arba jo matmenys sutampa su įvestomis į programą konstantomis – z koordinatės nustatymo tikslumo paklaida svyruoja tarp 3,7–7,4 proc.

4.5. Šviesos šaltinių įtakos tyrimas

Šviesos šaltinių įtakai ištirti, naudojami: saulės šviesa (natūralus šviesos šaltinis), LED apšvietimas, fluorescencinė lempa, kaitrinė lempa. Programa nuima spalvotą vaizdą, kuriame objektai apšviesti skirtingais lygiais, todėl spalvų reikšmės šiose vietose skiriasi.

Visos RGB reikšmės paverstos į šešiolyktainės sistemos vertes „hex“, kurios leidžia tris RGB kintamuosius aprašyti vienu kintamuoju šešiolyktainėje sistemoje. Aprašant RGB kaip „hex“ dydžius naudojamos kombinacijos: saulės šviesa – #b31e3e, LED apšvietimas – #b01c3c, fluorescencinė lempa – #b8a1a0, kaitrinė lempa – #cc2b40. Palyginus rezultatus, gaunami sekantys skirtumai: tarp saulės šviesos ir LED apšvietimo – 0,98 kartų (1,7 proc.), tarp saulės šviesos ir fluorescencinės lempos – 1,01 kartų (3,2 proc.), tarp saulės šviesos ir kaitrinės lempos – 1,14 kartų (11,6 proc.).

Svarbu, kad objektai būtų apšviesti pastoviu šviesos šaltiniu, kadangi kiekvienas iš jų išskiria tam tikrą šviesos spektrą, kuris persidengia su spalvotais objektais. Dėl to gaunami skirtingi atspalviai.

4.6. Spalvų atpažinimo ir jų sekimo tyrimas

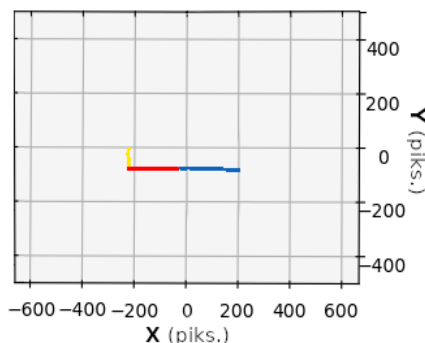
Spalvoms aptikti ir joms sekti pasirinkti trys skirtingų spalvų: mėlynos, oranžinės ir raudonos objektai. Visi objektai yra kvadrato formos ir turi vienodus matmenis (žr. 2 pav., a).

Mėlynos ir raudonos spalvos objektai juda horizontaliai į dešinę, o oranžinis objektas juda vertikaliai į viršų. Rezultatas: objektams judant nuo pradinės (žr. 2 pav., a) iki galutinės pozicijos, pasikeitė jų koordinatės, kurias programa sėkmingai apskaičiavo.

Objektai juda nurodyta trajektorija, programa juos seka. Rezultatas: programa užfiksavo visų objektų judėjimo trajektorijas, kurių poslinkis parodytas 3 paveiksle.



2 pav. Objektų išsidėstymas: a) pradinės pozicijos; b) galutinės pozicijos



3 pav. Sekamų objektų poslinkio trajektorijos: geltona spalva – geltono objekto trajektorija; raudona spalva – raudono objekto trajektorija; mėlyna spalva – mėlyno objekto trajektorija

Apibendrinus, programa vienu metu gali stebėti ir sekti iki 3-jų skirtingų spalvų, naudodama tam skirtingus filtrus.

4.7. Sekamų objektų išsidėsčiusių tam tikru kampų tyrimas

Pastebėtas koordinačių pasikeitimas, keičiant sekamo objekto kampus. Dėl centro taško poslinkio vyksta tolygus tikslumo mažėjimas x ir y ašyse. Maksimalus x koordinatės nuokrypis nuo pradinės reikšmės sudaro 1,1 proc.,

maksimalus y koordinatės nuokrypis – 0,5 proc. Visų ašių nuokrypiai tolygiai didėja iki 45° laipsnių kampo.

Objekto centras nustatytas tiksliai, esant 0° – 60° kampams. Tuo tarpu gylio skaičiavimai priklauso nuo ploto dydžio, kurio mažėjimas turi įtakos galutiniam skaičiavimui.

Sekamam objektui pasisukus didesniu nei 65° kampu, programa jo nebeaptinka, nes ploto dydis yra per mažas, tačiau objektas vis dar išskiriamas kaukės vaizde.

5. Išvados

1. Atlikus mokslinės literatūros analizę nustatyta, kad yra išskiriami 5 pagrindiniai vaizdų atpažinimo ir apdorojimo etapai: vaizdo atkūrimas, vaizdo patobulinimas, objekto nustatymas, tekstūrų filtravimas, kontūrų nustatymas. Vaizdo atkūrimo etapui įvykdyti naudojami du metodai: rūko nuėmimo ir triukšmo mažinimo, objektų nustatymo etapui – 3 metodai: slenkstinis, kraštų aptikimo ir regionų, tekstūrų filtravimo etape naudojamas Alfa permaišymo procesas, o kontūrams nustatyti taikomi *LoG*, *Marr-Hildreth* ir *Canny* metodai.
2. Suprojektuota adaptyvi vaizdo atpažinimo sistema, sekanti objekto poziciją erdveje. Sistema seka objektus realiu laiku ir išduoda jų x , y , z koordinates. Programa parašyta *Python* programavimo kalba, vaizdo atpažinimo ir sekimo sistemai programuoti panaudota *OpenCV* biblioteka. Vaizdui atkurti pasirinktas triukšmų mažinimo metodas, nes rūko nuėmimo metodas uždelsia programą 0,27 s. Vaizdo patobulinimo etapui pasirinktas *HSV* keitiklis, objektams nustatyti – slenkstinis metodas, leidžiantis keisti ir koreguoti filtravimo ribas, tekstūroms filtruoti pasirinktas *Alfa* permaišymo metodas, o kontūrų nustatymo etapui *Canny* metodas dėl jo greitaveikos (0,08 s).
3. Tyrimai parodė, kad vaizdo filtravimas kauke yra apsunkintas tuomet, kai sekamo objekto spalva panaši į fono spalvą. Papildomas triukšmų filtravimas turi būti vykdomas *Erode* ir *Dilate* funkcijomis. z ašies gylis skaičiuojamas pagal šabloną, kuris gali turėti skirtingas formas. Keičiant šablono matmenis turi būti perskaičiuoti ir objekto matmenys bei atstumas. Nustatyta, kokią įtaką vaizdams atpažinti ir objektui sekti turi skirtingi šviesos šaltiniai. Gauti sekantys rezultatai: skirtumas tarp saulės šviesos ir LED apšvietimo – 0,98 karto, tarp saulės šviesos ir fluorescencinės lempos – 1,01 karto, o tarp saulės šviesos ir kaitrinės lempos – 1,14 karto. Įrodyta, kad sukurta programa aptinka ir seka 3-jų skirtingų spalvų kvadratinis, trikampių ir apvalius objektus bei nustato jų koordinates. Sekamo objekto išdėstymas kampu turi įtakos jo plotui skaičiuoti. Esant 30° objekto pasukimo kampui, z koordinatė kinta 4 cm, esant 45° kampui x koordinatė kinta 5 pix, y – 2 pix ir z – 6 cm., o esant 60° kampui – x koordinatė – 7

pix, y – 5 pix, o z – 78 cm. Objektui pasisukus didesniu nei 65° kampui jo koordinatės nebeskaičiuojamos.

Literatūra

1. WATSON, T. *Top 6 Computer Vision Techniques and Algorithms Changing the World Perception* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2020-05-19]. Prieiga per: <https://skywell.software/blog/top-6-computer-vision-techniques-and-algorithms/>.
2. LE, J. *The 5 Computer Vision Techniques That Will Change How You See the World* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2020-05-19]. Prieiga per: <https://heartbeat.fritz.ai/the-5-computer-vision-techniques-that-will-change-how-you-see-the-world-1ee19334354b>.
3. MAYAKEL, B. Accelerating the Canny edge detection algorithm with CUDA/GPU [interaktyvus]. *Conference: International Congress COMPUMAT 2015*. University of Informatics Sciences, Havana, Cuba, 2015, 3–6 [žiūrėta 2020-05-24]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/285397197_ACCELERATING_THE_CANNY_EDGE_DETECTION_ALGORITHM_WITH_CUDAGPU.
4. KAN, A. I., AL-HABSI, S. Machine learning in computer vision [interaktyvus]. *Procedia Computer Science*. 2020, 1444–1451 [žiūrėta 2020-05-19]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.355>.
5. BHARVAGA, A., BANSAL, A. Fruits and vegetables quality evaluation using computer vision: A review [interaktyvus]. *Computer and Information Sciences*. 2018, 1–15 [žiūrėta 2020-05-19]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2018.06.002>.
6. TIWARI, M. An image processing and computer vision framework for efficient robotic sketching [interaktyvus]. *Procedia Computer Science*. 2018, 284–289 [žiūrėta 2020-05-19]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.07.035>.
7. MATLIN, E., MILANFAR, P. Removal of haze and noise from a single image removal of haze and noise from a single image [interaktyvus]. *Proceeding of SPIE*. 2014, 1–12 [žiūrėta 2019-05-20]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/258713059_Removal_of_Haze_and_Noise_from_a_Single_Image.
8. MALIK, M. Mature tomato fruit detection algorithm based on improved HSV and watershed algorithm [interaktyvus]. *IFAC-PapersOnLine*. 2018, 431–436 [žiūrėta 2020-05-20]. Prieiga per: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.183>.
9. KAUR, D., KAUR, Y. Various image segmentation techniques: A review [interaktyvus]. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing*. 2014, 809–814 [žiūrėta 2020-05-21]. Prieiga per: <https://ijcsmc.com/docs/papers/May2014/V3I5201499a84.pdf>.

10. BARANI, R., SUMATHI, M. PET / CT Fusion using pixel level adaptive weighted alpha blending. *IJCSET*. 2016, 339–343, ISSN: 2231-0711.
11. MUTHUKRISHNAN, R., RADHA, M. Edge detection techniques for image segmentation [interaktyvus]. *International Journal of Computer Science & Information Technology*. 2011, 259–267 [žiūrėta 2020-05-23]. Prieiga per: <https://www.semanticscholar.org/paper/EDGE-DETECTION-TECHNIQUES-FOR-IMAGE-SEGMENTATION-Muthukrishnan-Radha/884de90bc9e3fb0d3a65c07794e7d2089b62f104>.

TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO AKTUALIJOS – 2020
Studentų mokslinių darbų konferencijos
PRANEŠIMŲ MEDŽIAGA

ISSN 2538-8045

SL 344. 2021-05-14. 18,75 leidyb. apsk. l.

Tiražas 10 egz. Užsakymas 137.

Išleido Kauno technologijos universitetas, K. Donelaičio g. 73, LT-44029 Kaunas
Spausdino leidyklos „Technologija“ spaustinė, Studentų g. 54, LT-51424 Kaunas