Studentų
mokslinių darbų
konferencija

Pranešimų
medžiaga

TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO AKTUALIJOS

2021

ktu
1922
panevėžio
technologijų
ir verslo fakultetas

ISSN 2538-8045

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO AKTUALIJOS – 2021

Studentų mokslinių darbų konferencijos

PRANEŠIMŲ MEDŽIAGA

Lietuva, Panevėžys
2021 m. balandžio 23 d.

Panevėžys, 2021

Konferenciją organizuoja Kauno technologijos universiteto Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas.

ORGANIZACINIS KOMITETAS

Pirmininkė: PTVF mokslo prodekanė dr. Olga Strikulienė.

Nariai: lekt. dr. Donatas Aviža, lekt. Alfredas Bartulis, prof. dr. Remigijus Bubnys, lekt. Jovita Kaupienė, lekt. dr. Loreta Kelpšienė, lekt. Jonas Morkūnas, doc. dr. Ojaras Purvinis, lekt. dr. Evaldas Sapeliauskas, doc. dr. Brigita Stanikūnienė, lekt. dr. Dainius Vaičiulis, lekt. Elvyra Zacharovienė, prof. dr. Daiva Žostautienė; studentai: Darius Basevičius, Rasa Jučienė, Karolina Maldarytė, Karolis Kadys, Gaiva Kažemėkienė; studijų programų administratorė Vilija Česnulevičienė; bibliotekininkė Ilona Gasiūnienė; PTVF dekano referentė Jurgita Prunskienė; rinkodaros ir komunikacijos koordinatorė Sonata Liūtkevičienė.

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

© Kauno technologijos universitetas, 2021

TURINYS

VADYBA, EKONOMIKA, FINANSAI IR MARKETINGAS

Pasipriešinimo pokyčiams psichologinių priežasčių analizė ir įveikos strategijos
Aleksandravičienė R., Bubnys R. 9

Organizacijos kultūros kaip daugiadimensinio reiškinio konceptualizacija ir jos vertinimo galimybės
Audickienė K., Bubnys R. 17

Maisto pramonės įmonės gamybos potencialo vertinimas investicijų plėtrai
Baltrūnienė S., Mileris R. 27

Vadovavimo mokyklai kriziniu laikotarpiu tyrimų problematika
Bražė V., Stanikūnienė B. 36

Gandų raiškos tendencijos ir tarpusavio sąsajos su darbuotojų elgesiu organizacijoje
Chmieliauskaitė M., Bubnys R. 44

Prekių tiekimo grandinės modifikavimo poreikis diegiant elektroninės prekybos priemones
Didžiulienė V., Mileris R. 56

Vartotojų elgsena ir jos pokyčiai COVID-19 pandemijos metu
Grinevičienė A., Žvirelienė R. 65

Mokinių lyderystę lemiantys veiksniai švietimo įstaigoje
Gruodienė A., Stanikūnienė B. 72

Emocinis intelektas: suvoktis ir poveikis darbo rezultatams
Jučienė R., Kvedaraitė N. 81

Vartotojų lojalumą veikiantys veiksniai
Karmonaitė-Kvedarienė E., Žostautienė D. 89

Įmonių bankrotų apimčių dinamikos statistinė analizė
Kažemėkienė G., Mileris R. 97

Gliukozės sirupo gamybos proceso perprojektavimo sprendimai
Kažukauskaitė E., Mileris R. 110

Monopolinės įmonės klientų nemokumo apimčių analizė
Kvietkauskienė D., Mileris R. 116

Panevėžio ir Utenos apskričių viešųjų ir mokyklų bibliotekų darbuotojų, dirbančių su vaikais, kompetencijų vystymas
Leikienė Š., Stanikūnienė B. 125

Komandinį darbą įgalinantys veiksniai
Liubartienė L., Lipinskienė D. 133

Slaugos administratorių kompetencijos slaugos darbuotojų mikroklimato gerinimo aspektu
Masienė R., Lipinskienė D. 143

Sinchroninės gamybos sistemos taikymo automobilių elektronikos komponentų surinkimo įmonėje ypatumai
Mikulskis D., Mileris R. 150

Darbuotojų psichologinė gerovė lyčių požiūriu
Stanikūnienė B., Petkevičienė D. 157

Baldų gamybos įmonės procesų tobulinimas veiklos efektyvumo didinimui
Stačkūnaitė O., Mileris R. 166

Pedagogų lojalumas: teorinės ir praktinės įžvalgos
Šukienė O., Kvedaraitė N. 175

Perfekcionizmas: ar jis gali būti supranantamas vienareikšmiškai?
Urbonaitė K., Bubnys R. 182

Nemokumo (bankroto) administratorių kompetencijų portfelis
Vaitkevičiūtė V., Repečkienė A. 191

Organizacinės kultūros samprata ir jos tyrinėjimų teorinės įžvalgos
Vareikienė I., Bubnys R. 199

Kompleksinė kokybės valdymo sistema gamybos įmonėje
Vėtienė A., Mileris R. 209

Etanolio gamybos proceso problemų priežasčių analizė
Voraitė D., Mileris R. 215

Darbuotojų gebėjimo prisitaikyti dimensijų teorinis pagrindimas
Zakarevičiūtė R., Kvedaraitė N. 220

AUTOMATIKA, MECHANIKA IR TRANSPORTAS

Automobilio stabilumo tyrimas automobiliui judant kreivalinijine trajektorija
Aliukas V., Vaičiulis D. 227

Technologinių gedimų identifikavimo naudojant garsų analizę tyrimas
Bačelis M., Vanagas G. 234

Navigacinių treniruoklių taikymas skirtingų europos regionų aukštųjų mokyklų jūrinio profilio studijose
Bizauskas L., Dubra V. 242

Automobilio „Tesla Cybertruck“ aerodinaminių savybių tyrimas
Breivė V., Vaičiulis D. 252

Kruizinės laivybos ekonominio tvarumo vertinimas
Čižus M., Valionienė E. 256

Pramoninių staklių su skaitmeniniu programiniu valdymu, pavarų valdymo ir adaptacijos 3D spausdinimui tyrimas
Dužinas T., Sapeliauskas E. 264

Logistinio jungiamumo darnios alternatyvos uosto krovinių gabenimui per Klaipėdos teritoriją
Jotkevičiūtė K., Spiriajevas E. 271

Automatizuoto mikroklimato valdymo sistemų pritaikomumas augalų auginimui
Krasnauskas L., Sapeliauskas E. 283

Dyzelinio vidaus degimo variklio degalų įtakos eksploataciniams automobilio rodikliams tyrimas
Kropas J., Vaičiulis D. 290

Lengvojo automobilio pusrėmio skersinės sijos po smūgio į kliūtį deformacijų tyrimas
Kudrauskaitė R., Vaičiulis D. 294

Aerodinaminių komponentų įtaka sportinio automobilio aerodinamikai
Mileris M., Vaičiulis D. 300

Ethernet pramoninių valdymo tinklų topologijų tyrimas
Nuobaras T., Pelenis D. 307

Precizinio skysčio kiekio užnešimo ant bandinių paviršių tyrimas
Šergalis G., Gailius V. 314

SND panaudojimo įtaka benzininio variklio darbo parametrams
Tiuliutinas P., Česnulevičius A. 320

Automobilių techninės būklės tyrimas techninių apžiūrų duomenų pagrindu
Vileikis A., Tautkus A. 329

STATYBA

Pramoninių pastatų grindų viršutinio sluoksnio daugiakriteris vertinimas
Bajariūnas N., Kelpšienė L. 336

Vidaus apdailos darbų kokybės valdymo statybos projektuose ypatumai
Bartulis T., Kelpšienė L. 343

Dujotiekio vamzdynų skirtingų sujungimo technologijų apžvalga
Bernatavičius A., Kaupienė J. 351

Gesinimo sistemos vamzdžių ir jungčių įrengimo efektyvumo daugiakriteris vertinimas
Budrys E., Vaičiulis D. 358

Fasado apdailinio tinko daugiakriteris vertinimas, taikant rodiklių objektyvų reikšmingumą
Butkūnas L., Morkūnas J., Kelpšienė L. 365

Polinių pamatų įrengimo efektyvumo daugiakriteris vertinimas
Chainauskas S., Kaupienė J., Vaičiulis D. 371

Skirtingų išorės mūro sienų blokelių efektyvumo daugiakriteris vertinimas
Čepurna G., Aviža D. 376

Visuomeninio pastato rostverko su liktiniais klojiniais efektyvumo daugiakriteris vertinimas
Dagys V., Aviža D., Zacharovienė E. 384

BIM programinės įrangos skirtos moeliavimui ir 3D geometrijos vaizdavimui efektyvumo daugiakriteris vertinimas
Dovydėnas K., Aviža D. 392

Statybos subrangovų atrankos daugiatikslio vertinimo metodų apžvalga
Gedvilas Š., Kelpšienė L. 400

Įvairių stogo laikančiųjų konstrukcijų palyginamoji analizė
Kadys K., Vaičiulis D. 408

Sutapdinto stogo hidroizoliacinės dangos daugiakriteris vertinimas
Kecorius M., Vaičiulis D. 416

A++ klasės daugiabučio gyvenamojo pastato cokolio apšiltinimo efektyvumo daugiakriteris vertinimas
Maldarytė K., Aviža D., Zacharovienė E. 423

Saulės fotovoltinių modulių individualiuosiuose namuose efektyvumo kompleksinis vertinimas
Matulis D., Kelpšienė L. 431

Šlaitinio stogo medinės santvaros efektyvumo daugiakriteris vertinimas
Paulauskas M., Aviža D., Zacharovienė E. 437

Statybos projektų rizikų lyginamoji analizė
Rapalis S., Kelpšienė L., Kaupienė J. 445

Sijinių tiltų sijų daugiakriteris vertinimas
Stankevičius R., Kaupienė J., Vaičiulis D. 452

Automobilių kelių žemės sankasos įrengimo technologijų daugiakriteris vertinimas
Stirbys L., Kaupienė J. 460

Gyvenamųjų pastatų šildymo šaltinių efektyvumo daugiatikslis verinimas
Žemgulis M., Aviža D., Kaupienė J. 467

ĮVADAS

Kasmetinės studentų mokslinių darbų konferencijos „Technologijų ir verslo aktualijos – 2021“ tikslai:

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

Konferencijoje „Technologijų ir verslo aktualijos – 2021“ buvo pristatyti moksliniai tiriamieji darbai socialinių ir technologinių mokslų srityse.

Antrus metus iš eilės dėl pandemijos Lietuvos Respublikoje paskelbimo ir COVID-19 viruso plitimo studentų mokslinė konferencija organizuota nuotoliniu būdu.

PASIPRIEŠINIMO POKYČIAMS PSICHOLOGINIŲ PRIEŽASČIŲ ANALIZĖ IR ĮVEIKOS STRATEGIJOS

Aleksandravičienė R.[1], Bubnys R.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: pokyčiai, pasipriešinimas pokyčiams, psichologinės priežastys, įveikos strategijos.

1. Įvadas

Organizacijose pokyčiai yra neišvengiami, paskatinti naujovių, globalizacijos, konkurencijos, didėjančių vartotojų lūkesčių. Organizacijos pokyčių valdymas įvardijamas kaip tikslingas procesas, organizuojantis žmonių kolektyvą bei koordinuojantis jų veiklą [1]. Efektyviai mąstančios organizacijos pokyčius vertina kaip palankią naudingą galimybę adaptuotis nuolat besikeičiančioje, nestabilioje verslo aplinkoje. Pokyčiai organizacijoms sukelia iššūkių, kurią strategiją geriausia pasirinkti, kaip reikia priimti, valdyti pokyčius [2].

Analizuojant pokyčius vykstančius organizacijose, pastebima, kad greta ekonominių, organizacinių, finansinių aspektų aktualūs tampa ir psichologiniai klausimai, kurie organizaciją tapatina su kiekvieno jos darbuotojo gyvenimo dalimi, tarsi jo antrąja šeima bei antraisiais namai [3]. Aiškinant socialinę tikrovę, siekiama žmones suprasti, o ne matuoti, kvantifikuoti. Svarbu yra pokyčius numatyti, eliminuoti neigiamas pasekmes bei tinkamai panaudoti privalumus [4]. Kita vertus, nusistovėjusios tvarkos keitimas sukelia darbuotojų pasipriešinimą. Vadovai, inicijuodami pokyčius, turi numatyti galimus darbuotojų pasipriešinimo būdus bei įvertinti priežastis, dėl kurių žmonės priešinasi pokyčiams. Mokslinėje literatūroje nurodomos šios priežastys: pokyčių ir jų esmės neteisingas suvokimas, troškimas neprarasti ko nors vertingo, tikėjimas, kad pokyčiai neturi įtakos organizacijai, nepakantumas jiems [2, 3]. Kita vertus, svarbu suprasti, kad susidūrus su sudėtingais pokyčiais, žmonės nesikeičia tik todėl, kad jiems liepta keistis [5].

Kaip teigia Šimanskienė [13], „*pasipriešinimas pokyčiams paprastai apibrėžiamas kaip elgesys, kuriuo siekiama išlaikyti organizacijos status quo arba kaip tam tikras atsakas, reakcija į pokyčius*“ [13]. Pasipriešinimas laikomas itin svarbiu veiksniu, darančiu įtaką pokyčių įgyvendinimo sėkmei ar

atvirkščiai. Pasipriešinimas įvardijamas kaip natūrali būsena, jei nusistovėjusią organizacijos kultūrą keičiama iš esmės. Tarkime, jei stabilią ir į organizacijos vidų orientuota kultūrą norima pakeisti į lanksčią ir orientuotą į rinką. Kiek mokslinėje literatūroje būtų analizuota pokyčių modelių, pokytis pradedamas nuo pokyčio poreikio formavimo ir neišvengiamumo, pradžioje labai svarbu turėti pokyčio viziją, kokia judėjimo kryptis pasirenkama. Koks bebūtų pasipriešinimas organizacijoje, būtų gerai jo nenuvertinti, neignoruoti [14]. Priešinimasis pokyčiams gali būti konflikto priežastis bei turi neabejotiną trūkumą, kadangi trukdo adaptuotis ir progresuoti [11]. Mokslinėje literatūroje akcentuojama, kad dažnai veikla orientuota į pokyčius nesėkmę patiria ne dėl finansinių ar techninių veiksnių, o dėl psichologinių veiksnių, nes darbuotojų įsitikinimu iškyla grėsmė jų materialinei ir psichologinei gerovei [2].

Pokyčiai vyksta neišvengiamai, pasipriešinimas analogiškai neišvengiamas, todėl svarbu atskleisti pasipriešinimo pokyčiams psichologines priežastis.

Tikslas – teoriškai pagrįsti ir išanalizuoti pasipriešinimo pokyčiams psichologines priežastis bei įveikos strategijas.

2. Pasipriešinimo pokyčiams samprata

Pasipriešinimo pokyčiams problematika atliekami moksliniai tyrimai [6, 7]. Autoriai skirtingai pateikia pokyčių apibūdinimus. Fullan [5] teigia, kad „*pokyčiai – tai nesibaigiantys pasiūlymai, atsirandantys nuolat besikeičiančiomis sąlygomis*“ [5]. Vieni autoriai [1, 7], pokyčius įvardija, kaip procesą, vykstantį organizacijoje. Kiti autoriai [8, 9], pokyčius įvardija kaip neišvengiamą reiškinį, darantį įtaką organizacijos strategijai, struktūrai, kultūrai. Lentelėje pateikta įvairių autorių pokyčių samprata (žr. 1 lentelę).

1 lentelė

Pokyčių sampratos turinys

Autorius(-iai), metai	**Pokyčių samprata**
Zakarevičius [4 183 p.]	„*Pokyčių numatymas jų galimų neigiamų pasekmių eliminavimas bei teigiamų privalumų panaudojimas*“ [4].
Videikienė, Šimanskienė [7 342 p.]	„*Nuoseklus ir sistemingas procesas, kuriuo siekiama sklandaus organizacijos perėjimo į pageidaujamą būseną. Jis apima pokyčių numatymą, įvertinimą, pasiruošimą juos priimti ar inicijuoti bei organizacijos gebėjimą valdyti įvairių pokyčių poveikį, jų teigiamas ir neigiamas pasekmes*“ [7].
Šimanskienė [8 13 p.]	„*Vykdant reformas organizacijose pažeidžiami tradiciniai valdymo modeliai ir metodai, kurių vadovai buvo išmokę, kas sukelia patiems vadovams diskomfortą (prieštaravimas tarp žinomo stabilumo ir nežinomos, bet viliojančios ateities), kita vertus, atsiranda darbuotojų pasipriešinimas*“ [8].
Petrauskaitė, Korsakienė [1 2 p.]	„*Pokyčių valdymas gali būti apibrėžiamas kaip tikslingas procesas, organizuojant žmonių kolektyvą bei koordinuojant jų veiklą*“ [1].

Autorius(-iai), metai	Pokyčių samprata
Pikturnaitė [9 2 p.]	„*Analizuojant pokyčius vykstančius organizacijose, galima teigti, kad ateityje greta ekonominių, organizacinių uždavinių, modernioje organizacijoje aktualūs bus ir socialiniai klausimai, kurių esminiai yra šie: organizacija taps neatsiejama, organiška kiekvieno jos darbuotojo gyvenimo dalimi, jo antrąja šeima, antraisiais namai*“ [9].
Hurn [10 41 p.]	„*Planuotas tikslas pakeisti organizacijos dabartinę padėtį norima kryptimi, atsakant į naujus iššūkius ir galimybes. Jis apima naujos vizijos suprojektavimą, plačios apimties konsultacijas su visų lygmenų darbuotojais, pasipriešinimo pokyčiams įveikimą*“ [10].
Grybienė, Šimbelis [11 68 p.]	„*Pokyčiai organizacijoje yra „organizacijos pastangos atsinaujinti ir pereiti nuo tradicinės struktūros prie naujo dinaminio modelio, kuris padėtų žmonėms išreikšti savo kūrybines galias, energiją bei įžvalgą; taip pat skatintų tobulinamasi bei gerą nuotaiką*“ [11].
Robbins [12]	„*Procesas, kurio metu žmogaus elgesys sąmoningai keičiasi, kai organizacijos tikslai orientuoti į tam tikras permainas*“ [12].

Pateikti apibrėžimai rodo, kad pasipriešinimas pokyčiams – tai neteisingas pokyčių esmės suvokimas, baimė, susijusi su praradimais, pakantumo pokyčiams stoka, užtikrintumo ir tikėjimo pokyčių nauda nebuvimas. Apibendrinant galima teigti, kad pasipriešinimas vertinamas kaip daugiamatis, apimantis tai, kaip darbuotojai elgiasi reaguodami į pokyčius (elgesio dimensija), ką jie galvoja apie pokytį (kognityvinė dimensija) ir kaip jie jaučia pokytį (veiksmingą dimensiją). Fiksuodami pasipriešinimo sudėtingumą, Dennis, Erwin, Garman [6] teigė, kad „*individai veikia vienu metu ir kad jie net gali būti dviprasmiški dėl kiekvieno iš šių matmenų pasikeitimo*“ [6]. Darbuotojų reakcija į pokyčius gali būti tiek pasyvi, tiek atvira. Kita vertus, elgesys reaguojant į pokyčius yra palaikomasis ar atsparus, aktyvus ir pasyvus [6].

Nors kiekviena pokyčių įgyvendinimo kliūtis gali būti esminė konkrečios organizacijos rezultatams, vis tik, apibendrinant mokslinę literatūrą [3, 7], galima teigti, jog dažniausiai akcentuojama kliūtis yra darbuotojų pasipriešinimas pokyčiams [9].

3. Psichologinės pasipriešinimo priežastys ir įveikos strategijos

Nagrinėjamoje mokslinėje literatūroje [2, 4], pokytis analizuojamas kaip procesas, inovacija, siekiamas naujas rezultatas. Dažnai pasipriešinimas nukreiptas ne į rezultatą, kurio siekiama, bet į procesą: veiksmą, elgesį [15]. Proceso metu svarbios tampa šios pasipriešinimo psichologinės priežastys [2, 13]:

- organizacijos psichologinis mikroklimatas (darbuotojų nuotaikos, emocinė būsena, pasitikėjimas savimi, pasitenkinimas arba

nepasitenkinimas esama situacija, pasitikėjimo vadovais stoka, tarpusavio santykiai);
- įpratimas prie nusistovėjusios tvarkos ir procedūrų;
- blogas planavimas, darbo grupių, kurios buvo pasiekusios darnos ir susiklausymo, išardymas;
- galimų nesėkmių baimė;
- asmeniniai konfliktai su inovacijų iniciatoriais ir įgyvendintojais.

Apibendrinant galima pastebėti, jog psichologinės pasipriešinimo pokyčiams priežastys daro didelę įtaką sėkmingam pokyčio rezultatui. Darbuotojas negali pasiekti iškeltų tikslų, jei dirba nepasitikėdamas savo jėgomis bei vadovu, reikšdamas nepasitenkinimą, bijodamas suklysti, konfliktuodamas su komandos nariais. Pokyčio sėkmės garantas yra motyvuotas, užtikrintas, stabilios psichologinės būsenos, išlaikantis pusiausvyrą darbuotojas, dirbantis psichologinio saugumo aplinkoje.

Mokslinėje literatūroje išryškėja ir kitos, psichologinę darbuotojų būseną trikdančios, pokyčių pasipriešinimo priežastys:
- nesuteikiama prasmė [2];
- pernelyg greitai vyksta pokytis [8, 16];
- per maža komunikacija [8, 15].

Priešinamasi, kai neįžvelgiama prasmė: kodėl turėtų būti kitaip, kodėl negerai taip, kaip dabar yra? Darbuotojas nesupranta kam reikia šio pokyčio. Atsiranda baimė ir nežinia, kaip reikės pokytį įgyvendinti. Su šia problema susiduriama gana dažnai, nes darbuotojai nuo pat pradžių nėra įtraukiami į pokyčio poreikio diskusiją: jiems nėra paaiškinama, kokią vertę pokytis sukurs tiek darbuotojui, tiek organizacijai.

Antra priežastis – pokyčio greitis. Viskas vystosi, keičiasi labai greitai. Kai nespėjama su aplinkos pokyčiais, apima irzlumas ir pyktis. Jeigu pokyčiai vyksta per greitai, galimai darbuotojas pasiduoda aplinkos primestam greičiui ir priešinasi.

Trečioji priežastis – prasta komunikacija. Kuo mažiau informacijos apie pokytį suteikiama, tuo labiau darbuotojai jam ima priešintis, nes tada daugėja neapibrėžtumo. Pokyčių procese komunikacijos nebūna per daug, jos būna per mažai arba ji yra netinkama. Kai nėra pakankamos informacijos iš pokyčio vadovų, darbuotojai linkę patys susirinkti dažnai ne objektyviausią informaciją. Tinkama komunikacija apibrėžiama kaip svarbus veiksnys, leidžiantis darbuotojui suvokti pokyčių poreikius bei asmeninę įtaką jiems [8]. Šis veiksnys naudojamas norint sumažinti neapibrėžtumą ar pasipriešinimą pokyčiams, užtikrinti darbuotojų įsitraukimą į pokyčių įgyvendinimo procesą [15].

Svarbu paminėti, kad darbuotojai įvardina dar vieną pasipriešinimo priežastį – nepasitikėjimas pokyčio vadovais – tais, kurie inicijuoja ir veda pokytį [7]. Darbuotojas neturi konkrečios pozicijos įgyvendinamai iniciatyvai, tačiau jam dėl įvairių priežasčių (pvz.: kompetencijos stokos, pasitikėjimo

nebuvimo, bendros istorijos, t. t.) nepatinka pokyčio iniciatorius, kaip asmenybė. Organizacija pokyčiui priešinasi tada, kai inicijuojamam pokyčiui prieštarauja nusistovėję įpročiai, veikimo būdai, kai kinta organizacijos kultūra [15].

Pokyčiai darbuotojams yra priimtini tada, kai dera su jų vidinėmis paskatomis, įsitikinimais, motyvacija, nuostatomis. Juo labiau, kad darbuotojų keitimasis yra pagrįstas jų pačių asmenine iniciatyva, o organizaciniai pokyčiai turi didelį asmeninės dimensijos aspektą. Kol darbuotojai neintegruoja pokyčių į asmeninį lygį, jie negali jų įgyvendinti ir organizaciniame lygmenyje [8].

Veikiami pokyčių, darbuotojai dažnai pasitelkia gynybos mechanizmus, įsijungia psichologinė gynyba. Dennis ir kt. [6] vadovaudamiesi tyrimų rezultatais, nustatė, kad darbuotojai, kurie naudojosi netinkamais gynybos mechanizmais, labiau linkę atsispirti organizaciniams pokyčiams, o tie, kurie buvo linkę naudoti adaptyvius gynybos mechanizmus, mažiau linkę atsispirti organizaciniams pokyčiams. Adaptyviosios gynybos mechanizmai, kuriuos jie nagrinėjo, buvo humoras ir numatymas [6]. Netinkami gynybos mechanizmai buvo neigimas, atsiskyrimas, poveikio izoliavimas, projekcija, ir veikimas. Visų pirma projekcija turėjo stipriausią ryšį su ketinimu atsispirti pokyčiams, o mažesnės projekcijos asmenys taip pat labiau palaikė pokyčius.

Mokslinėje literatūroje analizuojamos ir pasipriešinimo mažinimo strategijos. Nustatyta, kad pokyčius vykdant laipsniškai, motyvuojant darbuotojus, skiriant laiko tinkamai komunikacijai, kartu skatinant įsitraukti į pokyčių procesus, įgyvendinama strategija nukreipta į pasipriešinimo mažinimą [16]. Kiekviena įmonė pasirenka tinkamiausius pasipriešinimo pokyčiams įveikimo būdus. Pasak Valackienės [15], dažnai tikslinga taikyti sisteminį įveikimo būdą, nes, pasirenkant vieną būdą, nepašalinamos visos pasipriešinimo priežastys. Lentelėje pateikiami pasipriešinimo pokyčiams įveikimo būdai (žr. 2 lentelę).

Moksliniuose šaltiniuose akcentuojama [7, 11], kad vienas iš pagrindinių pasipriešinimą mažinančių būdų yra komunikacija. Atviras bendravimas, tinkamas ir aiškus informacijos pateikimas mažina neapibrėžtumą ir sąlygoja darbuotojų įsitraukimą į pokyčių vykdymo procesą [11]. Tai gali pareikalauti daugiau laiko, bet vadovai, inicijuodami pokytį, turėtų numatyti ir įvertinti šį aspektą. Dennis it kt. [6] nustatė, kad darbuotojai atsižvelgia į savo įgūdžius ir kompetenciją ir nusprendžia, ar jie sėkmingai atliks naujus vaidmenis. Įgyvendinant organizacijos kultūros pokyčius, išryškėjo, kad darbuotojai priėmė šį pokytį, jei jie manė, kad pokyčiai atitinka jų turimus pajėgumus ir kultūrą [6].

Valackienė [15], remdamasi J. P. Kotteriu, skiria į sėkmę orientuotus pokyčių principus. Pastarieji paremti darbuotojams priskirta atsakomybe bei požiūriu į vykdomus pokyčius:

- suburti pokyčių komandą, kuri būtų emociškai nusiteikusi ir turinti reikiamų kompetencijų;

- pateikti aiškią ir paprastą viziją;
- pokyčius integruoti į įmonės veiklą ir kultūrą;
- paskatinti darbuotojus daryti realius ir svarbius pokyčių įgyvendinimo veiksmus;
- įtraukti kuo daugiau atsakingų darbuotojų;
- užtikrinti tinkamą informacijos perdavimą ir grįžtamąjį ryšį;
- džiaugtis trumpalaikėmis pergalėmis;
- nuolat drąsinti dėl tebevykstančio pokyčio.

2 lentelė

Pasipriešinimo pokyčiams įveikimo būdai [15]

Būdas	**Pranašumai**	**Trūkumai**
Komunikavimas	Darbuotojai, įtikinti pokyčio nauda, ir ateityje prisidės prie pokyčių įgyvendinimo	Gali pareikalauti daug laiko
Dalyvavimas ir įtraukimas	Dalyvaujantys žmonės tarsi įsipareigoja įgyvendinti pokytį	Gali pareikalauti daug laiko
Palaikymas	Išsprendžia problemas, susijusias su darbuotojų prisitaikymu	Gali apimti ilgą laiko tarpą, būti gana brangūs ir nepasiekti norimų rezultatų
Derybos ir susitarimas	Gana paprastas problemų sprendimo būdas	Gali būti pernelyg brangūs
Manipuliacija	Sąlyginai greitas ir nebrangus būdas	Ateityje gali sukelti rimtų problemų (manipuliacijų)
Tiesioginė ir netiesioginė prievarta	Greitas būdas, įveikti bet kokio pobūdžio pasipriešinimą	Rizikingas, nes papiktina darbuotojus

Pastarosios pokyčių įgyvendinimo gairės sudaro galimybes sklandžiau įgyvendinti pokyčius, daro įtaką darbuotojų elgesiui, ko pasekoje jie priešinasi švelniau, daugiau įsitraukia, mažiau pareikalauja finansinių bei laiko išteklių.

4. Išvados

1. Pasipriešinimo pokyčiams samprata aiškinama priklausomai nuo tiriamo konteksto. Pasipriešinimas vertinamas kaip daugiamatis, apimantis darbuotojų elgesio reakcijas į pokyčius, ką jie galvoja apie pokytį ir kaip jie jaučia pokytį.
2. Dažniausiai pasitaikančios pasipriešinimo pokyčiams psichologinės priežastys skirstomos į tokias grupes, kaip organizacijos psichologinis mikroklimatas (darbuotojų nuotaikos, emocinė būsena, pasitikėjimas savimi, pasitenkinimas arba nepasitenkinimas esama situacija, pasitikėjimo vadovais stoka, tarpusavio santykiai) bei prasmės nebuvimas, pernelyg didelis pokyčio greitis ir per maža komunikacija.

3. Sėkmingam pokyčių valdymo procesui organizacijoje taikomos įvairios strategijos, pasirenkant sisteminį pasipriešinimo įveikimo būdą, užtikrinantį pasipriešinimo mažinimą bei sklandų pokyčių įgyvendinimo procesą: komunikacija, darbuotojų įtraukimas, palaikymas, derybos ir susitarimai.

Literatūra

1. PETRAUSKAITĖ, K., KORSAKIENĖ, R. Sėkmingas organizacinių pokyčių valdymas. *Ekonomika ir vadyba / Economics and Management* [interaktyvus]. 2020, ISSN 2029-7149 [žiūrėta 2021-03-25]. Prieiga per: http://jmk.vvf.vgtu.lt/index.php/Verslas/2020/paper/viewFile/666/207.
2. SVIRSKIENĖ, G. Naujosios žinių ekonomikos iššūkiai ir organizacinis pasipriešinimas naujovėms. *Šiaulių universitetas: Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos* [interaktyvus]. 2005, 5, 365–372, ISSN 1648-9098 [žiūrėta 2021-03-25]. Prieiga per: https://etalpykla.lituanistikadb.lt/object/LT-LDB-0001:J.04~2005~1367152779841/.
3. LODIENĖ, D. Pokyčių strategijos parinkimas. *Organizacijų vadyba: sisteminiai tyrimai* [interaktyvus]. 2005, 35, 127–135 [žiūrėta 2021-03-25]. Prieiga per: https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=256309.
4. ZAKAREVIČIUS, P. Pokyčių organizacijose kliūtys ir jų priežastys. *Organizacijų vadyba: sisteminiai tyrimai* [interaktyvus]. 2006, 38, 183–194 [žiūrėta 2021-03-25]. Prieiga per: https://www.ceeol.com/search/viewpdf?id=182704.
5. FULLAN, M. *Pokyčių jėgos*. Vilnius: Tyto alba, 1998. ISBN 9986-16-102-9.
6. DENNIS, G., ERWIN, A., GARMAN, N. Resistance to organizational change: Linking research and practice. *Organization Development Journal* [interaktyvus]. 2010, 31(1), 39–56 [žiūrėta 2021-03-25]. Prieiga per: http://dx.doi.org/10.1108/01437731011010371.
7. VIDEIKIENĖ, S ir ŠIMANSKIENĖ, L. Pokyčių valdymo sėkmės veiksniai organizacijose. *Mokslinių straipsnių rinkinys. Visuomenės saugumas ir viešoji tvarka / Public Security and Public Order* [interaktyvus]. 2013, ISSN 2335–2035 [žiūrėta 2021-03-21]. Prieiga per: https://repository.mruni.eu/bitstream/handle/007/15120/Videikien%20.pd?sequence=1.
8. ŠIMANSKIENĖ, L. Organizacinės kultūros keitimas: problemos, pokyčių vykdymo mechanizmas. *Tiltai* [interaktyvus]. 2001, 1(14), 13–21, ISSN 1392-3137 [žiūrėta 2021-03-10]. Prieiga per: https://etalpykla.lituanistikadb.lt/object/LT-LDB-001:J.04~2001~1487337458909/.

9. PIKTURNAITĖ, I. *Pokyčiai organizacijose ir organizacinės kultūros vaidmuo valdyme* [interaktyvus]. Klaipėdos verslo ir technologijų kolegija, 2005 [žiūrėta 2021-03-10]. Priega per: http://elibrary.lt/resursai/Konferencijos/VLVK_051028/4%20 sekcija/IV03_Pikturnaite.pdf.
10. HURN, B. J. Management of change in a multinational company. *Industrial and Commercial Training* [interaktyvus]. 2012 [žiūrėta 2021-01-08]. Prieiga per: https://www.semanticscholar.org/paper /Management-of-change-in-a- multinational-company-Hurn.
11. GRYBIENĖ, D., ŠIMBELIS, D. *Pokyčiai organizacijoje: pasipriešinimo pokyčiams valdymas* [interaktyvus]. KTU Panevėžio institutas, 2010 [žiūrėta 2021-02-15]. Prieiga per: http://elibrary.lt/resursai/Konferencijos/KTU_PI/KNYGA2005%20PDF/straipsniai/Vadybos/Grybiene, %20Simbelis.pdf.
12. ROBBINS, S. P. *Organizacnės elgsenos pagrindai* [interaktyvus]. Kaunas: Poligrafija ir informatika, 2003, ISBN 9986-850-46-0 [žiūrėta 2021-03-30]. Prieiga per: https://docplayer.net/69651288-Organizacines-elgsenos-pagrindai.html.
13. ŠIMANSKIENĖ, L., VIDEIKIENĖ, S. Pokyčių valdymo kliūtys organizacijose: teoriniai ir praktiniai aspektai. *Organizacijų vadyba: sisteminiai tyrimai* [interaktyvus]. 2014, 70, 107–120 [žiūrėta 2021-03-30]. Prieiga per: https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=268425.
14. RUPLYTĖ, B. *Darbuotojų pasipriešinimas pokyčiams: kaip juos prisijaukinti?* [interaktyvus]. ISM Vadybos ir ekonomikos universitetas, 2020 [žiūrėta 2021-03-30]. Prieiga per: https://www.lrytas.lt/gyvenimo-budas/psichologija/2020/11/19/news/darbuotoju-pasipriesinimas-pokyciams-kaip-juos-prisijaukinti-17182912/.
15. VALACKIENĖ, A. *Pokyčių valdymas siekiant užtikrinti verslo tęstinumą: teorinės įžvalgos ir praktinis taikomumas*. Technologija, 2015, 39–42. ISBN 978-609-02-1127-4.
16. MIKNEVIČIŪTĖ, D., VALACKIENĖ, A. Strateginių pokyčių krypčių identifikavimo organizacijose koncepto pristatymas. *Tiltai* [interaktyvus]. 2017, 3, 29–38, ISSN 2351-6569 [žiūrėta 2021-03-30]. Prieiga per: http://journals.ku.lt/index.php/tiltai/article/view/1669.

ORGANIZACIJOS KULTŪROS KAIP DAUGIADIMENSINIO REIŠKINIO KONCEPTUALIZACIJA IR JOS VERTINIMO GALIMYBĖS

Audickienė, K.[1], Bubnys R.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: organizacija, organizacijos kultūra, darbuotojai, vertinimo galimybės.

1. Įvadas

Dinamiškai transformuojantis ne tik verslo santykiams, bet ir vystomiems ar besiformuojantiems komunikacijos procesams tarp atskirų visuomenės grupių, valstybių ir regionų, svarbus tampa organizacijos kultūros, kaip vieno iš tobulesnio organizacijos valdymo dedamųjų vaidmuo. Tai ne tik išskirtinio, savito stiliaus idėjų pateikimas, taisyklių egzistenciniai deriniai, tačiau kartu ir susiformavusios vertybės bei jų supratimas, ugdantis priklausomybę organizacijai ir formuojantis elgesio modelius, pabrėžiančius jos identitetą.

Neretai mokslininkams analizuojant organizacijų pokyčių nesėkmes, viena pagrindinių priežasčių laikoma apleista organizacijos kultūra [1]. Cameron ir Quinn [2] teigimu, organizacijos kultūra turi būti neatsiejamas įmonės pokyčių elementas, siekiant didinti organizacijos veiklos efektyvumą, jos kultūrą siejant su susiformavusia vidine vertybių sistema, mąstymo būdais, vadovavimo stiliais bei bendru požiūriu į problemų sprendimą. Kintant verslo vystymo bei organizacijos elgesio tendencijoms vis didesnis skaičius kompanijų atsigręžia į žmogiškaisiais ištekliais grįstą verslo vystymą. Siekdamos ne tik aukštų pelno rodiklių, bet ir suvokdamos darbuotų siekius jaustis reikalingais bei vertinamais, organizacijos dažniau pradeda taikyti kruopščiai suformuotas ir atsakingai prižiūrimas vertybių sistemas, padedančias identifikuoti jų poreikius, taip darant įtaką ir darbuotojų elgsenai bei lūkesčiams.

Atlikdami analizes bei tyrimus mokslininkai šio reiškinio apraiškų ir šiomis dienomis ieško kokybės, organizacijų vadybos kontekstuose kartu siekdami nustatyti ir sąsajas tarp organizacijos kultūrai būdingo savitumo apraiškų ir formuojamos elgsenos [3].

Straipsnio tikslas – atskleisti organizacijos kultūros kaip daugiadimensinio reiškinio teorinius konceptus ir jos vertinimo galimybes.

Uždaviniai:

1. Išanalizuoti organizacijos kultūros sampratą.
2. Atskleisti organizacijos kultūros, kaip daugiadimensinio reiškinio svarbą ir vertę organizacijai.
3. Apžvelgti organizacijos kultūros vertinimo galimybes.

2. Organizacijos kultūros samprata

Organizacijos kultūros svarba pastaraisiais dešimtmečiais sulaukia nemažai dėmesio aptariant darbo efektyvumo, organizacijos patrauklumo, pasitenkinimu darbu gaires. Nors apie organizacijos kultūrą dažnas yra girdėjęs, tačiau mokslininkų nuomone [4] ji dažnu atveju yra „nematoma“ ir savaime suprantama.

Vienas pirmųjų organizacijos kultūros konceptą pateikė mokslininkas Shein [5]. 1985 m. jo pateikta definicija organizacijos kultūrą siejo su asmeninio augimo, tobulėjimo, papildyto išsamiais mokymais, orientuoto į žmones bei formuojamo kaip priežastis žmonių motyvacijai aiškinimu. Akcentuodamas organizacijos viduje formuojamų vertybių reikšmę, jis grindė organizacijos, kaip formuojančios ir gebančios savarankiškai įgyvendinti pasirinktą strategiją fenomeną, kuris yra palaikomas organizacijos narių elgesio bei jų veikimo būdų, asmeninių iniciatyvų bei atsakomybės jausmo. Savo darbuose [5] autorius organizacijos kultūrą traktavo kaip savotišką gynybos mechanizmą, siekiant išvengti vidinių veiksmų neapibrėžtumo. Siekiant efektyvaus organizacijos funkcionavimo, jo nuomone, turi būti įvertintos joje vyraujančios kultūros stipriosios ir silpnosios pusės, taip suformuojant galimybę kultūrinių prielaidų modifikavimui. Parengta kultūros piramidė tapo pagrindu tolimesniam organizacijos kultūros nagrinėjimui (žr. 1 lentelę), atskleidžia organizacijos kultūros, kaip daugiadimensinio reiškinio, susidedančio iš matomų ir nematomų veiksnių, egzistavimą.

1 lentelė

Kultūros piramidė [5, adaptuota autorės]

Matoma		Matoma organizacijos struktūra ir procesai
		Strategijos, tikslai, filosofijos
Nematoma		Nesąmoningas, savaime suprantamas veikimas, įsitikinimai, suvokimas, mintys, jausmai

Tiriant organizacijos kultūrą privalu įvertinti ne tik aiškiai matomus procesus, tokius kaip tarpusavio santykiai, organizacijos struktūros aiškus suformavimas, nustatyti hierarchiniai ryšiai, vykdomi procesai, tačiau bandyti suvokti ir nematomos organizacijos kultūros indelį organizacijai.

Organizacijos kultūros, kaip daugiadimensinio reiškinio samprata pateikiama ir daugelio kitų autorių. Šimanskienė ir Seilius [6] organizacijos kultūrą sieja su tapatumo jausmu, formuojamu darbuotojų atsidavimu organizacijai, jos misijai. Autorių nuomone, organizacijos kultūra sudaro įmonės procesų valdymo metodo pagrindą, suteikia galimybę atpažinti bei įvertinti klientų poreikius, žmogaus kuriamą vertę, skatina glaudų bei nuoširdų tarpusavio bendravimą įmonėje. Tai tarsi subjektyvus valdymo sprendimų priėmimo veiksnys, kadangi organizacijoje vyraujančias vertybes, įsitikinimus bei priimtas elgesio normas sukuria patys žmonės [7]. Organizacijos kultūra, kaip principų reiškinys neretai tampa ir ,,moraliniu“ centru, kuris padeda žmonėms suprasti, kas yra teisinga ir kas neteisinga asmeninio elgesio prasme [8].

Nagrinėjant organizacijos kultūros sampratą nemaža dalis autorių ją sieja su vertybių sistema, bendru požiūriu, vyraujančiomis tradicijomis, visiems priimtinomis normomis, kurios yra vienas iš grupės klestėjimo faktorių. Jucevičienės [9] teigimu vertybės, kurios yra pripažįstamas organizacijos narių, daro įtaką jų elgesiui ir yra palaikomos organizacijos istorijos, mitų bei pasireiškia per tradicijas, ceremonijas, ritualus ir simbolius. Šimanskienės [10] nuomone, tokia savaime susiklosčiusi žmonių tarpusavio bendravimo forma apima visą organizaciją. Būtent vertybinės elgesio normos padeda sutelkti dėmesį bei pastangas bendram ir veiksmingam darbui [11]. Ir nors organizacijos kultūros dedamosios būdingos nemažai daliai socialinių sistemų, jos apraiškos bei natūraliai besiformuojantis organizacijos procesų savitumas ilgainiui tampa bendrai taikomomis normomis [12]. Kartais organizacijos kultūra tam tikru mastu gali nukrypti nuo jų daugumos, tačiau savitu originalumu taip įgys konkurencinį pranašumą [13]. Būtent konkurencinį pranašumą, kaip vieną iš organizacijos kultūros stiprybių mini ir Salamech bei Burtonshaw [14]. Pastarųjų autorių teigimu, organizacijos kultūra gali būti vertinama ir kaip intelektinis organizacijos kapitalas. Ji padeda spręsti egzistuojančius skirtumus, siekiant juos paversti panašumais ir pranašumais. Toks organizacijos kultūros požiūris į lankstumą neretai tampa naudingu siekiant sėkmingo bendradarbiavimo su partneriais rezultatu.

Organizacijos kultūrą galima apibrėžti ir kaip komandos dvasios supratimo formavimą, remiantis darbo etika bei nuolatiniu tobulėjimu. Cooke ir Szumal [15] nuomone, organizacijos kultūrai įtakos turi ir vidinės hierarchijos formavimas bei vaidmenų organizacijoje apibrėžimo laipsnis. Tai suteikia galimybę formuoti tam tikrus darbo etikos reikalavimus pripažįstant arba atmetant elgesio normas įmonėje. Taip formuojamas bendras komandos dvasios supratimas ir pajautimas, kurį galima apibūdinti kaip bendrą

organizacijai priklausančių individų asmenybių atspindį [16]. Daugiau organizacijos kultūros apibrėžimų pateikiama 2 lentelėje.

2 lentelė

Organizacijos kultūros apibrėžimai

Prasmė	**Autorius, metai**	**Sąvokos apibrėžimas**
Kaip pokyčių elementas	Naujanienė, Motiečienė, Mažeikienė, Varžinskienė, Ruškus, 2016 [17]	Svarbus elementas, lemiantis organizacijos pastangas siekti pokyčių
Kaip formuojamos elgesio normos	Lipinskienė, 2011 [18]	Darbuotojų elgseną keičianti priemonė, kuria gali pasitelkti organizacijų vadovai, siekdami padidini organizacijų tikslus
	Dagdeviren, 2018 [19]	Tai bendras priklausymo jausmas, prasmė, bendras būdas apibrėžti prisitaikyti ir prisidėti. Tai tarsi priimtino ir nepriimtino elgesio kodeksas
	Bukartienė, 2012 [3]	Siekis stabilizuoti organizacijos elgesio būdus
Kaip bendros nuomonės kūrimas	Hyczynski ir Bufranan, 1993 [20]	Viešos ir bendru sutarimu priimtos reikšmės, kurios tam tikru laiko momentu pasireiškia tam tikrai grupei komandos narių
Kaip sėkmingos organizacijos elementas	Denison, Haaland, Goelzer [21]	Tai sėkmingų lyderių uždavinys
	Butkevčienė, Perminienė, Valdelyte, 2021 [22]	Tai vienas esminių sėkmingos organizacijos principų
Kaip atliekamų veiksmų visuma	Stundžė, 2009 [23]	Veiksnys, turintis pakankamai svarią įtaką tiek lyčių komunikacijai, tiek kitiems procesams organizacijoje
Kaip santykį su išorės aplinka formuojantis procesas	Švagždienė, Čepienė, Bradauskienė, 2011 [4]	Tai vidinės organizacijos aplinkos atspindys, kuriam įtaką daro ir veiksniai, esantys išorėje

Iš pateiktų organizacijos kultūros konceptų apibūdinimų matyti, jog šio reiškinio aiškinimas yra labai skirtingas ir platus, todėl nusakyti jo vienareikšmį turinį ir svarbą organizacijai yra sudėtinga. Kiekviena organizacija turi unikalią kultūrą, kuri formuoja identitetu grįstą veikimo modelį ir suteikia juntamą kryptį, kurią kiekvienas darbuotojas turi pažinti ir turėti noro ja sekti.

3. Organizacijos kultūros vertinimo galimybės

Organizacijos kultūra daro didelę įtaką įmonės sėkmei, todėl neretai vadovai imasi priemonių norėdami geriau ją suprasti. Šio daugiadimensinio reiškinio vertinimas yra ypač reikšmingas formuojant konkurenciniu pranašumu grįstą strategiją, siekiant darnaus darbo rezultatų ar darbuotojų pasitenkinimo darbu. Tvari organizacijos kultūra padeda darbuotojams suprasti jų indelio svarbą siekiant bendro tikslo, o vertybėmis paremtas sprendimų priėmimas neretai formuoja už organizacijos ribų kuriamą socialinės etiketės modelį, grįstą etiško bendradarbiavimo su asmenimis ir grupėmis normą.

Mokslinėje literatūroje pateikiamos trys organizacijos kultūros vertinimo galimybės ir būdai:

1. *Organizational Culture Assessment Instrument* (OCAI) metodas.
2. Denison sukurta metodika.
3. *Organizational Social Context* (OSC) metodas.

OCAI metodas [24], buvo sukurtas remiantis sistema, susidedančia iš keturių konkuruojančių vertybių, kurios atitinka keturis organizacijos kultūros tipus (žr. 3 lentelę). Plačiai naudojamas ir šiomis dienomis, modelis padeda įvertinti dabartinę ir pageidaujamą organizacijos kultūrą bei jos norą keistis kartu apibūdinant bendras jos formuojamas vertybes, normas bei požiūrį į darbą. Modelio klausimyną sudaro 24 klausimai, suskirstyti į 6 dimensijas, kiekvieną jų sudaro 4 teiginiai, kuriuose respondentų prašoma įvertinti savo organizaciją, suteikiant tinkamą vertę iš viso 100 balų. Naudojant 39 skirtingus rodiklius, šis galingas vertinimo įrankis įvertina organizacijos efektyvumą.

3 lentelė

OCAI modelis [24, adaptuota autorės]

<table>
<tr><td rowspan="4">Integracija</td><td colspan="2">Lankstumas</td><td rowspan="4">Diferenciacija</td></tr>
<tr><td>Klanas</td><td>Adhokratija</td></tr>
<tr><td>Hierarchija</td><td>Rinka</td></tr>
<tr><td colspan="2">Stabilumas</td></tr>
</table>

OCAI metodas vertina šešis kultūrinius aspektus, kuriuos reikia spręsti įmonėje:

- dominuojančios organizacijos vertybės;
- vadovavimas organizacijos viduje;
- darbuotojų ir komandų valdymas;
- elgesio normos;
- strategijos svarbos akcentavimas;

- kriterijai, naudojami nustatant sėkmės rodiklius.

Įvertinus visus individualius OCAI balus, galima nustatyti kolektyvinį organizacijos kultūrinį profilį (esamą ir pageidaujamą).

Denison [25] organizacijos kultūros modelis išryškina keturis pagrindinius kultūros bruožus: misiją, nuoseklumą, įsitraukimą ir prisitaikymą.

Misija – apibūdina organizacijos ilgametės strateginės krypties ir tikslų svarbą. Kartu ji padeda darbuotojams pamatyti, kaip jų kasdienė veikla atspindi organizacijos viziją.

Nuoseklumas – reiškia veiklos integravimą, koordinavimą ir kontrolę bei vidaus valdymo sistemos sukūrimą. Apibrėždamas stabilumo bei pagrindinių vertybių svarbą, kaip tvarios kultūros pagrindą, šis bruožas padeda priimti organizacijoje nuoseklius sprendimus ir formuoti elgesio modelius.

Įsitraukimas – skatina atsakomybės, naujų kompetencijų ugdymo bei nuosavybės kūrimą. Remdamasi lankstumo, dėmesio darbuotojui bei bendradarbiavimo skatinimu organizacijos kultūra ugdo lojalumo, atsidavimo organizacijai jausmą kartu pabrėždama komandinio darbo ir tarpusavio palaikymo svarbą.

Prisitaikymas – yra laipsnis, kuriuo organizacija supranta klientų poreikius, gali keistis reaguodama į besikeičiančius poreikius ir gali išmokti naujų įgūdžių verslo sėkmei paremti.

Šis modelis suteikia organizacijai geresnį supratimą apie įvairius padalinius ir kultūrą bei tai, kaip juos galima patobulinti, siekiant efektyvesnių veiklos rezultatų.

OSC metodas vertina socialinį kontekstą (kultūrą ir klimatą) ir individualaus darbo požiūrį į pasitenkinimą darbu ir organizacinį įsipareigojimą. OSC organizacijos kultūrą vertina pagal tris pagrindinius aspektus: tvirtumą, našumą ir pasipriešinimą.

Perkins [26] pateikia ir keturių žingsniu organizacijos kultūros vertinimo procesą:

1. **Istorijų peržiūra.** Autorės teigimu, organizacijoje pasakojamos istorijos suteikia užuominų apie joje vyraujančią kultūrą ir neretai sudaro išsamų jos vaizdą. Dažnai kartojami pasakojimai gali suteikti informacijos apie darbo aplinką, o jų pobūdis atkleisti įmonėje vyraujančių vertybių, etikos lygį. Analizuojant šio tipo reiškinius galima įvertinti, ar formuojama organizacijos kultūra atspindi tokią, kokios yra siekiama.
2. **Vadovybės vertinimas.** Lyderių suvokimas yra pagrindinis organizacijos kultūros aspektas. Vadovai dažnai klysta dėl to, ką mano jų darbuotojai. Tikslinga yra sukuti atvirą forumą, ar paklausą, kurioje darbuotojai galėtų kalbėti apie tai, ką pastebėjo, palyginti su tuo, ką norėtų pamatyti. Procesas gali būti ir konfidencialus.
3. **Elgesio stebėjimas.** Kultūra pasireiškia per elgesį, todėl svarbu atkreipti dėmesį į tai, kokia yra jų veikla trumpų pertraukų metu, kaip darbuotojai elgiasi susirinkimuose, daugiafunkciuose komandos susirinkimuose. Ar jie klausia, išreiškia nuomonę, geba išklausyti? Jei užduodant klausimus

vyrauja neigiami atsakymai, tuomet galima daryti prielaidą, jog įmonėje vyraujanti kultūra nevertina įvairovės. Tikslinga yra stebėti, kaip organizacijų lyderiai reaguoja į kitų pateikiamas idėjas. Jei jos nėra net priimamos, ar nagrinėjamos galima sutikti, jog organizacijoje vyraujanti kultūra negeba priimti skirtingo požiūrio ir iššūkių.

4. **Vertybių interpretavimas organizacijoje.** Šiuo atveju tikslinga yra paprašyti darbuotojų apibūdinti, kaip, jų nuomone, įmonės vertybės pasireiškia per elgesį. Šios diskusijos ne tik padeda įvertinti organizacijos kultūros brandą, bet kartu ir pasiekti sutarimą dėl norimos ateities kultūros.

Apibendrinant galima teigti, jog minėtos organizacijos kultūros vertinimo galimybės yra svarbus aspektas siekiant pagerinti organizacijos stabilaus augimo sąlygas, stiprinti jos veiksmingumą rinkoje. Sėkmingai taikant aptartus metodus lengviau bus identifikuojamos probleminės organizacijos kultūros sritys, trukdančios efektyviam vystymuisi.

4. Išvados

1. Organizacijos kultūros raiškos ir dimensijų aiškinimas daugelių autorių yra pateikiamas ir formuluojamas skirtingai, taip pagrindžiant šio reiškinio daugiadimensiškumą. Organizacijos kultūros supratimas daugeliu atveju priklauso nuo pasirinktos tyrinėjimo krypties. Esminėms šio reiškinio dimensijoms tikslinga yra priskirti puoselėjamas vertybes, požiūrį į darbą, tradicijas bei elgesio normas, kurios padeda formuoti organizacijos santykį su išorės aplinka.
2. Organizacijos kultūrą sunku identifikuoti ar apibūdinti, juolab sąmoningai keisti. Nors ir sąmoningai nesuvokta, organizacijos kultūra daro įtaką žmonių elgsenai ir veiksmams. Tvari organizacijos kultūra tampa elgesio standartais, pagrįstais etinėmis vertybėmis, leidžiančiomis užmegzti narių tapatumo jausmą ir teigiamą požiūrį į atliekamus procesus.
3. Organizacijos kultūra padeda sukurti emocinį prisirišimą prie įmonės, formuoja įsitraukimo ir atsidavimo savo organizacijai jausmą, kuris yra labai svarbus bendrai jos sėkmei, todėl nuolatinis šio reiškinio vertinimas yra būtinas siekiant užtikrinti organizacijos veiksmingumą stabilaus augimo atžvilgiu.
4. Organizacijų kultūros vertinimo galimybės neretai siejamos su vadovybės vertinimo, darbuotojų elgesio stebėjimo bei vertybių interpretavimo rodikliais. Analizuojant organizacijos kultūrai būdingus bruožus, tokius kaip misija, nuoseklumas, įsitraukimas ir prisitaikymas, atsiranda galimybė identifikuoti tobulintinas veiklos sritis, taip siekiant efektyvesnių veikos rezultatų.

Literatūra

1. ROSENBER, S., MOSCA, J. Breaking down the barriers to organizational change. *Management & Information Systems* [interaktyvus]. 2011 [žiūrėta 2021-04-08]. Prieiga per: https://clutejournals.com/index.php/IJMIS/article/view/4650/4739.
2. CAMERON, K. S., QUINN, R. E. *Diagnosing and Changing Organizational Culture*. San Francisco: Jossey-Bass, 2006. ISBN 9780787982836.
3. BUKARTIENĖ, L. „N“ ligoninės organizacijos kultūra slaugytojų požiūriu. *Sveikatos mokslai* [interaktyvus]. 2012, 22(3), 149–154, ISSN 1392-6373. [žiūrėta 2021-03-05]. Prieiga per: https://sm-hs.eu/wp-content/uploads/2019/02/312-1118-1-PB.pdf.
4. ŠVAGŽDIENĖ, B., ČEPIENĖ, K., BRADAUSKIENĖ, K. Diagnostinės organizacijos kultūros prielaidos turizmo sektoriuje. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos* [interaktyvus]. 2011, 1(21), 108–121, ISSN 1648-9098 [žiūrėta 2021-03-12]. Prieiga per: https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:coZCL7avFG0J:https://vb.lsu.lt/object/elaba:6145906/6145906.pdf+&cd=1&hl=lt&ct=clnk&gl=lt&client=firefox-b-d.
5. SHEIN, E., H. *Organizational Culture and Leadership*. San Francisco: Jossey-Bass, 2004. ISBN 0787968455.
6. ŠIMANSKIENĖ, L., SEILIUS, A. *Komandos: samprata, kūrimas, vadovavimas.* Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla, 2009. ISBN:978-9955-18-411-9.
7. BAKANAUSKIENĖ, I., KYGUOLIENĖ, A. *Vadybiniai sprendimai: priėmimas ir įgyvendinimas.* Kaunas: VDU leidykla, 2013. ISBN 9789955129783.
8. SCHNERMERHORN, J. R., GUNT, J. G., OSBORN, R. N. *Organizational Behavior* [interaktyvus]. USA: Jossey-Bass, 2002, ISBN 0471228192 [žiūrėta 2021-03-05]. Prieiga per: https://www.academia.edu/23478353/SCHERMERHORN_Jr_John_R_HUNT_James_G_and_OSBORN_Richard_N_Organizational_Behavior.
9. JUCEVIČIENĖ, P. *Organizacijos elgsena*. Kaunas: Technologija, 1996. ISBN 9986-13-433-1.
10. ŠIMANSKIENĖ, L. Organizacinės kultūros poveikis organizacijų valdymui. *Socialiniai mokslai* [interaktyvus]. 2008, 15(4), 175–179 [žiūrėta 2021-03-05]. Prieiga per: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:wxM8dZyXzzQJ:mts.asu.lt/mtsrbid/article/download/538/564+&cd=2&hl=lt&ct=clnk&gl=lt.
11. VEEINHARDT, J., NIKAITĖ, I. Vertybių, kaip organizacijos kultūros elemento, poveikis viešbučių darbo veiksmingumui. *Jaunųjų mokslininkų darbai* [interaktyvus]. 2008, 1(17), 176–186 [žiūrėta 2021-03-6]. Prieiga

per: https://etalpykla.lituanistikadb.lt/fedora/objects/LT-LDB-0001:J.04~2008~1367164632639/datastreams/DS.002.0.01.ARTIC/content.

12. VEEINHARDT, J. Organizacijos kultūros ir organizacinės kultūros charakteristikos. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development* [interaktyvus]. 2011, 5(29), 221–230 [žiūrėta 2021-03-04]. Prieiga per: https://etalpykla.lituanistikadb.lt/object/LT-LDB-0001:J.04~2011~1512400690016/J.04~2011~1512400690016.pdf.
13. HOFSTEDE, G., HOFSTEDE, G. J., MINKOV, M. *Cultures and Organizations* [interaktyvus]. USA: McGraw-Hill, 2010. ISBN:978-0-07-177015-6 [žiūrėta 2021-03-03]. Prieiga per: https://e-edu.nbu.bg/pluginfile.php/900222/mod_resource/content/1/G.Hofstede_G.J.Hofstede_M.Minkov%20-%20Cultures%20and%20Organizations%20-%20Software%20of%20the%20Mind%203rd_edition%202010.pdf.
14. SALAMECH, M., BURTONSHAW, S. *Essential Tools for Organisational Performance*. Cornwall: TJ International Ltd., 2009. ISBN 9780470746653.
15. COOKE, R. A., SZUMAL, J. L. *Using the Organizational Culture Inventory to Understand the Operating Cultures of Organizations* [interaktyvus]. Plymouth: Human Synergistics International, 2013, 147–162 [žiūrėta 2021-03-07]. Prieiga per: https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:E5GHuYi311YJ:https://osf.io/tkyvx/download+&cd=1&hl=lt&ct=clnk&gl=lt.
16. MULLINS, L. J. *Management and Organisational Behaviour*. Italy: L.E.G.O.S.P.A., 2016. ISBN:978-1-292-08848-8.
17. NAUJANIENĖ, R., MOTIEČIENĖ, R., MAŽEIKIENĖ, N., VARŽINSKIENĖ, R., RUŠKUS, J. Organizacijos kultūra, tikslai ir vertybės: socialines paslaugas senyvo amžiaus žmonėms teikiančių įstaigų personalo perspektyva. *Socialinė teorija, empirija, politika ir praktika* [interaktyvus]. 2016, 12, 90–105 [žiūrėta 2021-03-05]. Prieiga per: https://www.zurnalai.vu.lt/STEPP/article/view/9819/7638.
18. LIPINSKIENĖ, D. *Organizacinė elgsena* [interaktyvus]. Klaipėda, 2011 [žiūrėta 2021-03-05]. Prieiga per: http://www.esparama.lt/es_parama_pletra/failai/ESFproduktai/2011_Organizacine_elgsena.pdf.
19. DAGDEVIREN, O. *Startups Grow with People: How to Pick Partners, Ecruit the Top Talent and Build a Company Culture*. 2018. ISBN:978 1982913373.
20. HYCZYNSKI, A. A., BUFRANAN, D. A. *Organizational Behaviour* [interaktyvus]. United Kingdom: Pearson Education Limited, 2017, ISBN 9781292117492 [žiūrėta 2021-03-15]. Prieiga per: https://pdfroom.com/books/organizational-behaviour-9th-edition/JZOgZj7agkb.

21. DENISON, D., GOELZER, P., HAALAND, S. Is there a similar pattern around the world? *Corporate Culture and Organizational Effectiveness* [interaktyvus]. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2003 [žiūrėta 2021-03-14]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/274649299_Corporate_Culture_and_Organizational_Effectiveness.
22. BUTKEVČIENĖ, E., PERMINIENĖ, M., VALDELYTE, E. *Nevyriausybinės organizacijos: teorija ir praktika* [interaktyvus]. Kaunas: Technologija, 2021, ISBN 9786090217221 [žiūrėta 2021-03-17]. Prieiga per: https://www.ebooks.ktu.lt/eb/1540/nevyriausybines-organizacijos-teorija-ir-praktika/.
23. STUNDŽĖ, L. Komunikacija ir žiniasklaida. Lytis ir organizacija: komunikacinis aspektas. *Informacijos mokslai* [interaktyvus]. 2009, 49, 99–117, ISSN 1392–0561 [žiūrėta 2021-03-07]. Prieiga per: https://www.zurnalai.vu.lt/informacijos-mokslai/article/view/3317/2389.
24. DAVIS, G. R. *The Implementation of the Organizational Culture Assessment Instrument in Creation of a Successful Organizational Cultural Change* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2021-03-14]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/325930056_THE_IMPLEMENTATION_OF_THE_ORGANIZATIONAL_CULTURE_ASSESSMENT_INSTRUMENT_IN_CREATION_OF_A_SUCCESSFUL_ORGANIZATIONAL_CULTURAL_CHANGE.
25. WAHYUNINGSIH, H. S., SUDIRO, A., TROENA, E. A., DODI, W., AWANTO, D. Analysis of organizational culture with denison's model approach forinternational business competitiveness. *Problems and Perspectivesin Management* [interaktyvus]. 2019, 17(1), 142–151 [žiūrėta 2021-03-17]. Prieiga per: https://businessperspectives.org/images/pdf/applications/publishing/templates/article/assets/11640/PPM_2019_01_Wahyuningsih.pdf.
26. *Assessing Organizational Culture Made Simple* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2021-03-17]. Prieiga per: https://www.forbes.com/sites/kathymillerperkins/2019/10/12/assessing-organizational-culture-made-simple/?sh=7874e4ed34cc.

MAISTO PRAMONĖS ĮMONĖS GAMYBOS POTENCIALO VERTINIMAS INVESTICIJŲ PLĖTRAI

Baltrūnienė S.[1], Mileris R.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: gamybinis potencialas, gamybos planavimas, SSGG analizė.

1. Įvadas

Įmonių vykdomos investicijos yra būtina jų veiklos efektyvumo didinimo sąlyga, o naujų įdėjų panaudojimas yra labai svarbus gerinant procesus, pateikiant naujus ir patobulintus produktus.

Gamybos potencialo didinimas yra menkai išnagrinėta sritis ekonominėje literatūroje, o esamos metodikos sunkiai taikomos. Dėl šios priežasties organizacijose vyksta tik paviršutiniška gamybinio potencialo analizė. Įmonėms labai svarbu prieš atliekant naujas investicijas, tinkamai įvertinti naujas rinkas, vartotojų poreikius, galimybes ir grėsmes, taip pat svarbu efektyviai planuoti gamybą.

Tikslas – įvertinti imonės gamybinį potencialą investicijų plėtrai.

2. Gamybinių pajėgumų samprata ir gamybos planavimas

Investicijų įgyvendinimas yra bene svarbiausia sąlyga sprendžiant praktiškai visus strateginius ir didžiąją dalį einamųjų įmonės plėtros ir efektyvios jos veiklos užtikrinimo uždavinių, tačiau verslo įmonių vykdomų investicijų apimtys itin glaudžiai susiję su makroekonominės aplinkos pokyčiais [1]. Gamybinį pajėgumą bendrais bruožais galima apibūdinti kaip maksimalų tam tikro asortimento produkcijos kiekį, kurį įmonė gali pagaminti per tam tikrą laiko vienetą. Vasiliauskas gamybinius pajėgumus apibūdina kaip vieną iš gamybos strategijos sričių. Jis teigia, kad situacija rinkoje paprastai keičiasi cikliškai: produkcijos (paslaugų) paklausa įvairiais laikotarpiais tai didėja, tai mažėja [2]. Todėl strateginiu požiūriu dažnai verta turėti gamybinių pajėgumų perviršį, nors įvairiais laikotarpiais ir gali atsirasti papildomų išlaidų, susijusių su daliniu gamybinių pajėgumų naudojimu. Gamybiniai pajėgumai parodo tikrąjį įmonės gamybos potencialą, todėl suprantama, kad jie turi būti matuojami taip pat kaip ir užsakymai. Tarpinė grandis tarp poreikio

ir pajėgumų – gamybos programa ir nomenklatūra – kūrimo metu yra mažiau reikšmingas rodiklis. Jo dydis priklauso nuo kintančių poreikių – tai tik dar kartą įrodo, kad būtina derinti numatomus vartotojų poreikius ir turimus gamybinius pajėgumus (žr. 1 pav.) [2].

1 pav. Poreikių ir jų tenkinimo priklausomybė [2]

Gamybos planavimas ir gamybos grafikų sudarymas yra dvi svarbios temos padidinti gamybos efektyvumą ir pagerinti klientų aptarnavimo efektyvumą.

Gamybos planavimas nustato ką, kada ir kiek gaminti, kad atitiktų klientų poreikius, be didelių atsargų ar užsakymo išlaidų. Kita vertus, gamybos grafikų sudarymas lemia, kaip pasiekti gamybos plane nustatytus tikslus, kai ištekliai yra riboti arba kaip geriausia nustatyti naujus tikslus, kurie yra optimaliausi ir praktiškiausi turint ribotus išteklius. Į plačią planavimo sritį įeina klientų užsakymų prognozavimas, gamyklos pajėgumų nustatymas ir planavimas į ilgą nuotolį, pvz., 1 metams ar daugiau. Kitas žingsnis yra trumpo ar vidutinio nuotolio planavimas, susiaurinant planavimo laikotarpį iki mėnesio, o vėliau iki savaitės, įtraukiant tokias temas kaip gamybos planavimas, atsargų kontrolė ir gamybos grafikų planavimas (žr. 2 pav.) [3].

2 pav. Produkcijos planavimo schema [3]

Maisto pramonės įmonės „X“ gamybos planavimas vyksta pagal aukščiau nurodytą schemą.

3. Vidiniai įmonės „X“ rodikliai

Įmonė „X“ – tai viena didžiausių Lietuvoje pieno perdirbimo grupių. Įmonė stengiasi neatsilikti nuo naujausių technologijų, todėl nuolat keičiasi ir tobulėja. Kiekvienais metais į naujų produktų asortimentą įveda vis daugiau naujų produktų rūšių. 2020 m. gaminamų ledų procentinis pasiskirstymas grupėmis pagal ledų linijas pateiktas 3 paveiksle.

3 pav. Pagamintų ledų 2020 m. pasiskirstymas pagal linijas, proc.

Iš grafiko matyti, kad didžiausią pagaminamų ledų dalį sudarė ledai vafliniuose rageliuose. Pagal pateiktus duomenis (žr. 4 pav.) didžiausią eksporto dalį į kitas šalis sudarė Lenkija. Ledų eksportas į Lenkiją vafliniuose rageliuose didėjo palaipsniui kelis metus iš eilės. Didžiausias padidėjimas įvyko 2019 m. Analizuojant ledų linijų pajėgumą (žr. 5 pav.) galime pastebėti, jog ledų rageliuose linijos pajėgumas artėja prie maksimalaus apkrovimo. Taip pat pagal pagamintos produkcijos kiekį 2020 m. paskaičiuotas gamybos potencialo faktinis panaudojimas (žr. 6 pav.) Didžiausią našumą ir mažiausią gamybos linijos apkrovimą turi universali ledų linija, o ledų rageliuose linija pasiekusi 99 proc. gamybos apkrovimą. Įvertinus gamybos potencialo panaudojimą tikslinga universalioje linijoje vykdyti rekonstrukciją, papildomai išnaudoti linijos našumą gaminant ledus rageliuose. Įvertinus nuo 2016 m. vis didėjančius pagaminamos produkcijos kiekius, 2019 m. priimtas sprendimas didinant ledų rageliuose gamybos apimtį, investuoti į universalios gamybos linijos rekonstrukciją.

4 pav. Pagamintų ledų kiekis pagal šalis 2020 m.

5 pav. Ledų rageliuose pagamintas produkcijos kiekis, kg

Stiprybių, silpnybių, galimybių ir grėsmių analizė (SSGG) daugiausia naudojama strateginei proceso analizei atlikti. Ma, Hay, Gastilla pastebi [4], kad SSGG analizė įmonėse yra efektyvus strateginis įrankis. Autoriai teigia, kad du analizės pogrupiai atspindi vidinius įmonės veiksnius, o kiti du – išorinius:

1. Stiprybės: vidiniai įmonės veiksniai, kurie daro teigiamą įtaką.
2. Silpnybės: vidiniai įmonės veiksniai, kurie daro neigiamą įtaką.

3. Galimybės: išoriniai veiksniai, kurie gali daryti teigiamą įtaką.
4. Grėsmės: išoriniai veiksniai, kurie gali daryti neigiamą įtaką [4].

Įmonės SSGG analizę sudaro tada, kai nori suprasti ir planuoti savo stipriausias puses, išnaudoti galimas galimybes, panaikinti silpnybes ar išvengti grėsmių. Buvo atlikta „X“ įmonės gamybos skyriaus analizė (žr. 1 lentelę).

6 pav. Gamybos potencialo faktinis panaudojimas

1 lentelė

Ledų gamybos skyriaus SSGG analizė

	Vidiniai		**Išoriniai**
Stiprybės	- aukšta produktų kokybė; - žmonių universalumas; - klientų asmeninių poreikių įgyvendinimas; - techninės žinios.	**Galimybės**	- darbuotojų mokymai; - motyvacinė ir atlygio sistema; - automatizavimas gamybos procese.
Silpnybės	- žema darbuotojų motyvacija; - prastovos gamyboje; - limitinis gamybos pajėgumas.	**Grėsmės**	- žaliavų trūkumas; - nauji konkurentai; - darbuotojų kaita.

Įmonė turi išsikėlusį tikslą pasiekti mažesnį nusiskundimų gaminiais kiekį, todėl kiekvienas gamybos skyriuje dirbantis žmogus turi prisidėti prie kokybės gerinimo ir palaikymo. Atliekant SSGG analizę, prie stiprybių priskirta žmonių universalumas ir techninės žinios. Dirbantys įmonėje operatoriai-derintojai yra lankstūs ir gali persiorientuoti dirbti prie visų ledų linijų. Gamybos skyriaus silpnybės yra darbuotojų žema motyvacija. Taip pat gamybos metu pastebimos prastovos, kurios atsiranda dėl įvairių priežasčių: trumpalaikiai įrengimų gedimai, dėl netikslaus žaliavų ir gamybos planavimo. Vertinant SSGG analizės grėsmes, galima įvardinti darbuotojų kaitą ir motyvacijos trūkumą.

Kokybės sąnaudos visame pasaulyje skirstomos į tris pagrindines kokybės išlaidų kategorijas: prevencija, vertinimas, nesėkmės. Stengiantis tobulinti procesą, kokybės sąnaudos yra priemonė įvertinti visas su kokybe susijusių procesų pastangų ir trūkumų sąnaudas [5]. Įmonėje „X“ taip pat atlikta konteksto vertinamoji analizė ir vertinimas (žr. 2 lentelę).

2 lentelė

Įmonės konteksto vertinamoji analizė ir vertinimas

Veiksnys ir jo rūšis	**Suinteresuota šalis**	**Poveikis suinteresuotos šalies lūkesčiams rizika / galimybė**	**Įtaka produktui, suinteresuotos šalies pasitenkinimui / KVS rezultatyvumui**	**Rizikos dydžio vertinimas**		
Išorinės grėsmės						
Politinė situacija, aplinkosauginių ir ekonominių taisyklių ir įstatymų kaita	1. Galutiniai vartotojai 2. Klientai 3. Tiekėjai 4. Valstybės organizacijos	1. Kokybiškas, saugus produktas / galimybė	Produktui, suinteresuotoms šalims, KVS rezultatyvumui	1	3	m
		2. Padidėję užsakymai / galimybė		2	2	m
		3. Produktas neatitiko užsienio rinkų reikalavimų / rizika		2	3	v
		4. Pakitęs užsakymų dydis (sumažėjęs), ilgalaikės sutarties nutraukimas / rizika		1	3	m
		5. Teisinių reikalavimų nevykdymas / rizika		1	3	m
Nesaugi falsifikuota žaliava	1. Galutiniai vartotojai 2. Klientai 3. Tiekėjai 4. Valstybės organizacijos	1. Nekokybiškas produktas / rizika	Produktui, suinteresuotoms šalims, KVS rezultatyvumui	2	2	m

Veiksnys ir jo rūšis	**Suinteresuota šalis**	**Poveikis suinteresuotos šalies lūkesčiams rizika / galimybė**	**Įtaka produktui, suinteresuotos šalies pasitenkinimui / KVS rezultatyvumui**	**Rizikos dydžio vertinimas**		
Žaliavos ir energijos kainų augimas	1. Galutiniai vartotojai 2. Klientai 3. Tiekėjai 4. Valstybės organizacijos	1. Produkto ir kainos santykis, asortimentas / rizika	Produktui, suinteresuotoms šalims, KVS rezultatyvumui	2	2	m
		2. Užsakymų dydis / rizika	Produktui, suinteresuotoms šalims, KVS rezultatyvumui	2	2	m
Vidinės silpnybės						
Darbuotojų kaita, kompetencijos trūkumas	1. Darbuotojai 2. Akcininkai / vadovybė 3. Galutinis vartotojas / klientas	1. Kompetencijos trūkumas / rizika	Produktui, suinteresuotoms šalims, KVS rezultatyvumui	2	3	v
Įrangos gedimai / prastovos	1. Darbuotojai 2. Akcininkai / vadovybė 3. Galutinis vartotojas / klientas	1. Užsakymų dydis / rizika	Produktui, suinteresuotoms šalims, KVS rezultatyvumui	2	3	v
		2. Pelno mažėjimas, baudos iš klientų / rizika		2	3	v
		3. Neefektyvi įrangos priežiūra, investicijų stoka į įrangos gerinimą		2	2	v
Specialistų motyvacijos, lojalumo, kompetencijų stoka	1. Darbuotojai 2. Akcininkai / vadovybė 3. Galutinis vartotojas / klientas	1. Kompetencijos trūkumas	Produktui, suinteresuotoms šalims, KVS rezultatyvumui	2	3	v
Išorinės galimybės						
Naujų produktų ir technologijų atsiradimas, ekonominis augimas / išorinis	1. Galutinis vartotojas 2. Klientas 3. Tiekėjai 4. Darbuotojai 5. Valstybinės organizacijos 6. Visuomenė	1. Gaminio užteršimas alergenai, cheminėmis medžiagomis, svetimkūniais / rizika	Produktui, suinteresuotoms šalims, KVS rezultatyvumui	2	3	v
		2. Užsakymų dydis / galimybė		2	2	m
Aukšta produkcijos kokybė; platus, vartotojų poreikius	1. Galutinis vartotojas 2. Klientas 3. Tiekėjai 4. Darbuotojai	1. Kokybiškas, konkurencingas, saugus, gero marketinginio	Produktui, suinteresuotoms šalims, KVS rezultatyvumui	2	2	m

Veiksnys ir jo rūšis	Suinteresuota šalis	Poveikis suinteresuotos šalies lūkesčiams rizika / galimybė	Įtaka produktui, suinteresuotos šalies pasitenkinimui / KVS rezultatyvumui	Rizikos dydžio vertinimas		
tenkinantis asortimentas/išorinis	5. Akcininkai, vadovybė	sprendimo produktas / galimybė				
Vidinės stiprybės						
Vadybos sistemų palaikymas	1. Aukščiausia vadovybė 2. Klientai	1. Kokybiškas saugus produktas / galimybė	Produktui, suinteresuotoms šalims, KVS rezultatyvumui	1	2	m
		2. Nekokybiškas ar nesaugus produktas / rizika		2	2	m
Vartotojų nuomonių registravimas ir analizė, teigiamas klientų požiūris / vidinis	1. Galutinis vartotojas 2. Klientas 4. Darbuotojai 5. Akcininkai, vadovybė	1. Nekokybiškas ir nesaugus produktas / rizika	Produktui, suinteresuotoms šalims, KVS rezultatyvumui	2	3	v
Darbuotojų kvalifikacijos kėlimas, specialistų turimos žinios ir įgūdžiai / vidinis	1. Galutinis vartotojas, klientas 2. Akcininkai, vadovybė 3. Darbuotojai	1. Kompetencijos, žinių ir tinkamos kvalifikacijos turėjimas / galimybės	Produktui, suinteresuotoms šalims, KVS rezultatyvumui	2	3	v
		2. Veiksmingos verslo valdymo sistemos palaikymas / rizika		2	3	v
		3. Kokybiškas, saugus produktas		2	3	v

4. Išvados

1. Maisto pramonės įmonė „X“ neturi bendros sistemos nagrinėjančios gamybinius pajėgumus. Gamybos potencialo vertinimui skiriama mažai dėmesio. Tik tinkamai planuojant gamybą, racionaliai išnaudojant gamybinius pajėgumus įmonė galės įgauti didesnį konkurencinį pranašumą rinkoje.
2. Įvertinus vidinius įmonės rodiklius, galima apibendrinti, jog įmonei pasiekus maksimalų ledų rageliuose linijos apkrovimą, įvertinus didėjantį eksportą gamybinis potencialas yra išnaudotas 99 proc., todėl reikėtų investuoti į mažiausiai apkrautos universalios ledų linijos rekonstrukciją.
3. Tradiciniai rodikliai, kurie remiasi tik finansinių rodiklių duomenimis negali parodyti realios įmonės situacijos. Atlikus ledų skyriaus ir įmonės konteksto vertinamąją analizę galima teigti, kad didžiausią riziką imonės veiklai ir investicijoms turi vidinės silpnybės ir stiprybės.

Literatūra

1. KRUŠINSKAS, R., NORVAIŠIENĖ, R., LAKŠTUTIENĖ, A. Investicijų ir inovacijų aktyvumo vertinimas Lietuvos pramonės ir paslaugų sektoriaus įmonėse. *Apskaitos ir finansų mokslas ir studijos: problemos ir perspektyvos* [interaktyvus]. 2014, 1, 88–96 [žiūrėta 2021-04-01]. Prieiga per: https://doi.org/10.15544/ssaf.2014.10.
2. ŽIKEVIČIŪTĖ, E., ZABIELAVIČIENĖ, I. Measures for increasing of company's production capacity / Geresnio gamybinių pajėgumų naudojimo priemonės. *Mokslas – Lietuvos ateitis / Science – Future of Lithuania* [interaktyvus]. 2012, 4.3, 268–273 [žiūrėta 2021-03-19]. Prieiga per: https://doi.org/10.3846/mla.2012.42.
3. SULE, D. R. *Production Planning and Industrial Scheduling: Examples, Case Studies and Applications.* CRC press, 2007. ISBN 978-1-4200-4420-1.
4. HAY, G. J., CASTILLA, G. Object-based image analysis: Strengths, weaknesses, opportunities and threats (SWOT). *Conference: ISPRS Archives* [interaktyvus]. 2006, 4–5 [žiūrėta 2021-04-01]. Prieiga per: https://www.isprs.org/PROCEEDINGS/XXXVI/4-C42/Papers/01_Opening%20Session/OBIA2006_Hay_Castilla.pdf.
5. BARONIENĖ, L. Kokybės vadybos sistemos taikymas valdant inovacinę veiklą. *Ekonomika ir vadyba* [interaktyvus]. 2007, 12, 966–971 [žiūrėta 2021-04-05]. Prieiga per: https://etalpykla.lituanistikadb.lt/object/LT-LDB-0001:J.04~2007~1367164000011/J.04~2007~1367164000011.pdf.

VADOVAVIMO MOKYKLAI KRIZINIU LAIKOTARPIU TYRIMŲ PROBLEMATIKA

Bražė V.[1], Stanikūnienė B.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: vadovavimas, krizė ir pokyčių valdymas, COVID-19, mokykla.

1. Įvadas

Temos aktualumas. Naujasis koronavirusas ir jo sukelta liga COVID-19 yra viena iš labiausiai nenuspėjamų pasaulinių visuomenės sveikatos krizių pastaruoju metu. Švietimo srityje COVID-19 pandemija sąlygojo daugybę iššūkių mokyklos vadovavimui, patiems pedagogams ir mokiniams. Per gana trumpą laiką įvyko daugybė transformacinių procesų: teko keisti mokymo didaktiką, įvaldyti nuotolinio mokymosi įrankius, pritaikyti naujus akademinio sąžiningumo principus, užtikrinti besimokančiųjų aktyvų įsitraukimą ir pan. Mokyklos vadovams teko taikyti naujus vadybos principus, skirti ypatingą dėmesį savo pedagogų ir kitų darbuotojų psichologinei sveikatai [1]. Tuo pačiu metu mokyklos vadovai susiduria su situacija, kai kinta mokyklos personalas, daugeliui pedagogų labai sudėtinga pereiti prie nuotolinio darbo, jie patiria nemažai streso, nes keičiasi įprasti jų darbo su mokiniais metodai ir aplinka. Norint vadovauti mokyklai per pokyčius ir iššūkius, kurie lydi COVID-19 ir po COVID-19, reikės mokyklų vadovų, kurie pirmiausia rūpinasi savo sveikata ir gerove tam, kad jie galėtų padėti kitiems. Mokyklos vadovai turi suvaldyti emocinius kitų žmonių atsakus į šią krizę, įskaitant nerimą, nusivylimą ir pyktį. Krizės ir pokyčių valdymas tampa esminiais mokyklos vadovo įgūdžiais. Norint toliau išlaikyti efektyvią mokyklos veiklą kriziniu laikotarpiu, reikia daugiau nei įprasto problemų sprendimo. Vietoj to visi mokyklos vadovai turės įsitraukti į nuolatinę krizių ir pokyčių valdymą, kuriam reikės visų darbuotojų palaikymo ir bendradarbiavimo. Šios pandemijos pokyčių greitis yra precedento neturintis reiškinys, todėl reikės didelio pasitikėjimo laipsnio, siekiant užtikrinti, kad problemos būtų sprendžiamos kolektyviai, kai jos iškyla [2]. Visos šios aktualijos skatina tyrinėti, kaip mokyklos vadovams sekasi vadovauti šiuo kriziniu laikotarpiu. Tyrėjai ieško būdų, kurie padėtų mokyklos vadovams ir toliau išlaikyti veiklos efektyvumą, užtikrinti užsibrėžtų strateginių mokyklos tikslų siekį ir paruošti mokyklas saugiam kiekvieno jos nario sugrįžimui.

Nors mokyklos organizacijos valdymo krizės metu klausimus jau senokai nagrinėja tokie autoriai kaip Gainey, McCarty, Smith, Riley, tačiau šiuo metu ne tik užsienio (Zhoa, Harris, Jones, Netolicky), bet ir lietuvių tyrėjai (Merfeldaitė ir kt.) orientuoja savo dėmesį į visame pasaulyje vyraujančios COVID-19 krizės padarinius mokyklos vadybai ir jos bendruomenei. Tyrimų problematika yra aktuali ir nauja, nes COVID-19 sukelta krizė yra visiškai kitokia, ji nepanaši į įprastas mokykloms krizes. Ši krizė sustabdė visą įprastą mokyklos veiklą, todėl itin naudinga ir aktualu išnagrinėti, kokie iššūkiai kyla mokyklų vadovams šiuo sudėtingu laikotarpiu.

Tikslas – išanalizuoti vadovavimo mokyklai kriziniu laikotarpiu tyrimų problematiką.

2. Vadybiniai sprendimai mokyklai kriziniu laikotarpiu

Šiandieninė žiniasklaida atskleidžia, kad krizės nebeturi socialinių ar geografinių ribų. Kaip teigia Gainey [3], bet kokia situacija, kuri šiandien iškyla viename regione, rytoj jau gali pasiekti kitą. Taip pat, pasak šio autoriaus [3], krizės dažniausiai neapsiriboja tik vienu sektoriumi, kaip antai šiuo metu vyraujanti COVID-19 krizė, kuri palietė visą visuomenę, tiek verslo sektorių, tiek viešąjį ir privatų. McCarty [4] teigia, kad, jau stebint istoriją matyti, kad krizė gali iškilti, bet kuriuo metu, bet kokioje šalyje, regione ar bendruomenėje, bet kokioje organizacijoje. Pasak autoriaus, ne išimtis yra ir švietimo įstaigos. Krizės gali kilti tiek universitetuose, tiek įvairiose neformalaus švietimo organizacijoje, tiek bendrojo lavinimo mokyklose ir šios krizės gali tapti tikru iššūkiu visai švietimo organizacijų bendruomenei. Smith ir Riley [5] įvardina, kad krizės gali būti įvertinamos ir kaip teigiamas pokyčių organizacijoje startas, tam tikra galimybė tobulėti.

Gainey [3] nurodo, jog tokie veiksniai kaip netinkamos oro sąlygos, drausmės klausimai, mokymo programų pasikeitimai ar lyderystės iššūkiai dažnai traktuojami kaip mokyklose kylančios krizės. Atlikęs mokslinės literatūros analizę Gainey [3] apibendrino įvairių krizių poveikį:

- gali paveikti ir sutrikdyti visą organizacijos veiklą;
- gali neigiamai paveikti organizacijos produktus ir paslaugas;
- taip pat kelia pavojų organizacijos įvaizdžiui, reputacijai;
- gali iškreipti organizacijos viziją;
- gali pakenkti organizacijos santykiams su suinteresuotais asmenimis.

Prieš atlikdamas tyrimą Gainey [3] taip pat išskyrė žingsnius, kuriuos organizacija turėtų atlikti, jei nori kuo mažiau nukentėti nuo krizių:

- pirmiausiai organizacija turi įsivertinti savo komunikacijos klimatą ir būdus, kuriais dalinasi informacija;
- išsiskirti savo suinteresuotąsias šalis;
- susidaryti tam tikrą duomenų sistemą apie suinteresuotas šalis;

- palaikyti pastovų bendravimą su svarbiausiomis suinteresuotomis šalimis;
- nuolatiniam bendravimui naudoti žiniasklaidos priemones;
- kurti naujus būdus, kaip įtraukti visus suinteresuotus asmenis į organizacijos valdymą.

Gainey [3] atliktas tyrimas atskleidė, kad kiekviena mokykla turi parengti krizės planą, kuriame būtų atsižvelgiama į konkrečias grėsmes ir galimybes, pripažįstamas superintendento vadovavimo stilius ir suderinama su bendruomenės organizacine kultūra. Teigiama, kad švietimo vadovai turi pripažinti, kad abipusio bendravimo ir abipusiai naudingų santykių su pagrindiniais visuomenės veikėjais kūrimas ir palaikymas yra prioritetai. Bet kurioje pelno siekiančioje organizacijoje generalinis direktorius nustato bendravimo kultūrą. Valstybinėse mokyklose direktorius atlieka šį vaidmenį ir, esant idealiai situacijai, jį turėtų palaikyti visą darbo dieną dirbantis viešųjų ryšių specialistas.

Gainey [3] padarė išvadas, jog rašytiniai krizių planai, strategijos, kaip įtraukti suinteresuotąsias šalis per patariamąsias tarybas ir kitus kanalus bei internetinės komunikacijos plėtra yra tie esminiai žingsniai, siekiant pagerinti santykius ir komunikaciją prieš prasidedant krizėms. Švietimo vadovai privalo užtikrinti, kad mokyklos būtų pasirengusios įveikti naujus ir nuolatinius iššūkius, susijusius su finansine, aplinkos ir sveikatos apsauga, kad sėkmingai ir saugiai ugdytų sekančias kartas.

Bet kokia neatidėliotina situacija mokykloje turėtų būti laikoma krize. Mokyklos kasdien susiduria su įvairiais pasikartojančias iššūkiais, tačiau tai nėra krizės. Krizės metu dažnai būna paplitusi klaidinga informacija, trūksta faktinės informacijos. Dėl šios priežasties mokyklai reikalingi vadovai, kurie galėtų efektyviai suvaldyti krizes, tokie kurie prisiimtų riziką, pasikliautų savo intuicija. Tokie vadovai turi būti ryžtingi ir tikslūs priimdami sprendimus krizių metu [5].

Atlikę mokslinės literatūros analizę Smith ir Riley [5] teigia, kad ir kaip gerai būtų valdomos mokyklos, vienokios ar kitokios krizės vis vien įvyksta mokyklose. Kaip ir daugelyje organizacijų, mokyklose, krizės įvyksta staiga, be jokio perspėjimo, kitos išsivysto lėtai laikui bėgant, bet giliai įsišaknija. Dėl šios priežasties vienos krizės labai greitai išsprendžiamos, kitų valdymas užtrunka. Smith ir Riley [5] padarė išvadą, jog mokyklos vadovai turi gebėti lanksčiai reaguoti į krizes, kadangi kiekviena krizė yra unikali. Dėl šios priežasties vadovai turi turėti tokias savybes, kurias gali pritaikyti kiekvienoje situacijoje skirtingai.

Pasak Smith ir Riley [5] mokyklos vadovo sugebėjimas palaikyti personalą bei mokinius, jų įgalinimas siekiant mokymo ir mokymosi kompetencijos, bei tvirtas vadovavimas yra puikus mokyklos pozicionavimas. Tačiau autoriai pabrėžia, jog vadovavimas kriziniu laikotarpiu nėra orientuotas į ateities perspektyvą ar organizacijos vystymą, šiuo laikotarpiu tvirtas vadovavimas yra reikalingas suvaldyti esamai situacijai ir jos pasekmėms

artimiausiu laikotarpiu, kad bet kokia krizė padarytų kiek įmanoma mažesnę žalą tiek vadovui, tiek visai mokyklos bendruomenei [5].

Pasak Smith ir Riley [5] vienas iš būdų pasiruošti krizėms yra krizių auditas. Tai toks procesas, kurio metu nustatomos didžiausios krizės, galinčios turėti įtaką mokyklos veiklai. Autoriai [5] išskiria keturis pagrindinius klausimus, kuriuos turi užduoti mokyklų vadovai atlikdami krizių auditą:

1. Kokie dalykai, jei jie įvyktų, sukeltų didelių problemų mokyklai?
2. Kokia kiekvieno iš šių dalykų tikimybė?
3. Kokią įtaką kiekviena krizė turėtų mokyklai? Kaip ir kas nukentėtų?
4. Kokie veiksniai gali užkirsti kelią kiekvienai krizei?

Kaip teigia Smith ir Riley [5] krizių auditas yra daugiau kūrybinis nei logiškas procesas, tačiau jis gali padėti suvaldyti netikėtai iškilusias krizes, kurios krizių audito metu jau yra numatytos.

Dar vienas būdas, kurį siūlo autoriai [5], yra scenarijų kūrimas. Mokyklos turėtų svarstyti įvairius galimus krizių scenarijus, juos analizuoti. Scenarijų sudarymas ir analizė leidžia mokyklai parengti aktualius ir patikimus nenumatytų atvejų planus, kuriuose būtų išsamiai aprašyti veiksmai, kurių imtųsi mokyklų vadovai. Nenumatytų atvejų planuose aiškiai išdėstytos kiekvieno „scenarijaus“ krizės sprendimo ir sprendimo procedūros, vaidmenys ir atsakomybė. Nenumatytų atvejų planuose aiškiai išdėstytos kiekvienos „scenarijaus“ krizės sprendimo procedūros, vaidmenys ir atsakomybė. Reikia atsiminti, kad nenumatytų atvejų planai neapima visų krizių, tik tas, kurios nustatytos pagal scenarijus. Nepaisant to, lengviau patirti stiprų spaudimą pritaikyti esamą planą, o ne kurti naują nuo nulio. Be to, rengiant nenumatytų atvejų planus sukuriama pasirengimo kultūra, kuri pagerins personalo pajėgumus, pasitikėjimą savimi ir moralę, kai gresia pavojus. Taip pat svarbu įtraukti tinkamas tiesiogines suinteresuotąsias šalis (tokias kaip pedagogai, tėvai, mokiniai ir vietos bendruomenė) rengiant ir analizuojant scenarijus ir nenumatytų atvejų planus. Manoma, kad „išorės“ suinteresuotosios šalys gali pateikti skirtingas ir potencialiai galimų įvykių interpretacijas, padeda išsamiau suprasti galimų krizių pobūdį ir tikimybę bei stiprina mokyklos gebėjimą reaguoti krizės metu [5].

Remiantis Smith ir Riley [5] bei Gainey [3] galima daryti išvadą, jog krizės metu vadovai turi pasiruošti bet kokiai situacijai, kartais gali netgi tekti veikti ne pagal taisykles ir prisiimti visišką atsakomybę už savo sprendimus, kadangi vadovavimas kriziniu laikotarpiu yra pagrindinis organizacijos vadovo išbandymas. Taip pat autoriai skatina mokyklas ruoštis krizėms, kad vaikai turėtų saugią aplinką mokymui(si), o mokykla būtų paruošta viešoji įstaiga bendruomenėms.

Taigi, galima daryti išvadą, jog mokyklos vadovai, turi nuolatos stebėti kaip keičiasi situacija, sekti krizių tendencijas, tam kad užtikrintų, kad mokyklų sistemos yra pasirengusios tiek įprastoms mokyklų krizėms, tokioms kaip netinkamos oro sąlygos vykti į mokyklas, drausmės problemos mokyklos viduje, tiek krizėms, kurios kyla iš aplinkos, tai gali būti tiek ekonominės, tiek

su sveikatos problemomis susijusios krizės ir pan. Kaip antai šiuo metu vyraujančių krizių pasaulyje – COVID-19. Ši krizė sukėlė tikrą sumaištį pasaulyje, paveikė visas gyvenimo sritis, taip pat ir švietimo organizacijas. Su kokiais iššūkiais tenka susidurti mokyklų vadovams COVID-19 pandemijos kontekste?

3. COVID-19 pandemijos iššūkiai švietimo organizacijų vadybai

Kaip teigia Zhao [6], COVID-19 pandemija atskleidė daug individo būties ir žmonijos problemų, sugriovė įprastas veiklos ir gyvenimo rutinas. COVID-19 krizė atnešė didžiulius išbandymus visiems, ne tik kiekvienam žmogui asmeniškai, bet ir visoms organizacijoms. Viena iš tikrai smarkiai paveiktų sričių tapo švietimo sistema. Kaip teigiama Pasaulio švietimo banko ataskaitoje [7], net 160 pasaulio šalių teko stabdyti mokyklų darbus, net 1,6 milijardas vaikų liko namuose. Sprendimai kuriuos priims mokyklų vadovai šios krizės valdymo laikotarpiu, turės didelės įtakos mokyklų ateities veiklai. Ši pandemijos sukelta krizė nėra įprasta švietimo sistemai, todėl mokyklų vadovams kilo nemažai iššūkių kaip tinkamai valdyti mokyklas šiuo laikotarpiu. Švietimo sistemos turėjo surasti būdus, kaip toliau tęsti savo darbą, kadangi ilgalaikis mokyklų uždarymas turi didelę įtaką ne tik mokymui(si), bet gali būti paveikta ekonominė sistema. Tam, kad tai nevyktų, mokyklų vadovai turėjo surasti būdus, kaip tęsti mokymą(is).

Nuotolinio mokymo ir mokymosi iššūkiai. Kaip teigia autoriai Azorin [1], Zhao [6], Harris [2] COVID-19 krizė supurtė visas mokyklų sistemas ir iškėlė siekį peržiūrėti nusistovėjusias mokymo ir mokymosi normas bei įprastines tvarkas. Pasak Azorin [1], mokyklos gavo puikią progą peržiūrėti, kas visgi yra svarbiausiai švietime. Autoriaus [1] teigimu, mokyklos turi dvi galimybes kaip elgtis pandemijos metu ir po pandemijos: arba pasibaigus šiai krizei grįžti prie tradicinio mokymo(si) arba ieškoti naujo, šiuolaikiniams vaikams pritaikyto švietimo.

UNESCO [8] 2020 m. atliko tyrimą, siekdama išsiaiškinti, kaip mokykloms sekasi mokyti nuotoliniu būdu. Kaip parodė tyrimas, iki COVID-19 krizės tik 20 proc., iš 61 valstybės dalyvavusios tyrime, taikė praktiką naudoti nuotolinį mokymą, ir nei vienoje iš šalių nebuvo sukurtos universalios nuotolinio mokymo(si) programos.

Pedagoginio darbo krūvio iššūkiai. UNESCO [8] tyrimas atskleidė, kad vienas iš iššūkių kylančių mokyklos vadovams yra padėti darbuotojams laiko planavime. Išaugęs darbuotojų krūvis apsunkina pedagogų darbo režimą. Kaip rodo duomenys, išaugęs darbuotojų krūvis kelia rūpestį vadovams, kadangi tai veda prie darbuotojų pervargimo.

Streso valdymo iššūkiai. Laiku užtikrinta emocinė ir vadybinė pagalba pedagogams, dar vienas mokyklos vadovui iškylantis iššūkis, kurį mini Merfeldaitė, Prakapas ir Railienė [9]. Šią problemą svarbu spręsti ne vien dėl to, kad būtų sumažinta įtampa, bet ir tam, kad vadovai sugebėtų įgalinti

pedagogus surasti būdus, kaip tinkamai vykdyti nuotolinį mokymą. Pasak Merfelaitės ir kt. [9], siekiant sukurti palankią aplinką pedagogams dirbti ir mokiniams tęsti mokymą(si) reikėjo ne tik emocinės paramos, teko peržiūrėti mokymo tvarkaraščius, juo pritaikyti prie nuotolinio mokymo(si).

Finansinių išteklių iššūkiai. Dar vienas iššūkis kylantis mokyklų vadovams pagal UNESCO [8] tyrimo duomenis yra padėti mokyklos bendruomenei susitvarkyti su išaugusių išlaidų problema. Mokykloms iškilo problema prisitaikyti prie nuotolinio mokymo, kadangi teko įsigyti kompiuterines programas ir papildomą įrangą, kurių pagalba būtų vykdomos nuotolinės pamokos, talpinama užsiėmimų medžiaga. Mokinių namų ūkiams taip pat iškilo analogiška problema. Tėvams teko papildomų išlaidų, įsigyjant kompiuterinę ir garso įrangą vaikų mokslams, našta.

Nuotolinio vadovavimo iššūkiai. Harris [2] dar vienu iššūkiu kylančiu mokyklų vadovams įvardina sugebėjimą prisitaikyti prie naujo vadovavimo būdo. Mokyklų darbas negali nutrūkti, todėl ir mokyklų vadovai privalo dirbti toliau. Jie turi išmokti dirbti nuolat bendraujant virtualiai su savo darbuotojais. Visi vadovai stengiasi ieškoti būdų, kaip toliau padėti bendruomenei, dauguma jų valandų valandas praleidžia prie kompiuterio dirbdami su tokiomis programomis, kaip *Teams, Zoom* ar *Google Meet*. Šiuo laikotarpiu visi vadovai yra nutolę, atitrūkę, nuo tų, kuriems vadovauja. Mokyklų vadovai tuo pačiu yra atitolę ir nuo besimokančiųjų, o tai yra labai sudėtinga, kadangi mokyklų vadovams atskyrimas nuo mokinių yra labai asmeniškas ir be galo skausmingas [2]. Tai patvirtina ir Leithwood, Harris, Hopkins [11] teigdami, jog geriausi mokyklų vadovai ugdo naujus lyderius, taip pat kuria mokyklos kultūrą, kur pedagogai ir mokiniai gali laisvai save realizuoti.

Netolicky [10] pabrėžia, jog mokyklos vadovams reikia išlaikyti balansą tarp strateginio ir operatyvinio vadovavimo. Šiuo kriziniu laikotarpiu vadovams tenka priimti greitus ir įžvalgius sprendimus, kurie būtų apsvarstyti, taip pat įvertintos šių sprendimų pasekmės. Todėl kartais priimami sprendimai gali nesutapti su mokyklos strategijomis, tačiau mokyklų vadovai pirmiausia turi priimti sprendimus, kurie padėtų apsaugoti mokyklos bendruomenę nuo plintančios ligos. Šiame kontekste vadovams būtinas įžvalgumas, kaip sudaryti sąlygas mokyti(is) apsaugant sveikatą, užtikrinant saugą, gerovę ir pritaikant tai prie mokymo programų, interaktyvios didaktikos ir mokymosi pažangumo įvertinimo [10].

Apibendrinant galima teigti, jog mokyklos valdymas yra sudėtingas procesas, o atsiradus krizėms keičiasi jo pobūdis – reikalingi operatyvūs, darbuotojų emocijas ir neigiamus krizės padarinius suvaldantys sprendimai. Nuo 2020 m. pavasario visame pasaulyje įsivyravusi COVID-19 krizė paveikė ir švietimo organizacijas. Mokyklos tapo viena iš tų sričių, kurios nukentėjo labai stipriai, mokiniai nebegalėjo tęsti įprasto mokymo(si), mokytojai prarado galimybę dirbti šalia mokinio, todėl mokyklos vadovams kilo nemažai iššūkių kaip suvaldyti esamą situaciją ir tęsti mokymą(si). Ši krizė atvėrė naujas

galimybes mokykloms peržiūrėti jau daugelį metų nusistovėjusią mokymo tvarką, ir galbūt pasibaigus krizei atrasti naujus būdus kaip užtikrinti galimybes mokytis visiems vaikams. Kiekviena krizė atneša daug baimių ir iššūkių, tačiau tuo pačiu gali būti nauja galimybė, naujas požiūris į jau nusistovėjusias tvarkas. Mokyklos veikla ir valdymo sistema nesikeičia jau daugelį metų, todėl ši krizė yra tam tikras stimulas pradėti didelius pokyčius.

4. Išvados

1. Krizių valdymas yra ne tik verslo organizacijų, bet ir mokyklų vadybinė praktika, nes pastarosios kasdien susiduria su tokiomis krizėmis kaip vaikų drausmė, patyčios, traumos. Mokyklų vadovai, siekdami sumažinti krizės poveikį, turi susidaryti krizių valdymo planus, kurti įvairių krizių scenarijus, palaikyti glaudžius santykius su visuomene tam įdarbinant viešųjų ryšių specialistą, taip pat atlikti krizių auditus. Jiems būtina krizių valdymo kompetencija, įžvalgumas, greitas sprendimų priėmimas ir reakcija į besikeičiančias aplinkybes, prisiimant visišką atsakomybę bei suteikiant savo mokyklos bendruomenės nariams emocinę paramą įveikti krizės padarinius.
2. Mokslinės literatūros analizė leidžia teigti, kad COVID-19 pandemija gali būti traktuojama kaip ilgalaikį poveikį organizacijų funkcionavimui ir vadybai turinti krizė. Švietimo organizacijoms, o ypač mokyklų vadovams, šios pandemijos metu keliamus iššūkius galima suklasifikuoti į dvi susijusias kategorijas: iššūkiai, siejami su mokinių mokymosi ir jų rezultatų užtikrinimu bei iššūkiai, susiję su organizacijos kultūros bei visos mokyklos bendruomenės – mokinių, pedagogų, tėvų – bendradarbiavimo ir geros savijautos palaikymu. Šiandienos mokyklų vadovai sprendžia nuotolinio mokymo ir mokymosi užtikrinimo, pedagoginio darbo krūvio subalansavimo, finansinių išteklių paskirstymo, streso valdymo bei nuotolinio vadovavimo iššūkius.

Literatūra

1. AZORIN, C. Beyond COVID–19 supernova. Is another education coming? *Journal of Professional Capital and Community* [interaktyvus]. Murcia, University of Murcia, 2020, 5(3/4), 381–390 [žiūrėta 2021-03-17]. ISSN: 2056-9548. Prieiga per: doi:10.1108/JPCC-05-2020-0019.
2. HARRIS, A. COVID-19 – school leadership in crisis? *Journal of Professional Capital and Community* [interaktyvus]. Swansea, Swansea University School of Education, 2020, 3(4), 321–326, ISSN 2056-9548 [žiūrėta 2021-03-17]. Prieiga per: doi: 10.1108/JPCC-06-2020-0045.
3. GAINEY, B. S. Crisis management in public school districts. *Organization Development Journal* [interaktyvus]. Belmar, Organization Development

Institute, 2010, 28(1), 89–95, ISSN 0889-6402 [žiūrėta 2021-03-17]. Prieiga per: http://www.odinstitute.org.
4. MCCARTY, S. K-12 school leaders and school crisis: An exploration of principals'school crisis competencies and preparedness. *PhD Thesis* [interaktyvus]. University of Pittsburgh, 2012 [žiūrėta 2021-03-17]. Prieiga per: http://d-scholarship.pitt.edu/12030/.
5. SMITH, L. & RILEY, D. School leadership in times of crisis. *School Leadership & Management* [interaktyvus]. Formerly School Organisation, 2012, 32(1), 57–71, ISSN 1364-2626 [žiūrėta: 2021-03-17]. Prieiga per: doi:10.1080/13632434.2011.614941.
6. ZHAO, Y. COVID-19 as a catalyst for educational change. *Prospects* [interaktyvus]. Springer, 2020, 49, 29–33, e-ISSN:1573-9090 [žiūrėta 2021-0-17]. Prieiga per: https://link.springer.com/article/10.1007/s11125-020-09477-y.
7. PASAULINIS ŠVIETIMO BANKAS. *Guidance Note: Remote Learning & COVID-19* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-03-17]. Prieiga per: http://documents1.worldbank.org/curated/en/531681585957264427/pdf/Guidance-Note-on-Remote-Learning-and-COVID–19.pdf.
8. UNESCO's section of education policy in the division of policies and lifelong learning systems. *National Education Responses to COVID-19: Summary Report of UNESCO's Online Survey* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-03-17]. Prieiga per: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373322.
9. MERFELDAITĖ, O., PRAKAPAS, R., RAILIENĖ, A. Nuotolinio mokymo organizavimas COVID-19 metu: bendrojo ugdymo mokyklų patirtis. *Pedagogika* [interaktyvus]. Kaunas, Vytauto didžiojo universitetas, 2020, 140(4), 5–17, ISSN 2029-0551 [žiūrėta 2021-03-17]. Prieiga per: https://ejournals.vdu.lt/index.php/Pedagogika/article/view/2218.
10. NETOLICKY, D. M. School leadership during a pandemic: Navigating tensions. *Journal of Professional Capital and Community* [interaktyvus]. Bingley, Emerald Publishing Limite, 2020, 391–395, ISSN 2056-9548 [žiūrėta 2021-0317]. Prieiga per: https://www.emerald.com/insight/publication/issn/2056-9548.
11. LEITHWOOD, K., HARRIS, A., HOPKINS, D. Seven strong claims about successful school leadership revisited. *School Leadership & Managemen* [interaktyvus]. Formerly School Organisation, 2020, 40(1), 5–22, e-ISSN 1364-2626 [žiūrėta 2021-23-07]. Prieiga per: https://doi.org/10.1080/13632434.2019.1596077.

TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO AKTUALIJOS

GANDŲ RAIŠKOS TENDENCIJOS IR TARPUSAVIO SĄSAJOS SU DARBUOTOJŲ ELGESIU ORGANIZACIJOJE

Chmieliauskaitė M.[1], Bubnys R.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: gandas darbo vietoje, darbuotojų elgesys, organizacija.

1. Įvadas

Gandai daugelio organizacijų neatsiejama ir neišvengiama gyvenimo dalis, tačiau menkai suprantama ir sunkiai pamatoma, o juo labiau tyrinėjama [1]. Ellwardta, Labianca ir Wittek [2] teigia, kad gandai yra vieni iš pagrindinių mechanizmų, kurį darbuotojai naudoja neformaliems santykiams organizacijose stiprinti. Gandai – įprastas socialinio ir gyvenimo organizacijoje bruožas, keičiantis darbuotojų socialinį suvokimą, veikiantys požiūrius ir elgesį, neretai iššaukiantis priešiškumo apraiškas bei dažnai padedantis susidoroti su nežinomybe. Tai svarbus socialinis – psichologinis reiškinys, su kuriuo susiduriama daugelyje situacijų, todėl nenuostabu, kad gandų tyrimai turi išskirtinę istoriją organizacinės elgsenos ir organizacinės psichologijos srityje [2]. Pruskus [7] pažymi, jog gandai plinta įvairiose žmonių veiklos srityse (ekonomikos, politikos, kultūros, socialinėje ir kt.) ir kiekviena iš tų sričių pasižymi tam tikru savitumu, o jų poveikis, mastas ir padariniai labai skirtingi. Gandai darbo vietoje – neformali kolegų bendravimo forma, orientuota į privačius, asmeninius ir kitų svarbius asmeninius reikalus, be to dažniausiai vertinami kaip neigiamas procesas, nes dažnai susijęs su „iškreipta‘‘, neatitinkančia realių faktų, melaginga informacija, negatyviais teiginiais darbo ekosistemoje, kas dažnai sukelia konfliktus ar nepasitenkinimą tarpasmeniniuose santykiuose [7].

Sudhir [4] manymu, gandas yra nepatikrinta, tačiau reikšmingai pateikta informacija, kuri sukelia dviprasmiškumą, galimą pavojų ar grėsmę. Nustatyta, kad gandai yra dažnas reiškinys neapibrėžtoje situacijoje, kai trūksta turimos informacijos, o tai suprantama, gali sukelti iššūkių organizacijai [4]. Pasak Bagdanavičiaus [5], gandai tampa svarbiu instrumentu ir konkurencinėje kovoje, kuriuo vis dažniau naudojasi įvairios suinteresuotų žmonių grupės. Jie ne tik daro didelę įtaką individams, jų nuostatoms, bet gali sužlugdyti ir verslo organizaciją. O‘Connor, Kotze ir Storm [1] gandus

apibūdina kaip socialinę kalbą (vertinamoji) apie asmenis, dažniausiai negatyvaus pobūdžio. Gandai taip pat gali būti ir nepatikrintos informacijos perdavimas, o tai įvyksta dėl silpno socialinio ryšio tarp darbuotojų organizacijoje [1]. Gandų sampratą, jų priežastis bei poveikį organizacijoje analizavo tokie mokslininkai kaip Difonzo ir Bordia [23], Sudhir [4] ir kt. Lietuvoje daugiausiai gandų reiškinį tyrinėjo Pruskus [6, 7].

Chien-Chih, Chang, Quinton, Chiu-Yi ir Iling [22] teigia, kad neformalaus tarpasmeninio bendravimo metu gauta informacija virsta gandu susiklosčius gando situacijai, kuriai būtina tinkama vieta ir noras gauti papildomos informacijos apie asmenį, įvykį ar reiškinį, kuris rūpi individui. Neigiamų ir teigiamų gandų tyrimo aktualumas yra akivaizdus analizuojant jo pasekmes organizacijai ir darbuotojų efektyvumui. Būnant teigiamų apkalbų objektu gaunamas socialinis palaikymas – teigiamas elgesys ir veiksmai, skatinantys teigiamus tarpasmeninius santykius, o palanki reputacija, priklausomybės jausmas ir draugystė darbe didina našumą ir pasitenkinimą darbu. Buvimas neigiamų apkalbų objektu gali sukelti pasekmes panašias į patapimą auka, nes su darbu susijusios sėkmės ribojimas yra sužlugdomas pagrindinis psichologinis poreikis priklausyti organizacijai [22].

Apibendrinant galima teigti, jog gandų veikimo organizacijoje ir jų poveikio darbuotojų veiklos efektyvumui atliktų tyrimų atlikta nedaug, todėl aktualu formuluoti probleminį klausimą: kokios gandų organizacijoje raiškos tendencijos ir sąsajos su darbuotojų elgesiu organizacijoje?

Tyrimo tikslas – teoriškai pagrįsti ir išanalizuoti gandų organizacijoje raiškos tendencijas ir sąsajas su darbuotojų elgesiu.

2. Gandų raiška organizacijos komunikacijos procesuose

Hargie [28] manymu, komunikacija organizacijoje yra neišvengiama ir labai svarbi organizacijos sėkmei. Komunikacijos svarba organizacijai pasireiškia per kokybišką darbo atlikimą, tarpusavio bendravimą, informacijos apdorojimą, informacijos srautų valdymo poreikį, išgryninimą, vadovų ir darbuotojų bendradarbiavimą, organizacijos viešinimą ir reklamą bei darbuotojų motyvaciją [28].

Pasak Saleem ir Perveen [24] kiekviena organizacija turi formalią komunikacijos sistemą (kuri yra dokumentuota ir nekintanti), kuria informacija organizacijoje perduodama savo darbuotojams įvairiais kanalais bei priemonėmis (priminimai, susirinkimai, konferencijos, oficialūs pranešimai ir kt.). Neformali komunikacija – informacijos perdavimas, kylantis iš visų formalių procesų, kurie lieka už formalios komunikacijos ribų. Formali komunikacija, kitaip nei neformali, yra struktūrizuota, o informacija sklisdama neformaliais kanalais, priešingai, yra mažiau struktūrizuota sistemos, palyginti su formalia komunikacijos sąveika. Taigi, formali komunikacija priklauso nuo struktūruotos organizacijos politikos, kuri

nepriklauso nuo darbuotojų, o neformali komunikacija kyla dėl individualių kiekvieno organizacijos nario poreikių ir motyvų [24].

Johnson ir Houmanfar [25] teigia, kad neformaliame komunikacijos procese gandai yra kultūrinis elgesys ir praktika organizacijose, kuri vyksta neformalioje aplinkoje. Elgesio analitiniu požiūriu galima apibrėžti gandus kaip išmokta sąveika su institucionalizuotais dirgikliais (pvz.: taisyklėmis, politika, vizija ir kt.). Gandą galima apibūdinti kaip neformalios komunikacijos būdu gauta informacija, kuri nėra pagrįsta ar patikima, tačiau priimtina, nes tikėtina. Gandai visuomenėje turi daugybė funkcijų – skirtingų socialinių aplinkybių kontekste, o nurodytų funkcijų pagrindai yra neaiški informacija, informacijos patikimumas, šaltinis, socialiniai pamaloninimai, socialinis nerimas, bendro įkūrimas, istorija ir aplinkos pažinimas. Kitaip tariant gando galia labiausiai susijusi su jo „neapibrėžtumu“, tad norint išsiaiškinti kodėl gandai egzistuoja didelėse žmonių grupėse ilgą laiką bei bandant išsiaiškinti gando sampratą svarbu pažymėti jo neapibrėžtumą, kadangi būtent tai suteikia tam tikras sąlygas jo tolimesniam pasklidimui [25].

Visuomenėje žmonės skiriasi ne tik charakteriu, bet ir informacijos perėmimo elgesiu ją įsisavinant. Išmintingas žmogus, informaciją vertina kritiškiau laukdamas pakankamai priežasčių, kurios leistų įvertinti informacijos patikimumą, kiti (tai lemia ir asmeninės savybės) linkę labiau ją vertinti emocionaliai, pasikliaujant pirmiausia savo vidine nuojauta. Nepaisant to, egzistuoja bendrasis gando pateikimo (pokalbio) modelis, kurį sudaro bendrasis gando informacijos pateikimas, gando turinio (dalyko esmės) atskleidimas, gando užbaigimas (išėjimas iš gando erdvės) [6]. Pruskaus [7] manymu, toks gando informacijos pateikimo (pokalbio) suskirstymas į dalis etapus leidžia geriau suvokti gando sekos specifiką ir tai, kaip gandas mums yra pateikiamas, kaip tai daro gando platintojas (kūrėjas), kaip mes elgiamės gaudami iš jo informaciją apie naujieną, kuo pasižymi jo turinys ir kaip mes išeiname iš gando informacijos, t. y. vėl sugrįžtame į realybę. Siekiant apibrėžti, Pruskus [7] teigia, kad pateikiant gando informaciją susiduriama su dvejopo tipo problemomis:

Pirma. Asmenų, dalyvaujančių pokalbyje, santykių problema. Reikia nustatyti, kiek pokalbyje nedalyvaujantis (nesantis), apie kurį sukasi pokalbis, yra abiem pokalbio dalyviams svarbus. Gandų objekto reikalai, veiksmai ir poelgiai abiem rūpi ir tai lengvina užduotį rasti pokalbio temą ir kampą.

Antra. Pokalbio dalyvių sąveikos (aptariant trečio asmens reikalus) moralinė problema. Reikalas yra tas, kad aptariant trečio asmens reikalus jam nesant, dalyvaujantys pokalbyje jaučiasi nepatogiai, nes jo metu apkalbamas asmuo, o tai neetiška ir palieka nemalonų jausmą.

Dažniausia šias ir panašaus pobūdžio problemas pokalbio dalyviai stengiasi išspręsti dar prieš pradėdami pokalbį, per kurį paskelbiama gando informacija, arba jos pateikimo metu. Taigi, ypač svarbus vaidmuo tenka ikisąveikiniam laikotarpiui, per kurį vyksta tyrimas sąlygų ir aplinkybių, padedančių suvokti gando perėmimo sėkmę [7].

Gandai taip pat susiję su kolektyviniu grupės elgesiu, dažnai stichišku ir neorganizuotu, kurie suteikia reikšmę situacijai, kurios žmonės nesupranta, ir padeda jiems pasirengti veiksmui. Darbuotojų keitimasis neformalia informacija yra svarbiausi gando sklidimo elementai. Difonzo ir Bordia [23] teigia, kad nagrinėjant gandus organizacijoje svarbios sąsajos su komunikacijos procesais. Juk gandas organizacijoje – tam tikras informacijos perdavimas, todėl jis tampa svarbia komunikacijos dalimi. Bet kurioje organizacijoje formaliąją komunikavimo sistemą, sudarytą iš tikslingai sukurtų komunikavimo kanalų, netrukus papildo ne mažiau svarbus neformaliųjų kontaktų tinklas, susiklostęs organizacijos viduje ir pagrįstas socialiniais ryšiais, tad svarbu suvokti atsiradusių gandų organizacijoje rūšys ir požymius, kad būtų suvokiami reiškiniai, kurie reiškiasi organizacijoje sklindant gandams, o tai lemia [23]: prastos komunikacijos sistemos (kai darbuotojai atvirai nesidalina oficialia informacija, gauna informaciją iš neautentifikuotų šaltinių ir skleidžia ją); spaudimas valdžiai (kai darbuotojai nori daryti spaudimą vadovybei, kad jie priimtų jų reikalavimus, jie gali skleisti melagingą informaciją organizacijoje, tikėdamiesi užmegzti dialogą su vadovybe); darbuotojų pažeidimai (kurie nėra atsidavę organizacijai, skleidžia neteisingą informaciją, kad jai pakenktų). Dažniausiai iš pradžių gandas organizacijoje atsiranda tarp nedaugelio kolegų, kurie pasidalija bendrais interesais, tokiais klausimais kaip: premijos, paaukštinimai, pokyčių valdymas, grobstymas, skandalai, skyrybos, vedybos ir kt. [8].

Gandui funkcionuoti yra būtinos tam tikros sąlygos. Visų pirma tai informacija, iš kurios susideda gandas (turinys). Antra – reikalingas jos perdavėjas (siuntėjas) ir jos perėmėjas (gavėjas). Toks informacijos perdavimo procesas sukuria tam tikrą sistemą, kurios pagrindinės trys dalys turi sistemingai funkcionuoti. Kad sistema pradėtų veikti, reikalingas asmuo, galintis sudominti kitus individus tam tikra informacija, taip pat priverstų juos domėtis skleidžiama informacija, kuri pastarajam turi būti įdomi ir aktuali. Kartu nedera pamiršti, kad gandas yra savotiška „prekė“ informacijos mainų erdvėje. Todėl tam, kad ją „nupirktų“, būtinos pagrindinės prielaidos, kurios ir sukuria tai, ką galima būtų pavadinti gando situacija. Apibendrinus Difonzo ir Bordia [23] gandų organizacijoje tyrimų išvadas, sudarytas remiantis tyrimų rezultatais gandų „kelio‘‘ hipotetinis modelis. Jį sudaro septyni gandų elementai: nerimas, neapibrėžtumas, sumažėjęs kontrolės jausmas, požiūris ir išankstinis nusistatymas, gandų sutapimas su grupės šališkumu, grupinis skepticizmas, tikslumas. Iškeliamos šios hipotezės:

H1. Nerimas, netikrumas, svarba ir įsitikinimas numato gandų aktyvumą.

H2. Neapibrėžtumas susijęs su psichologiniu diskomfortu ir stresu bei lemia gandų atsiradimą per silpnąjį socialinį ryšį.

H3. Sumažėjęs kontrolės jausmas tarpininkaujant neapibrėžtumo poveikiui, nerimui suteikia palankią situaciją gandų atsiradimui.

H4. Klausytojo šališkumas, požiūris ir išankstinius nusistatymus atitinkantys veiksniai skatina tikėjimą gandais.

H5. Gandų sutapimas su grupės šališkumu, požiūriu ir išankstinėmis nuostatomis tikėjimo gandais stiprybė.

H6. Grupės skepticizmas numato nerimą, nes „patiklios“ arba „menkus standartus“ turinčios grupės įrodymai mažiau sugeba tiksliai patikslinti gandą.

H7. Grupės skepticizmas ir nusistovėję komunikacijos kanalai bei jų tikslumas prognozuoja gando aktyvumą.

Remiantis 1–7 hipotezėmis galima vertinti gandų paplitimo poveikį organizacijoje ir priimti valdymo strategijos sprendimus [23]. Gandų vaidmuo paprastai apima „modeliavimą“ ir „prasmės kūrimą“ neapibrėžtumo ir tikslios informacijos trūkumo kontekste ir tai daro stiprią įtaka darbuotojų elgesiui [1].

Kaip jau minėta, gandai yra tarsi mechanizmas, kuris padeda organizacijos darbuotojams kurti neformalius santykius, o toks komunikavimo būdas turi įtakos kitiems darbuotojams bei pačiai įmonei. Todėl atitinkamai pagal gando turinio elementus, yra išskiriami su gandu susiję reiškiniai ir pasekmės. 1 lentelėje pateikta gando turinio elementai sąsajoje su kitais reiškiniais ir jo pasekmės.

1 lentelė

Gando turinio elementai sąsajoje su kitais reiškiniais ir jo pasekmės

Gandų elementai	**Susiję reiškiniai**	**Gandų patologijos**
Informacija	Pasiklausymas	Gandų pasekmės
Įtaka	Svyravimas	Patyčios ir priekabiavimas
Socialinis ryšys	Netikros žinios	Mobingas
Socialinė kontrolė	Nuogirdos	Grupės skilimas
Socialinis palyginimas	Reputacija	Piktdžiugos
Stereotipai	Mitas ir legenda	Sunaikinimas
Pramogos	Moraliniai santykiai	Sabotažas
Kultūra	Socialinis užkratas	Skandalas
Gynimosi	Proto teorija	Nekontroliuojamas poveikis socialinei žiniasklaidai

Gandai darbo vietoje, gali įtakoti devynis pagrindinius apkalbų darbo vietoje elementus: informacija, įtaka, socialinis ryšys, socialinė kontrolė, socialinis palyginimas, stereotipai, pramogos, kultūra, gynimasis. Visa tai susiję su kitais reiškiniais, tokiais kaip: pasiklausymas, svyravimas, netikros žinios, nuogirdos, reputacija, mitas ar legenda, moraliniai santykiai, socialinis užkratas ar proto teorija. Šie gandų elementai ir susiję reiškiniai gali virsti į gandų pasekmes, patyčias ir priekabiavimą, mobingą, grupės skilimą, piktdžiugas, sunaikinimą, sabotažą, skandalą, nekontroliuojamą poveikį socialinei žiniasklaidai [1]. Gandų plitimas organizacijose yra nepaprastai dinamiškas procesas. Pagrindinis gandų valdymo elementas yra greitas įsikišimas ir judrumas gandams valdyti [23]. Gandai, kylantys ir plintantys organizacinių pokyčių kontekste, dviprasmiškose aplinkos situacijose ar krizių

metu, yra reikšmingiausi, nes jie turi sugebėjimą padaryti didelę žalą organizacijai [4, 9].

Babaei ir Ardabili [10] manymu, žmonės patenka į gandų grandines su tikslu sukurti artimesnius santykius su kitais asmenimis bei gauti neformalios informacijos, apie kitus asmenis, įvykius ar paprasčiausiai – dėl pramogos. Tai sudaro galimybę gauti vis naujos papildomos informacijos apie rūpimus asmenis bei įvykius ir taip juos geriau, visapusiškiau ir kritiškiau vertinti, o pavojingas todėl, kad informacija, kurią gandas teikia, nėra iš patikimų ar patikrintų šaltinių [10]. Tai reiškinys, kurį daugelis įvardija kaip svarbia priemone ir konkurencinėje kovoje, kuria naudojasi ir verslo organizacijos, jų grupės, ir pavieniai asmenys, siekdami įgyvendinti savus tikslus, stereotipai kaip kenkėjiški ir žeidžiantys – plačiai kaltinama dėl reputacijos, pašlijusių santykių ir veikiamos moralės. Chua ir Cerna [11] teigia, kad yra daugybė gandų priežasčių – tarp jų yra paplitusios keturios pagrindinės (žr. 2 lentelę).

2 lentelė

Pagrindinės paplitusios socialinės gandų priežastys

Priežastys	**Apibūdinimas**
Informacija	Apkalbos buvo apibrėžtos kaip keitimosi informacija mechanizmas ir veiksminga priemonė skatinti kultūrinį mokymąsi. Grupės lygiu žmonės turi turėti prieigą prie tam tikros informacijos, kurią sunku gauti tiesioginio bendravimo būdu, kad būtų galima palyginti save su kitais.
Pramoga	Paskalos verčia žmones džiaugtis bendraujant ir pramogą nurodė kaip antrą apkalbų funkciją. Žmonės paskalas naudoja kaip pramogų įrankį, nesureikšminamas įtikinant kitus ir neteikiant per daug reikšmės esamoms aplinkos sąlygoms.
Draugystė	Apkalbų mainai pagerina žmonių supratimą vienas apie kitą ir stiprina tarpusavio santykius. Kalbant apie organizacinį elgesį tai yra sąveika tarpusavyje, kaip neformalios draugų grupės. Žmonės bendrauja tarpusavyje bendru pagrindu – pažiūros, normos ir kultūra.
Skverbimasis	Funkcija, nurodanti kitų žmonių kontrolę – veiksmai, mintys ir ketinimai. Teiginiams arba apkalboms tenka praktinis vaidmuo skverbiantis. Paprastai žmonių elgesio kontrolė gali paveikti grupes ir organizacinį elgesį taip, kad būtų išsaugotos grupės normos ir kuriama grupės sanglauda. Individualiu lygiu, žmonės gali naudoti paskalas, kad įgytų susižavėjimą ir šlovę ir taip galėtų prasiskverbti tarp kitų. Neigiamas apkalbos gali neigiamai paveikti konkurentų populiarumą ir šlovę visuomenėje.

Pagrindinės paplitusios gandų socialines funkcijos yra informacija, pramoga, draugystė bei skverbimasis. Šios funkcijos apibrėžia tai, jog grupės lygiu žmonės turi turėti prieigą prie tam tikros informacijos, nes kitu atveju atsiranda nerimas ir įvairios „interpretacijos“, be to žmonės paskalas naudoja kaip pramogų įrankį, o draugystės metu gandų mainai pagerina žmonių supratimą vienas apie kitą ir stiprina tarpusavio santykius. Skverbimosi funkcija nurodo kitų žmonių kontrolę, veiksmus bei ketinimus [11]. Apibendrinant, labiausiai galima pabrėžti gandų funkcionavimo elementus:

gando subjektai, socialinė aplinka, kurioje tie gandai plinta, gandų tipai ir įvairių socialinių grupių imlumas jiems, socialinės kontrolės galimybės sukelia gandus. Gandai kyla esant gando situacijai, reaguojant į situacijas, kurios mums yra svarbios, neaiškios, be to individui keliamas susirūpinimo ar nerimo jausmas. Tai, kad darbo situacijose dažnai būna visi šie elementai, paaiškina, kodėl organizacijose klesti gandai.

3. Gandų organizacijoje tarpusavio sąsajos su darbuotojų elgesiu

Hsing-Ming, Mei-Ju ir Ho-Tang [26] tyrimas parodė, kad gandai darbo vietoje priklauso nuo „savotiškų“ žodinių išpuolių, kurie yra labai jautriai priimami gandų subjektui, o jų poveikis ne tik griauna asmeninę reputaciją ir orumą, bet taip pat sukelia stresą darbe, kas atliepia darbuotojų elgseną. Gandai dažnu atveju žmones skatina jaustis atstumtais, todėl darbuotojų įsitraukimas į įvairius darbo procesus mažėja, o darbo rezultatai blogėja. Asmeninių siekių sumažėjimas turi neigiamą poveikį darbuotojams, kuris yra išreiškiamas nepasitikėjimu kitais žmonėmis ir organizacija. Tyrimai rodo, jog tai turi įtakos darbuotojams – reiškiasi prasta darbo jėga, nenoras reikštis organizacijos pilietiškumo srityje, neetiškas elgesys, motyvacijos sumažėjimas, tarpasmeniniai konfliktai, pravaikštos, darbo nutraukimo padidėjimas, organizacinio įsipareigojimo sumažėjimas, nepasitenkinimas darbu, be to, visa tai neigiamai paveikia organizacijos veiklą [12]. Darbuotojai, kurie tampa gandų objektu bei patiria neigiamų apkalbų darbo vietoje turi iškreiptą darbo stresą, todėl reikalingos veiksmingos įveikos strategijos, siekiant palengvinti psichologinę žalą ir sumažinti jos neigiamą poveikį darbo rezultatams [26, 27].

De Silva [13] manymu, neefektyvūs darbuotojai ilgainiui gali būti pavojus organizacijos visumai bei veiklos pajėgumui, tad vadovai privalo žinoti gandų pasekmes ir tai, jog jie atlieka svarbias socialines funkcijas bei gali žalingai veikti darbuotojų efektyvumą. Lyderiai turi įtakingą vaidmenį gerinant darbuotojų įsitraukimą į organizaciją. Įrodyta, kad lyderiai daro įtaką ir motyvuoja darbuotojus demonstruodami aiškias vertybes ir puoselėja teigiamą darbuotojų elgseną [15, 14]. Organizacija, siekdama užtikrinti tvirtų tikslų, privalo sukurti atmosferą (darbo saugumą) grįstą įsipareigojimais ir bendradarbiavimu savo darbuotojams, vykdant politiką, kuri nekelia darbuotojams nerimo, be to aiški komunikacija (informacijos trūkumo nebuvimas) nustato glaudžius ryšius su darbuotojais [16, 17].

Masood, Ul-Ain, Aslam ir Rizwan [18] analizė rodo, kad darbuotojų elgsena labai priklauso nuo darbo saugos ir saugumo, nes darbuotojas yra labiau atsidavęs ir patenkintas saugiu darbu, be to darbo saugumas nesukelia nerimo ir tai nėra pagrindas vystytis gandams [18]. Veiksminga priemonė verslo organizacijų veiklos efektyvumui didinti ir inovacinei veiklai plėtoti yra žinių vadyba – tikslingas ir sistemingas žinių procesų, metodų, priemonių valdymas, visapusiškai naudojant žinių potencialą, siekiant tikslo, sprendžiant

problemas ir priimant efektyvius sprendimus gali užkirsti kelią gando situacijai, nes kuo daugiau informacija yra struktūrizuota ir formali, tuo mažiau lieka neapibrėžtumo, tad „kelio‘‘ atsirasti gandams nėra [19]. Geri dalykiniai tarpusavio santykiai, gebėjimas prisitaikyti, savimotyvacija, tolerancija ir naujovės yra veiklos rodikliai, galintys pagerinti darbuotojų elgseną [20], be to didesnis darbuotojų įsitraukimas į darbą lemia ekonomikos augimą, pelningumą ir socialinę pažangą [21, 22].

Apibendrinant galima teigti, kad vidinės komunikacijos įtaka yra labai svarbi norint užkirsti gandų žalingą poveikį organizacijoje. Neigiamas poveikis gali pasireikšti per apkalbas, melagystes, netikslingą informacijos skleidimą, tad labai svarbu, kad komunikacijos procesas būtų struktūrizuotas. Proceso esmė pateikti tinkamą, aktualią ir savalaikę informaciją gavėjui patiriant kuo mažiau trikdžių, nes gandai atsiranda dėl nerimo, informacijos bei darbo saugumo trūkumo organizacijoje. Siekiant išvengti gandų organizacijoje svarbu tikslingas ir sistemingas žinių procesų, metodų, priemonių valdymas, nes darbuotojų lojalumas bei gera elgsena dažniausiai pasireiškia per bendravimą su kolegomis ar vadovais, kai perduodama aiški, tikslinga ir teisinga informacija.

4. Išvados

1. Gandai organizacijoje apibūdinami kaip neformali ir neoficiali komunikavimo forma, susijusi su pastoviu įvykių interpretavimo procesu. Neformaliai gauta informacija įgyja nepaprastą reikšmę, koreguodama ir įtakodama darbuotojų nuostatas, elgseną bei apsisprendimus. Gandų organizacijoje pagrįstumas ir objektyvumas, priklauso nuo informacijos skleidėjų asmeninių savybių – sąžiningumo ir patikimumo bei informacijos gavėjo asmeninių bei psichologinių savybių. Gandai dažnai susiję su kolektyviniu minios elgesiu – stichišku ir neorganizuotu, ko pasėkoje tampa žalinga dezinformacija, mažinanti pasitikėjimą tarp darbuotojų ir sudaranti sąlygas šiam reiškiniui toliau vystytis.
2. Pagrindinės paplitusios gandų funkcijos yra socialinio pobūdžio ir apibrėžia tai, jog grupės lygmenyje darbuotojai organizacijoje turi turėti prieigą prie išsamios, teisingos ir aiškios informacijos, kas kitu atveju sukelia nepasitenkinimo, nerimo išgyvenimus, kas lemia įvairias „interpretacijas“ kaip pagrindą gandams atsirasti ir plėtotis. Gandų skverbimosi funkcija nurodo kitų žmonių kontrolę, veiksmus bei ketinimus, siekiant įgyvendinti savo tikslus. Labiausiai pabrėžiami gandų funkcionavimo elementai, tokie kaip socialinė aplinka, kurioje tie gandai plinta, gandų tipai ir įvairių socialinių grupių imlumas bei socialinės kontrolės galimybės, kadangi gandas linkęs plisti dėl nesamos kontrolės sąlygų.
3. Organizacijoje gandai tiesiogiai ir netiesiogiai veikia darbuotojų elgesį, jų asmeninių siekių motyvaciją ir veiklos efektyvumą. Dažniausios gandų pasekmės darbuotojų nepasitikėjimas vienas kitu ir pačia organizacija.

Paveiktas gandų organizacijos darbuotojų elgesys gali pasireikšti menku įsipareigojimu organizacijai, motyvacijos sumažėjimu, konfliktiniu elgesiu, padidėjusia rizika nutraukti darbo santykius, nepasitenkinimu darbu ar atliekama konkrečia veikla bei neetišku elgesiu. Pastarosios pasekmės neigiamai paveikia ir bendrą organizacijos veiklą ir jos rezultatus.

Literatūra

1. O'CONNOR, N., KOTZE, B., STORM, V. What's to be done when, foul whisp rings are abroad? Gossip and rumour ir health organisations. *Australasian Psychiatry: Bulletin of the Royal Australian and New Zealand College of Psychiatrists* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2021-03-01]. Prieiga per: https://journals-sagepub-com.ezproxy.ktu.edu/doi/pdf/10.1177/1039856217716292.
2. ELLWARDTA, L., LABIANCA, G., WITTEK, R. Who are the objects of positive and negative gossip at work? A social network perspective on workplace gossip. *Social Networks* [interaktyvus]. 2012 [žiūrėta 2021-04 - 05]. Prieiga per: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378873311000700?via%3Dihub.
3. DIFONZO, N. *Rumor in Organizational Contexts* [interaktyvus]. Department of Psychology, Rochester Institute of Technology, 2006 [žiūrėta 2021-03-20]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/285965800_Rumor_in_organizational_contexts.
4. SUDHIR, S. Rumors in organizational communication: A nightmare for HR managers. *Human Resource. Management International Digest* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2021-03-20]. Prieiga per: https://www-emerald-com.ezproxy.ktu.edu/insight/content/doi/10.1108/HRMID-04-2018-0086/full/html.
5. BAGDANAVIČIUS, J. Įdėmus žvilgsnis į paslaptingą gandų fenomeną. *Santalka. Filosofija* [interaktyvus]. 2007 [žiūrėta 2021-03-21]. Prieiga per: http://www.cpc.vgtu.lt/index.php/cpc/article/download/coactivity.2007.27/98-362-1-PB.pdf.
6. PRUSKUS, V. Gando teikimas ir perėmimas. *Santalka. Filosofija* [interaktyvus]. 2007 [žiūrėta 2021-03-21]. Prieiga per: http://www.cpc.vgtu.lt/index.php/cpc/article/download/coactivity.2007.21/88-932-1-PB.pdf.
7. PRUSKUS, V. Gandų klasifikavimo problema: kultūrinių gandų ypatumai. *Santalka. Filosofija* [interaktyvus]. 2008 [žiūrėta 2021-03-21]. Prieiga per: file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/The_Problem_Of_Classification_.pdf.

8. ABDUL MANAF, M. M., GHANI, E. K., MOHAMED JAIS, I. R. Factors influencing the conception of rumours in workplace. *Journal of Arts and Humanities (JAH)* [interaktyvus]. 2012 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: https://core.ac.uk/download/pdf/25897366.pdf.
9. PHEKO, M., M. Rumors and gossip as tools of social undermining and social dominance in workplace bullying and mobbing practices: A closer look at perceived perpetrator motives. *Journal of Human Behavior in the Social Environment* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2021-03-23]. Prieiga per: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10911359.2017.1421111.
10. BABAEI, M., ARDABILI, S. An overview of the social functions of gossip in the hospitals. *Management Issues in Healthcare System* 2 [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2021-03-24]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/308762160_An_overview_of_the_social_functions_of_gossip_in_the_hospitals.
11. CHUA, S. V., CERNA, K. J. The psychological anatomy of gossip. *American Journal of Management* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2021-03-24]. Prieiga per: http://www.na-businesspress.com/AJM/ChuaS_Web14-3.pdf.
12. RUJNAN, T., FERIDE, B., ARZU, S. The effect of organizational identification and organizational cynicism on employee performance among nurses. *International Journal of Caring Sciences* [interaktyvus]. Nicosia, 2018 [žiūrėta 2021-03-25]. Prieiga per: https://search.proquest.com/docview/2173864479?pq-origsite=primo.
13. DE SILVA, M. M. C. The impact of job satisfaction and employee education on employee efficiency. *Social Affairs* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2021-03-27]. Prieiga per: http://socialaffairsjournal.com/Achive/Fall_2014/2_SAJ_1(1)Silva.pdf.
14. ŠIMANSKIENĖ, L., SANDU, L. Organizacinės kultūros vertinimo metodai. *Regional Formation and Development Studies* [interaktyvus]. 2013 [žiūrėta 2021-03-27]. Prieiga per: https://etalpykla.lituanistikadb.lt/object/LT-LDB-0001:J.04~2013~1407328920628/.
15. OSBORNE, S., HAMMOUD, M. S. Effective employee engagement in the workplace. *International Journal of Applied Management and Technology.* [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2021-03-29]. Prieiga per: https://scholarworks.waldenu.edu/ijamt/vol16/iss1/4/.
16. FRAGOULI, E., ILJA, I. „Working smart and not hard“ key to maximize employee efficiency? *International Journal of Information, Business and Management* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2021-03-29]. Prieiga per: https://discovery.dundee.ac.uk/en/publications/working-smart-and-not-hard-key-to-maximize-employee-efficiency.

17. PARVIN, M. M., NURUL KABIR, M. M. Factors affecting employee job satisfaction of pharmaceutical sector. *Australian Journal of Business and Management Research* [interaktyvus]. 2011 [žiūrėta 2021-03-29]. Prieiga per: http://ajbmr.com/articlepdf/AJBMR_19_23i1n9a13a.pdf.
18. MASOOD, A., UL-AIN, Q., ASLAM, R., RIZWAN, M. Factors affecting employee satisfaction of the public and private sector organizations of Pakistan. *International Journal of Human Resource* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2021-03-29]. Prieiga per: https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.684.3614&rep=rep1&type=pdf.
19. RAUDELIŪNIENĖ, J., JASKYTĖ, E. Žinių identifikavimo proceso efektyvumą veikiančių veiksnių vertinimas informacinių technologijų sektoriuje. *Verslas: teorija ir praktika / Business: Theory and Practice* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2021-03-29]. Prieiga per: https://search.proquest.com/docview/2454519730?pq-origsite=primo.
20. OLANREWAJU, I. L., WESTHUIZEN, T. V. D., AWOTUNDE, O. M. Organizational cultural practices and employee efficiency among selected Nigerian commercial banks. *Journal of Economics and Behavioral Studies* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2021-03-29]. Prieiga per: https://ojs.amhinternational.com/index.php/jebs/article/view/2864/1853.
21. HANAYSHA, J. Improving employee productivity through work engagement: Evidence from higher education sector. *International Journal of Industrial Engineering Computations* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2021-03-31]. Prieiga per: http://www.growingscience.com/msl/Vol6/msl_2015_114.pdf.
22. CHIEN-CHIH, K., CHANG, K., QUINTON, S., CHIU-YI, L., ILING, L. Gossip in the workplace and the implications for HR management: A study of gossip and its relationship to employee cynicism. *The International Journal of Human Resource Management* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2021-04-01]. Prieiga per: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09585192.2014.985329.
23. DIFONZO, N., BORDIA, P. Corporate rumor activity, belief and accuracy. *Public Relations Review* [interaktyvus]. 2002 [žiūrėta 2021-03-24]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/222618179_Corporate_rumor_activity_belief_and_accuracy.
24. SALEEM, M., PERVEEN, N. The impact of formal and informal communication in organizations a case study of government and private organizations in Gilgit-Baltistan. *Journal of Business and Management Sciences* [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2021-04-17]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/335881373_The_Impact_of_Fo

rmal and Informal Communication in Organizations a Case Study of _Government_and_Private_Organizations_in_Gilgit-Baltistan.
25. JOHNSON, R., HOUMANFAR, R. Organizational implications of gossip and rumor. *Journal of Organizational Behavior Management* [interaktyvus]. 2004 [žiūrėta 2021-04-18]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/241747346_Organizational_Implications_of_Gossip_and_Rumor.
26. HSING-MING, L., MEI-JU, Ch., HO-TANG, W. Effect of workplace negative gossip on preschool teachers‘ job performance: Coping strategies as moderating variable. *International Journal of Academic Research and Reflection* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2021-04-18]. Prieiga per: https://www.idpublications.org/wp-content/uploads/2016/08/Full-Paper-EFFECT-OF-WORKPLACE-NEGATIVE-GOSSIP-ON-PRESCHOOL-TEACHERS%E2%80%99-JOB-PERFORMANCE.pdf.
27. SERGEEV A. The study of individual and typological profile of personality predisposed to rumors impact. *The Science Journal of Volgograd State University. Philosophy. Sociology and Social Technologies* [interaktyvus]. 2014, 7 [žiūrėta 2021-04-18]. Prieiga per: https://search.proquest.com/docview/2093475719?pq-origsite=primo.
28. HARGIE O. The importance of communication for organisational effectiveness. *Lobo* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2021-04-21]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/304626602_The_Importance_of_Communication_for_Organisational_Effectiveness.

PREKIŲ TIEKIMO GRANDINĖS MODIFIKAVIMO POREIKIS DIEGIANT ELEKTRONINĖS PREKYBOS PRIEMONES

Didžiulienė V.[1], Mileris R.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: tiekimo grandinė, elektroninė prekyba.

1. Įvadas

Greitai kintančiame ir sparčiai modernėjančiame pasaulyje įmonės susiduria su vis naujais iššūkiais, kurie jų laukia, norint tinkamai valdyti ir paskirstyti įmonėje vykstančius procesus, taip užtikrinant optimalią tiekimo grandinės veiklą, kurios dalis yra elektroninė prekyba.

Moksliniuose straipsniuose tiekimo grandinė nagrinėjama įvairiuose kontekstuose. Autorės Beniušienė ir Stankevičienė [1] straipsnyje nagrinėja tiekimo grandinės ir logistikos sąryšį, kaip jie sąveikauja tarp tiekimo grandinės narių, aptaria logistikos vaidmenį tiekimo grandinės valdyme. Kitas autorius Budrys [2] straipsnyje teigia, kad vertės grandinė minima įvairiuose lygmenyse: organizacijos strateginės veiklos kūrimo lygyje, verslo sektoriaus lygyje bei tarpregioniniame lygyje. Norint palaikyti tiekimo grandinės veiklą, uždarius beveik visus prekybos ir paslaugų sektorius, organizacijoms teko galvoti, kaip išspręsti ar bent jau sušvelninti karantino padarinius. Išeitimi tapo tai, kad viskas turėjo persikelti į elektroninę erdvę. Autorės Lekniūtė, Simanavičiūtė ir Gotautienė [3] teigia, kad internetas yra neatsiejama dalis mūsų gyvenimo ir internetinė prekyba pakeitė tradicinį pirkimo būdą ne tik Lietuvoje, bet ir visame pasaulyje.

Dabartinėje situacijoje šalyje esant karantino ribojimams, įmonės buvo priverstos persikelti į elektroninę erdvę, kad išsilaikytų ir patenkintų vartotojų poreikius.

Tikslas: išsiaiškinti tiekimo grandinės teorinius aspektus ir atskleisti elektroninės prekybos svarbą.

2. Tiekimo grandinės sudedamosios dalys

Visa įmonės sėkminga veikla yra neatsiejama nuo tinkamo tiekimo grandinės valdymo, o norint kažką tinkamai strategiškai planuoti, reikia tai

labai gerai išmanyti. Juk kiekvienos įmonės pagrindinis tikslas turi būti patenkinti vartotoją, o norint tai įgyvendinti būtina suteikti kokybiškas paslaugas ir tiekti geros kokybės prekes, patiriant kuo mažiau sąnaudų.

Tiekimo grandinė – tai įmonių tinklas ar nepriklausomas verslo vienetas, kurį sudaro grandys nuo tiekėjų iki pagrindinių prekės vartotojų, kurių ryšiai yra labai glaudžiai susiję, tiek funkcijos, tiek ištekliai priklausomi vieni nuo kitų [1]. Ji kaip vienos produktų šeimos judėjimas nuo pagrindinių šaltinių iki galutinių vartotojų, kurie nukreipia informaciją ir yra valdomi įmonių partnerių [4]. Kiekvienoje tiekimo grandinės stadijoje svarbiausia, kad būtų užtikrinamas tęstinumas ir suderinamumas, nes vienos grandies kliūtis sukeltų atitinkamą grandininę reakciją, kadangi ši grandinė sudaro labai glaudžiai tarpusavyje susijusią sistemą. Tiekimo grandinė apima veiklą, susijusią su tiekėjais bei gamintojais, kurie bendradarbiauja su prekybininkais, tai yra mažmenininkais ir didmenininkais, per kuriuos prekės atkeliauja iki galutinių prekybos taškų ir pasiekia visus vartotojus (žr. 1 pav.). Iškilus kliūtims vienai iš šių grandžių, kitų grandžių veikla taip pat sutriktų.

1 pav. Tiekimo grandinė

Tad tiekimo grandinę galima būtų laikyti ir tam tikrų įmonių veiklos sistema, kurią sudaro visi procesai: logistika, informacijos srautas ir grįžtamoji logistika [1]. Tačiau norint optimizuoti visus procesus įmonėje (žr. 1 lentelę), svarbu užtikrinti, kad būtų nuolatinė jų stebėsena ir gerinimas, nes šiuolaikiniame pasaulyje technologijos užima labai svarbią vietą įmonių veikloje, dėl to vyksta procesų sparta ir aiškumas.

1 lentelė

Tiekimo grandinėje vykstantys procesai

Tiekėjai	**Gamintojai**	**Sandėlyje vykstantys procesai**	**Prekybos taškai**
Tiekėjų paieška	Prekių užsakymai	Produkcijos atvežimas	Mažmeninė prekyba
Preliminari atranka	Atsargų lygio ir kokybės nustatymas	Atvežtos produkcijos aptarnavimas	Didmeninė prekyba
Vertinimas		Sandėliavimas	Prekybos tinginiai
Derybos		Užsakymų surinkimas	Viešieji pirkimai
Sutarčių sudarymas		Užsakymų išvežimas	Elektroninė prekyba
Stebėsena			

Nuolatinių veiklos tobulinimų dėka galima ne tik užtikrinti įmonių pelno augimą, bet ir sąnaudų mažinimą.

3. Elektroninės prekybos svarba tiekimo grandinėje

Elektroninė prekyba – tai prekybos būdas, kai pirkimai ir pardavimai persikelia į internetinę erdvę, šis būdas leidžia efektyviai išnaudoti turimus resursus ir juos sutaupyti – laiką ir pinigus [3].

Kurie tiekimo grandinėje vykstantys procesai bus pagrindiniai ir dominuojantys, labai priklauso nuo įmonės vykdomos veiklos, jos specifikos ir teikiamų prioritetų. Šiuolaikinėje tiekimo grandinėje labai dažnai prekybos grandis persikelia į elektroninę erdvę, nes šiuolaikinio vartotojo dažnai netenkina ribotas asortimentas jo gyvenamosios teritorijos apribotose fizinės prekybos vietose. Pandemijos akivaizdoje įsigyti prekes elektroninėse parduotuvėse tapo greičiau negu laukti, kol bus panaikinti ribojimai tam tikroms fizinėms parduotuvėms; iškilo ypač didelis poreikis įsigyti prekes be kontakto.

Epidemiologinei padėčiai Lietuvoje prastėjant dėl COVID-19 viruso plitimo, 2020 m. birželio 10 d. šalyje buvo nuspręsta įvesti karantino režimą. Mūsų šalies verslininkai pasirodė palaikantys ir susikoncentravę: jau per pirmąją karantino savaitę plėtros agentūros „Versli Lietuva“ duomenimis savo jėgas suvienijo daugiau nei 700 elektroninių parduotuvių, norinčių padėti įmonėms išsilaikyti. Buvo suburti mentoriai, siekiantys padėti verslui ir sukurta internetinė svetainė www.internetekarantinonera.lt, kurioje teikiama pagalba, kuriant ir vystant savo verslą internetinėje erdvėje. Šalyje uždarius beveik visas parduotuves, įmonėms neliko nieko kito, kaip tik priimti greitus sprendimus ir perkelti prekybą į elektroninę erdvę [5].

Būtent internetinė prekyba leidžia palengvinti daugelį procesų. Kaip teigia autoriai Nath ir Standing [6] pagrindiniai IT naudojimo veiksniai yra:

- bendras tiekimo grandinės sąnaudų mažėjimas;
- operacijos, ciklo atlikimo laiko sutrumpėjimas;
- padidėję operaciniai pajėgumai;
- pagerėję santykiai su partneriais;
- informacijos prieinamumas realiuoju laiku;
- aukštos kokybės paslaugų teikimas;
- rinkos pasidalijimas ir plėtra;
- geresnis sprendimų priėmimas;
- rizikos pasidalijimas su partneriais.

Tad internetinės prekybos pagalba galima pasiekti ir sąnaudų mažėjimo tiekėjui, ir patenkinti klientus dėl sutrumpėjusio operacijos atlikimo laiko, dėl ko gerėja santykiai tiek su tiekėjais, tiek su klientais, kurie gauna norimą prekę greičiau nei tai vyktų per ilgąją tiekimo grandinę.

Skaitmeninė ekonomika Lietuvoje vis labiau vystosi. Išnagrinėjus Lietuvos statistikos departamento duomenis, matyti, kad pardavimų e. tinklais apimtys, palyginti Lietuvos įmonių apyvarta, auga (žr. 2 pav.) [7].

2 pav. Pardavimų e.tinklais apimtys, palyginti su visa apyvarta

Šios pardavimų apimtys pradėjo didėti jau nuo 2014 m., kai pasiekė 9,9 proc. įmonių pardavimų, o 2017 m. jau siekė net 13 proc. pardavimų. Tai rodo spartų internetinės prekybos augimą – beveik 50 proc. 2019 m. pardavimų e.tinklais apimtys buvo beveik 14 proc., t. y. 1,3 proc. didesnės nei 2018 m. Kaip rodo statistika, labiausiai išaugo informacijos ir ryšių bei apgyvendinimo ir maitinimo paslaugas teikusių įmonių pardavimų apimtys.

Tikėtina, kad jos augs vis sparčiau, nes įmonių, pardavusių e. tinklais, dalis pagal įmonių dydžio grupes statistikos departamento duomenimis auga (žr. 3 pav.).

Lietuvos statistikos departamentas pateikia duomenis, kad 2019 m. net 29,2 proc. įmonių naudojo elektroninius tinklus pardavimams. Iš jų 36,5 proc. sudarė didžiosios įmonės, kuriose dirbo 250 darbuotojų ir daugiau, 29,3 proc. buvo vidutinės įmonės, turėjusios 50–249 darbuotojus, o mažos įmonės sudarė 28,9 proc., kuriose dirbo 10–49 darbuotojai [7].

Internetu pirkusių asmenų skaičius nepaliaujamai auga, o per pastaruosius metus ši tendencija ypač ryški. Oficialios statistikos portalo duomenimis asmenų, kurie pirko ar užsisakė prekių ir paslaugų internete, skaičius nuo 2011 m. paaugo daugiau nei 38 proc. (žr. 4 pav.).

Išnagrinėjus statistinius duomenis, pateiktus 4 paveiksle matyti, kad internetinės prekybos populiarumas, vystantis technologiniams procesams, turi tendenciją augti. Taip pat labai spartus šuolis įvyko pirmojo karantino laikotarpio metais (2020 m.), kada prekes ar paslaugas internetu užsisakinėjo beveik 54 proc. respondentų. Tais metais, lyginant su pieš tai buvusiais,

asmenų, pirkusių ar užsisakiusių prekes ar paslaugas internetu, skaičius padidėjo 5,4 proc. [8].

3 pav. Įmonių, pardavusių e.tinklais, pagal įmonių dydžio grupes

4 pav. Asmenys, pirkę ar užsakę prekių ir paslaugų internetu

Autorės Stankevičiūtė ir Čiarnienė [9] savo moksliniame darbe teigia, kad organizacijoms tapti efektyvesnėms rinkoje bei generuoti daug didesnes apyvartas nei tradiciniame versle leidžia elektroninis verslas. Jos taip pat teigia, kad šio verslo tipo taikymas gali sumažinti prekių užsakymo vartotojui pristatymo laiką ir padidinti įmonės efektyvumą, bei pardavimus; dar jos pabrėžia, kad tai gali padėti sumažinti atsargų ir padidinti platinimo kanalų efektyvumą.

4. Internetinės prekybos suaktyvėjimas Europoje

Internetinė prekyba sparčiai auga ne tik Lietuvoje, bet ir visoje Europoje, nes pandemijos mąstai yra jaučiami visur, ir įmonės persiorientavo, prisitaikė prie esamos sunkios situacijos.

Įmonių, naudojančių internetą prekėms ar paslaugoms parduoti, daugelyje didžiųjų Europos šalių pajamos, gaunamos iš mažmeninės prekybos (žr. 6 pav.) elektroninėje erdvėje, vis sparčiau auga ir sudaro vis didesnę pajamų dalį.

2 pav. Europos įmonių internetinės mažmeninės prekybos vidurkis

Statista.com internetiniame puslapyje pateikia visos Europos duomenis, kurie rodo, kaip keitėsi internetinės mažmeninės prekybos dalis nuo 2014 m. iki 2021 m. prognozavimo. Iš pateiktų duomenų galima aiškiai matyti išskirtinį augimą 2020 metais, kada įmonės, paskelbus karantino ribojimus, buvo priverstos perkelti prekybą į internetą, o vartotojai puikiai prisitaikė ir pirko prekes [10].

Naujausios prognozės leidžia daryti išvadą, kad Europos elektroninės prekybos rinka ir toliau sparčiai ir dinamiškai kils, o 2021 m. prognozuojamos pajamos gali siekti daugiau nei pusę trilijono JAV dolerių. Taip yra todėl, kad net 80 proc. ES elektroninės prekybos įmonių jau nėra naujokės šioje srityje, kurios ir toliau sėkmingai dirba, tobulindamos internetinę prekybą ir ją plėsdamos [10].

Taigi tiekimo grandinė yra labai sudėtingas ir platų spektrą paslaugų ir funkcijų apimantis procesas, kuris nuolat plečiasi, kinta ir tobulėja. Tad norint būti sėkmingai dirbančia įmone, būtina prisitaikyti prie dinamiškos aplinkos. Elektroninė prekyba kuo toliau, tuo labiau veržiasi į visų gyvenimus ir jau yra tapusi neatsiejama kasdienine vartotojų ir tiekėjų gyvenimo dalimi. Nebijanti pokyčių, priėmusi iššūkius ir išsikėlusi tinkamus tikslus, įmonė gali dar labiau sustiprinti savo poziciją rinkoje. Karantino laikotarpiu vienos

įmonės užsidarė ir bankrutavo, o kitos, prisitaikiusios, kūrėsi ir klestėjo, radusios nišą, pvz., apsauginių kaukių bei respiratorių pardavimų apimtys išaugo todėl, nes kiekvienam tai tapo būtinybe. Tad kuriant savo verslą ar norint išlaikyti esamą, visada reikia atsižvelgti į esamą situaciją ir aplinkybes bei pristitaikyti prie jų.

5. Išvados

1. Atlikus teorinę tiekimo grandinės analizę, galima sakyti, kad tiekimo grandinė – tai įmonių tinklas ar nepriklausomas verslo vienetas, kurį sudaro grandys nuo tiekėjų iki pagrindinių prekės vartotojų, kurių ryšiai yra labai glaudžiai susiję, tiek funkcijos tiek ištekliai priklausomi vieni nuo kitų.
2. Išanalizavus duomenis galima teigti, kad elektroninė prekyba – tai prekybos būdas, kai pirkimai ir pardavimai persikelia į internetinę erdvę, šis būdas leidžia efektyviai išnaudoti turimus resursus ir juos sutaupyti – laiką ir pinigus.
3. Išsiaiškinta, kad internetinė prekyba leidžia pagerinti daugelį procesų: sumažinti bendras tiekimo grandinės sąnaudas, sutrumpinti operacijų atlikimo laiką, padidinti operacinius pajėgumus, pagerinti santykius su partneriais, padaryti informaciją prieinamą realiuoju laiku, teikti aukštos kokybės paslaugas, pasidalinti rinkas ir plėstis, greičiau priimti sprendimus ir pasidalinti rizika su partneriais.
4. Išsiaiškinta, kad internetinė prekyba leidžia pagerinti daugelį procesų: sumažinti bendras tiekimo grandinės sąnaudas, sutrumpinti operacijų atlikimo laiką, padidinti operacinius pajėgumus, pagerinti santykius su partneriais, padaryti informaciją prieinamą realiuoju laiku, teikti aukštos kokybės paslaugas, pasidalinti rinkas ir plėstis, greičiau priimti sprendimus ir pasidalinti rizika su partneriais.
5. Taigi tiekimo grandinė yra labai sudėtingas ir platų spektrą paslaugų ir funkcijų apimantis procesas, kuris nuolat plečiasi, kinta ir tobulėja. Tad norint būti sėkmingai dirbančia įmone, būtina prisitaikyti prie dinamiškos aplinkos. Naujausios prognozės leidžia daryti išvadą, kad Europos elektroninės prekybos rinka ir toliau sparčiai ir dinamiškai kils, todėl įmonėms būtina neatsilikti ir vysti savo veiklą elektroninėje erdvėje.

Literatūra

1. BENIUŠIENĖ, I., STANKEVIČIENĖ, J. Logistikos vaidmuo tiekimo grandinėje. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos* [interaktyvus]. Šiauliai: Šiaulių universitetas, 2007, 1(8), 24–29, ISSN 1648-9098 [žiūrėta 2021-03-16]. Prieiga per: https://etalpykla.lituanistikadb.lt/object/LT-LDB-0001:J.04~2007~1367160440971/J.04~2007~1367160440971.pdf.

2. BUDRYS, N. Vertės grandinės strategijos kūrimo modeliai. *Lietuvos aukštųjų mokyklų vadybos ir ekonomikos jaunųjų mokslininkų konferencijų darbai: 22-oji respublikinė doktorantų ir magistrantų mokslinė konferencija „ES ekonomikos, finansų ir verslo procesai bei tendencijos“* [interaktyvus]. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas, 2019, 22, ISBN 2538-6778 [žiūrėta 2021-03-16]. Prieiga per: https://vdu.lt/cris/bitstream/20.500.12259/102082/2/ISSN2538-6778_2019_N_22.PG_9-17.pdf.
3. LEKNIŪTĖ, A., SIMANAVIČIŪTĖ, G., GOTAUTIENĖ, E. Pirkimas internetu skirtingose kartose. *Verslas, technologijos, biomedicina: inovacijų įžvalgos 2020: straipsnių rinkinys* [interaktyvus]. Klaipėda: Klaipėdos valstybinė kolegija, 2020, 1(11), 376–385, ISBN-2538-7383 [žiūrėta 2021-03-16]. Prieiga per: https://vb.kvk.lt/object/elaba:64887609/.
4. LODIENĖ, D. Globalios tiekimo grandinės įtaka verslo organizacijai. *Vadybos mokslas ir studijos – kaimo verslų ir jų infrastruktūros plėtrai* [interaktyvus]. Kaunas: Kauno kolegija, 2012, 3(32), 98, ISSN-1822-6760 [žiūrėta 2021-03-16]. Prieiga per: http://vadyba.asu.lt/32/ManagKaunas3(32)_20_1.pdf#page=98.
5. *Verslas keliasi į internetą: „Verslios Lietuvos“ iniciatyva subūrė beveik 700 e.parduotuvių* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-03-16]. Prieiga per: https://www.verslilietuva.lt/naujienos/verslas-keliasi-interneta-verslios-lietuvos-iniciatyva-subure-beveik-700-e-parduotuviu/.
6. NATH, T., STANDING, C. Drivers of information technology use in the supply chain. *Journal of Systems and Information Technology* [interaktyvus]. Perte: Edith Covan Universtity, 2010, 1(12), 70–84 [žiūrėta 2021-03-16]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/profile/Craig_Standing/publication/220419409_Drivers_of_Information_Technology_Use_in_the_Supply_Chain/links/0c9605370d27a4ce6c000000/Drivers-of-Information-Technology-Use-in-the-Supply-Chain.pdf.
7. *Skaitmeninė ekonomika ir visuomenė Lietuvoje (2020 m. leidimas) E. prekyba įmonėse* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-03-18]. Prieiga per: https://osp.stat.gov.lt/skaitmenine-ekonomika-ir-visuomene-lietuvoje-2020/e-prekyba-imonese.
8. *Skaitmeninė ekonomika ir visuomenė Lietuvoje (2020 m. leidimas) E. pirkėjai* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-03-17]. Prieiga per: https://osp.stat.gov.lt/skaitmenine-ekonomika-ir-visuomene-lietuvoje-2020/e-pirkejai.
9. STANKEVIČIŪTĖ, G., ČIARNIENĖ, R. E-verslo konkurencingumo teorinis modelis. *Studies in Modern Society* [interaktyvus]. Kaunas: Kauno technologijos universitetas, 2015, 6(1), 247–257, ISSN-2029-431X [žiūrėta 2021-03-16]. Prieiga per: https://www.slk.lt/sites/default/files/studijos_siuolaikineje_visuomeneje_2015.pdf#page=247.

10. *Retail E-commerce Sales as Share of Retail Trade in Selected Countries From 2014 to 2019, With a Forecast for 2020 and 2021* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-03-16]. Prieiga per: https://www.statista.com/statistics/281241/online-share-of-retail-trade-in-european-countries/.

VARTOTOJŲ ELGSENA IR JOS POKYČIAI COVID-19 PANDEMIJOS METU

Grinevičienė A.[1], Žvirelienė R.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: vartotojų elgsena, COVID-19, pandemija.

1. Įvadas

Šiandien pasauliui išgyvenant koronaviruso SARS-CoV-2 sukeltos ligos COVID-19 pandemiją, aktyviai diskutuojama apie jos poveikį individui, verslui. Neabejotinai šis virusas sukėlė pokyčių ir vartotojų elgsenoje. Mokslininkai, analizuojantys vartotojų elgseną, pažymi, jog vartotojų įpročiai įprastomis rinkos sąlygomis yra nusistovėję arba keičiasi labai nežymiai, o sveikatos krizės metu kinta iš esmės [1]. Aplinkoje, kurioje laikomasi socialinio atsiribojimo taisyklių, pastebimi pokyčiai individų veiksmuose, kuomet prioritetas suteikiamas produktams padedantiems apsisaugoti nuo viruso, perkami negendantys ir sveikatos produktai atsargai, didėja pirkinių krepšelis. Formuojasi nauji vartotojų įpročiai – dažniau perkama internetu, ieškoma pramogų ir laisvalaikio praleidimo būdų nuotolinėje erdvėje.

Labiau nei bet kada ši precedento neturinti situacija paskatino mokslininkų diskusijas, kurios objektu tampa vartotojų elgsena ir jos pokyčiai spendimų pirkti priėmimo metu COVID-19 pandemijos akivaizdoje.

Tikslas – atskleisti vartotojų elgseną ir jos pokyčius COVID-19 pandemijos metu.

Tyrimų metodas – mokslinės literatūros analizė.

2. Vartotojų elgsenos samprata

Vartotojas apibrėžiamas kaip fizinis ar juridinis asmuo, kuris nusprendžia pirkti prekę / paslaugą ir naudoja ją saviems poreikiams patenkinti [2]. Vartotojai, įsigydami prekes ar paslaugas patenkina savo poreikius ir tuo pačiu didina įmonės pardavimus ir pelną. Todėl kiekviena įmonė privalo pažinti savo vartotojus, žinoti jų savybes, poreikius ir elgsenos tendencijas tam, kad užsitikrintų sėkmingą savo veiklą.

Vartotojų elgsena yra sudedamoji žmonių elgesio dalis. Echchakoui [3] vartotojo elgesį apibrėžia kaip elgesį, kurio metu vartotojas pagal

galimybes perka ar naudoja prekes, paslaugas ir idėjas, kurios patenkina jo paties norus ar poreikius. Moon [4] teigia, kad vartotojų elgesys – tai visi tiesioginiai ir netiesioginiai veiksmai, kuriuos vartotojai atlieka siekdami įsigyti prekes ar paslaugas tam tikroje vietoje tam tikru laiku. Singh ir Singh [5] vartotojų elgesį traktuoja kaip protinių ir fizinių veiklų, susijusių su prekės / paslaugos įsigijimu ir naudojimu, visumą. Tuo tarpu lietuvių mokslininkės Pikturnienė ir Kurtinaitienė [6] teigia, kad vartotojo elgsena – vidinių ir išorinių veiksnių lemiami individų veiksmai perkant ir vartojant prekes, apimantys visą vartotojo sprendimo procesą nuo problemos atsiradimo iki vartojimo po pirkimo bei vertinimo.

Pasak Kitchen ir Proctor [7], vartotojų sprendimui pirkti poveikį daro išoriniai ir vidiniai veiksniai. Asmens pirkimo sprendimus sąlygoja vidiniai veiksniai, tokie kaip poreikis, suvokimas, nuostatos bei demografiniai kriterijai. Kultūra, subkultūra ir marketingo veiksmai priskiriami išoriniams veiksniams (žr. 1 pav.).

1 pav. Vartotojų elgsenos modelis pagal Kitchen ir Proctor [7]

Christ [8] pritaria pastarųjų mokslininkų nuomonei, kad vartotojų elgsenai įtaką daro tiek vidiniai, tiek išoriniai veiksniai, tačiau, anot mokslininko, vartotojo apsisprendimą pirkti prekę / paslaugą ypatingai lemia marketingo veiksmai susiję su preke, jos kaina, vieta ir rėmimu. Prekė / paslauga turi atitikti vartotojų poreikius, nes tai lemia jo apsisprendimą pirkti lemiamu momentu. Kaina taip pat turi didelį svorį vartotojų apsisprendimui pirkti. Čia vartotojui svarbų vaidmenį atlieka prekės kainos ir kokybės santykis. Rėmimo dėka vartotojai sužino apie prekes / paslaugas ir skatinami jas įsigyti. Tikimybė, kad vartotojas pirks prekę, kuri jam yra pateikta matomiausioje vietoje, yra didesnė.

Kotler ir Armstrong [9] nuomone, vartotojo elgsena yra kultūrinių, socialinių, asmeninių ir psichologinių veiksnių sąveikos rezultatas (žr. 2 pav.).

2 pav. Vartotojų elgsenos modelis pagal Kotler ir Armstrong [9]

Nors įmonė šių veiksnių negali kontroliuoti, tačiau jai labai svarbu juos pažinti, kas leidžia suprasti vartotoją, nuspėti jo elgesį. Autoriai kultūriniams veiksniams priskiria kultūrą, subkultūrą ir socialinę klasę; socialiniams – įtakos grupes, šeimą bei vartotojo vaidmenį ir statusą visuomenėje. Asmeniniai veiksniai, turintys įtakos prekės / paslaugos pirkimui, yra amžius, profesija, pajamos, gyvenimo būdas bei pati asmenybė. Psichologiniai veiksniai yra asmeninė pirkėjo motyvacija, požiūris, suvokimas ir individualus pirkėjo mokymosi elgesys [9].

Apibendrinant galima teigti, kad vartotojų elgsena yra sprendimo priėmimo procesas, kurio metu vartotojas atlieka protinius ir fizinius veiksmus susijusių su prekės / paslaugos įsigijimu ir naudojimu.

3. COVID-19 pandemijos įtaka vartotojų elgsenai

2020 m. kovo 11 d. Pasaulio sveikatos organizacijos (PSO) paskelbta pasaulinė ekstremali situacija dėl COVID-19 ligos plitimo skaudžiai palietė daugelį gyvenimo sričių, taip pat ir verslą. Kinta darbo specifika arba galimas jo netekimas, draudžiamos įvairios kultūrinės pramogos (stabdomas kinas, teatras, koncertai), blogėja žmonių psichinė sveikata, ribojamas socialinis gyvenimas, uždaromos valstybių sienos, mokymasis mokyklose ir studijos kolegijose ar universitetuose tampa nuotolinės, o ir pats žmonių judėjimas yra labai ribojamas. Keičiasi ir prekių / paslaugų pirkimas bei jų vartojimas,

sutrinka vartotojų pirkimo įpročiai [12]. Todėl tiek vartotojai, tiek įmonės priverstos keisti pirkimo / pardavimo strategijas.

Karantino laikotarpis išsiskiria ir tuo, kad verslas, neturėdamas tiesioginio kontakto su vartotoju, turi ieškoti būdų kaip jį pasiekti ir atvirkščiai – vartotojas turi ieškoti būdų, kaip pirkti prekę / paslaugą esant ekstremaliai situacijai.

Mokslininkai, tyrinėjantys vartotojų elgseną, pastebi vartotojų elgsenos pokyčius COVID-19 pandemijos metu, kai vartotojams tenka susidurti su saviizoliacija, socialiniu atsiribojimu bei kasdienio apsipirkimo ribojimu. Anot Sheth [7], COVID-19 pandemija paveikė vartotojų elgseną šiose srityse:

1. *Atsargų kaupimas.* Vartotojai, esant neįprastai situacijai, perka būtiniausius produktus ir kaupia jų atsargas. Tai įprasta vartotojų reakcija kiekvienos krizės metu, nes jie nėra garantuoti dėl būtiniausių prekių tiekimo užtikrinimo.
2. *Improvizacija*. Pandemijos metu keičiasi vartotojų pirkimo įpročiai, todėl natūraliai keičiasi ir vartotojų elgsena. Atsiskleidžia vartotojų kūrybiškumas, kinta vestuvių, laidojimo ir kitos tradicijos.
3. *sumažėjusi paklausa*. Krizės metu vartotojai planuoja išlaidas ne pirmo būtinumo prekėms ir (ar) paslaugoms įsigyti. Sumažėja automobilių, nekilnojamo turto, elektronikos prietaisų paklausa, atšaukiami koncertai, uždaromi sporto klubai, apribojama viešbučių ir restoranų veikla.
4. *Technologijos* atlieka svarbų vaidmenį kovoje su COVID-19 pandemija. Darbas, studijos, bendravimas, laisvalaikio praleidimas persikelia į virtualią erdvę. Vartotojai atranda ir naudoja tokias programas, kaip *Microsoft Teams* arba *Zoom*, kurių dėka vyksta nuotolinis mokymasis, studijos, gydytojų specialistų konsultacijos ir pan.
5. *Elektroninė prekyba* keičia tradicinę prekybą. Užsidarius prekybos ir paslaugų įmonėms, formuojasi naujas vartotojų įprotis – apsipirkimas internetu. Vartotojai ir elektroninės prekybos įmonės atranda abipusę naudą.
6. *Ribos tarp asmeninės ir darbo erdvės nebuvimas*. Pandemijos metu daugelis dirba, mokosi iš namų, todėl visos veiklos susipina vienoje erdvėje. Iškyla klausimas, kaip šias veiklas atskirti.
7. *Bendravimas su šeima, draugais.* Pandemijos sąlygos išryškino naujas informacinių technologijų galimybes bei paskatino jų naudojimą. Bendravimas ir bendradarbiavimas su šeimos nariais, draugais, kolegomis persikelia į skaitmeninę erdvę.
8. *Talentų atskleidimas.* Vartotojai, turėdami daugiau laisvo laiko, pradeda eksperimentuoti ir kurti, atranda naujus pomėgius.

Kim [12] COVID-19 pandemijos įtaka vartotojų elgsenai atskleidžia per didėjantį vartotojų susidomėjimą elektronine prekyba. Elektroninė prekyba nėra naujas reiškinys, tačiau pandemijos metu daugelis verslo įmonių šios prekybos formos dėka išlaiko vartotojus, o pastarieji patenkina savo poreikius

– reikiamas prekes įsigyja neišeinant *iš* namų. Mokslininkas pastebi, jog pandemijos metu dažniau atsisakoma grynųjų pinigų – pereinama prie elektorinio atsiskaitymo.

Hashem [4] taip pat pritaria minčiai, jog COVID-19 pandemija išryškino paprasto ir bekontakčio apsipirkimo poreikį, kas paskatino vartotojų sprendimą, nepriklausomai nuo jų demografinių kriterijų (lyties, amžiaus, patirties, pajamų ar kvalifikacijos), pirkti elektroninėje erdvėje (žr. 3 pav.).

3 pav. Vartotojų elgsenos pokyčiai COVID-19 pandemijos metu [4]

Dėl karantino sąlygų įvedimo, vartotojai pakeitė savo pirkimo įpročius – prioritetas teikiamas pirmo būtinumo prekėms, todėl apsipirkimų skaičius sumažėjo. Apsispręsdami ar pirkti konkrečią prekę, vis daugiau pirkėjų atsižvelgia į prekės kainą. Pandemijos metu vartotojai tapo taupesni, planuojantys savo išlaidas. Tačiau ir sveikatos krizės metu vartotojai tikisi įsigyti prekes / paslaugas, kurias pirkdavo prieš užklumpant pandemijai. Todėl verslo įmonės turi perorientuoti savo veiklą taip, kad patenkintų kintančius vartotojų poreikius ir lūkesčius karantino metu [4].

Apibendrinant galima teigti, kad COVID-19 pandemija, palietusi visas gyvenimo sritis, pakeitė ir vartotojų elgseną, nepaisant jų amžiaus, lyties, socialinio statuso.

4. Išvados

1. Moksliniame kontekste vartotojų elgsenos samprata pateikiama kaip procesas, apimantis individo veiksmus nuo problemos atsiradimo, kurią gali išspręsti prekės ar paslaugos įsigijimas, iki jos vartojimo po pirkimo bei vertinimo. Vartotojo elgsena prekės atžvilgiu neatsiejama nuo jį veikiančių vidinių ir išorinių veiksnių. Priešingai nei vidinių veiksnių, išorinių veiksnių vartotojas negali kontroliuoti ir daryti jiems įtaką.
2. Pasaulinę pandemiją sukėlęs COVID-19 virusas palietęs įvairias gyvenimo sritis, ne išimtis – ir verslą, iššaukė pokyčius vartotojų elgsenoje. Vartotojai, esant neįprastai situacijai, pirko dezinfekcines priemones, būtiniausius produktus ir kaupė jų atsargas. Didėjo vartotojų

susidomėjimas elektronine prekyba, kuomet neišeinant iš namų įsigijo pirmo būtinumo prekes, ieškojo pramogų ar laisvalaikio praleidimo paslaugų internetinėje erdvėje.

Literatūra

1. DONTHU, N., GUSTAFSSON, A. Effects of COVID-19 on business and research. *Journal of Business Research* [interaktyvus]. 2020, 117, 284–289 [žiūrėta 2021-04-20]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.06.008.
2. SCHIFFMAN, L. G, KANUK, L. L. *Consumer Behavior*. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 2000. ISBN 0130841293.
3. ECHCHAKOUI, S. Relationship between sales force reputation and customer behavior: Role of experiential value added by sales force. *Journal of Retailing and Consumer Services* [interaktyvus]. 2016, 28, 54–66 [žiūrėta 2021-04-10]. Prieiga per: doi:10.1016/jretconser.2015.07.014.
4. HASHEM, T. N. Examining the influence of COVID-19 pandemic in changing customers‘ orientation towards e-shopping. *Modern Applied Science* [interaktyvus]. 2020, 8(14) [žiūrėta 2021-04-11]. Prieiga per doi: 10.5539/mas.v14n8p59.
5. SINGH, P., SINGH, M. Fraud detection by monitoring customer behavior and activities. *International Journal of Computer Applications* [interaktyvus]. 2015, 11(111) [žiūrėta 2021-04-01]. Prieiga per: https://research.ijcaonline.org/volume111/number11/pxc3901340.pdf .
6. PIKTURNIENĖ, I., KURTINAITIENĖ, J. *Vartotojų elgsena: teorija ir praktika: vadovėlis.* Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 2010. ISBN 9789955335931.
7. KITCHEN, P. J., PROCTOR, T. *The Informed Student Guide to Marketing*. London: Thomson Learning, 2001. ISBN 13-978-1861525468.
8. CHRIST, P. *Know This: Marketing Basics.* USA: KnowThis Media, 2008. ISBN 13-978-0982072202.
9. KOTLER, P., ARMSTRONG, G. M., OPRESNIK, M. O. *Principles of Marketing*. Harlow: Pearson, 2018. ISBN 9781292220178.
10. SHETH, J. Impact of COVID-19 on consumer behavior: Will the old habits return or die? *Journal of Business Research* [interaktyvus]. 2020, 117, 280–283 [žiūrėta 2021-04-13]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.05.059.
11. KOHLI, S., TIMELIN, B., FABIUS, V., VERANEN, S. M. *How COVID-19 is Changing Consumer Behavior – Now and Forever* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-04-13]. Prieiga per: https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/industries/retail/our%20insights/how%20covid%2019%20is%20changing%20consumer%20behavior%20now%20and%20forever/how-covid-19-is-changing-consumer-behaviornow-and-forever.pdf.

12. KIM, R. Y. The Impact of COVID-19 on consumers: Preparing for digital sales. *IEEE Engineering Management Review* [interaktyvus]. 2020, 48(3), 212–218 [žiūrėta 2021-04-13]. Prieiga per: doi:10.1109/EMR.2020.2990115.

MOKINIŲ LYDERYSTĘ LEMIANTYS VEIKSNIAI ŠVIETIMO ĮSTAIGOJE

Gruodienė A.[1], Stanikūnienė B.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: lyderystė, mokyklų lyderystė, mokinių lyderystė.

1. Įvadas

Švietimas – tai veikla, kuria siekiama suteikti mokiniui visaverčio savarankiško gyvenimo pagrindus ir padėti jam nuolat tobulinti savo gebėjimus. Tiksliau, rengti moksleivius – mokyklos lyderius, kurie ateityje galėtų būti verslo, mokslo, politikos lyderiai. Švietimo įstaigoje būtina atskleisti kiekvieno individo kūrybinius gebėjimus, padėti mokiniui įgyti kompetencijų, atitinkančių šiuolaikinį kultūros bei technologijų lygį. Švietimo dokumentuose pabrėžiama, kad mokykla turi būti ta aplinka, kurioje šalia pažinimo poreikių tenkinimo, kūrybiškumo ir mokymosi visą gyvenimą gebėjimų ugdymo, ugdoma ir visų jos narių, ypač mokinių lyderystė, įgalinanti savarankiškų sprendimų kokybę ir atsakomybės prisiėmimą [1]. Lyderystės sąvoka šiandien yra plačiai paplitusi ir naudojama mokyklose. Mokykloje lyderystė plačiąja prasme suprantama kaip gebėjimas padėti mokytis kitiems, mokytis iš kitų ir paveikti kitų mokymąsi [2]. Mokslininkai sutinka, kad mokinių lyderystės skatinimas ir ugdymas – svarbiausias šiuolaikinės švietimo sistemos uždavinys [3, 4]. Šiandieniniame pokyčių bei inovacijų kupiname pasaulyje labai svarbu ne tik įsisavinti teikiamas žinias, bet dar svarbiau turėti socialinį, emocinį intelektą, ugdyti lyderystės gebėjimus. Lyderystės gebėjimų ugdymas padeda mokiniams išmokti mokytis, tobulėti, pasitikėti savimi, tobulinti savo įgūdžius, kelti sau kuo aukštesnius tikslus ir jų nuosekliai siekti. Leithwood, Harris, Hopkins [5] Crick [6] teigimu, lyderystės ugdymas bei skatinimas mokykloje padeda mokiniams labiau prisiimti atsakomybę už mokymąsi, pažangos stebėjimą, nuolatinį tobulėjimą, ateities planavimą, karjeros pasirinkimą. Lyderystės ugdymas padeda mokiniui labiau suprasti save kaip asmenybę, pasirinkti savo ateities gyvenimo kelią.

Lyderystės, kaip naujo reiškinio pedagogikoje aktualumą, svarbumą, naudingumą, moksliniuose straipsniuose, monografijose analizavo, tyrinėjo įvairūs autoriai [3, 4, 5, 8].

Lambert [2], Ubhi [10] nagrinėja, kaip į lyderystę įtraukti kuo daugiau mokyklos bendruomenės narių, skatinti ir ugdyti mokyklos vadovų, mokytojų, mokinių bei tėvų lyderystės gebėjimus mokykloje.

Tyrimų objektas – lyderystę įtakojančių veiksnių svarba mokykloje.

Tikslas – atskleisti mokinių lyderystę skatinančius veiksnius.

Uždaviniai:

1. Atlikti mokinių lyderystės sampratos analizę.
2. Atskleisti edukacinės aplinkos mokykloje poveikį mokinių lyderystei.
3. Identifikuoti mokyklos vadovų, mokytojų ir tėvų vaidmenį mokinių lyderystei.

2. Mokinių lyderystės mokykloje sampratos teorinė analizė

Lyderystės samprata, kaip reiškinys, atsirado ir buvo žinomas nuo antikos laikų. Yra gausybė skirtingų lyderystės teorijų. Antikos laikais didelis dėmesys buvo skiriamas asmeninei lyderystei. Pasak autorių Valuckienė, Balčiūnas, Katiliūtė, Simonaitienė, Stanikūnienė [3], Balkon, Goodboy, Griffin [11], atskirose kultūrose buvo skirtingas lyderystės suvokimas, buvo ieškoma atsakymų į klausimus: Kaip tampama lyderiais? Kokios yra asmeninės savybės bei charakterio bruožai, išskiriantys lyderį iš kitų? Kodėl lyderystė svarbi organizacijos, valstybės, visuomenės pažangai? Taigi lyderystės tyrinėtojų nuomone, nors lyderystės sąvoka žmonėms įvairiuose kontekstuose dažnai reiškia skirtingus dalykus, tačiau lyderystė dažniausiai apibrėžiama kaip įtakos procesas, keičiantis žmonių ar jų grupių elgseną [3, 7, 13].

Lyderystė mokykloje. Autoriai Marzano, Waters, McNulty [9] teigia, jog lyderystė yra pagrindinis mokyklos veiksmingumą lemiantis veiksnys, kuris lemia daugelio mokyklos sričių sėkmę. Šiandien lyderystės sąvoka aktuali, svarbi ne tik asmeniniam žmogaus tobulėjimui, verslo įmonių, organizacijų raidai, bet ir švietimo sistemos pažangai [2, 4]. Daug metų įvairias švietimo reformas patyrusiose mokyklose buvo svarbesnis ir akcentuojamas mokymas, teikiamos žinios nei mokymasis [7]. Įsivyravo tradicinis mokyklų funkcionavimo modelis, kuriame svarbiausia buvo informacijos perteikimas. Tačiau toks mokyklų modelis, visiems taikomas vienas mokymo metodas, nepasiteisino. Dėl vykstančių technologinių bei socialinių pokyčių, visuomenės kritikos, tradicinė mokykla turėjo keistis, pradėti ugdyti iššūkius pasirengusį priimti moksleivį, mokantį greitai reaguoti į pokyčius, spręsti problemas, produktyviai, kritiškai mąstyti, atsakingai veikti [3, 7, 10].

Ugdant lyderystę svarbu skatinti mokyklų savarankiškumą priimant sprendimus, organizuojant ugdymą, įtraukiant visus mokyklų bendruomenių narius: vadovus, mokytojus, tėvus, mokinius, siekiant bendro rezultato, kokybės įsivertinimo, pokyčių lyderystės skatinimo, tobulėjimo. Autoriai Cibulskas, Žydžiūnaitė [8], Ubhi [10] teigia, kad mokykloje yra būtinas

palankus vadovų požiūris į mokytojų ir mokinių, kitų bendruomenės narių lyderystę mokykloje, į tai, kad lyderiais mokykloje gali būti visi. Mokslininkai Cibulskas, Žydžiūnaitė [8], pateikia lyderystės mokykloje prielaidų modelį, kuriame išvardina prielaidų lyderystei atsiradimo aspektus – tai patirties skleidimo ir bendradarbiavimo svarba, lyderių augimas ir jų skatinimas. Neginčijamas kriterijus – karjeros galimybių atsiradimas ir skatinimas, kas gali būti svarbus lyderystę mokykloje lemiantis veiksnys. Kolegų, tiek mokytojų, tiek mokinių, palankus požiūris į lyderius, mokymasis iš jų, palaikymas ir pasitikėjimas taip pat ugdo lyderystę. Apibendrindami lyderystės mokykloje prielaidų modelį, autoriai Cibulskas, Žydžiūnaitė [8], pažymi, kad toks prielaidų modelis gali skirtis kiekvienoje mokykloje. Be to, kiekvienas prielaidų modelio sukūrimas mokykloje gali trukdyti atsiskleisti lyderystei arba priešingai, ją skatinti. Todėl tiek mokyklos vadovai, tiek kiti bendruomenės nariai turi pasirinkti, koks modelis ir jo prielaidos jų organizacijai labiausiai tinka skatinant ir ugdant lyderystę.

Lyderystės vystymuisi mokykloje labai svarbus visų bendruomenės narių, taip pat ir mokinių, įsitraukimas. Mokinių lyderystės ugdymas, kaip jau minėta, yra vienas iš pagrindinių uždavinių šiuolaikinėje mokykloje. Autorių Hay, Dempster [7] lyderystės apibrėžime teigiama, kad tai daugialypis darinys, apimantis daugybę tarpusavyje susijusių pažinimo gebėjimų: mokėjimo mokytis, kritiškai mąstyti, dirbti komandoje, priimti sprendimus, išsikelti tikslus, planuoti laiką, bendrauti bei bendradarbiauti, spręsti konfliktus, pasitikėti savimi. Tai ir skatina mokinius tapti lyderiais.

Mokinių lyderystės skatinimas ir ugdymas – svarbiausias šiuolaikinės švietimo sistemos uždavinys [5, 6, 13]. Tiek mokslininkai, tiek švietimo atstovai, psichologai pripažįsta, kad šiandieniniame pokyčių bei inovacijų kupiname pasaulyje labai svarbu ne tik įsisavinti teikiamas žinias, bet dar svarbiau turėti socialinį, emocinį intelektą, ugdyti lyderystės gebėjimus [7]. Lyderystės gebėjimų ugdymas padeda mokiniams išmokti mokytis, tobulėti, pasitikėti savimi, tobulinti savo įgūdžius, kelti sau kuo aukštesnius tikslus ir jų nuosekliai siekti. Leithwood, Harris, Hopkins [5], Crick [6] teigimu, lyderystės ugdymas bei skatinimas mokykloje padeda mokiniams labiau prisiimti atsakomybę už mokymąsi, pažangos stebėjimą, nuolatinį tobulėjimą, ateities planavimą, karjeros pasirinkimą. Lyderystės ugdymas padeda mokiniui labiau suprasti save kaip asmenybę, pasirinkti savo ateities gyvenimo kelią [2, 5, 9, 15]. Šiandien visos ugdymo įstaigos siekia išugdyti kūrybišką, kritiškai mąstančią, nuolatos tobulėjančią asmenybę [9]. Siekia, kad mokiniai taptų savo gyvenimo šeimininkais, keltų sau kuo aukštesnius tikslus tiek mokydamiesi, tiek ugdydamiesi, tiek siekdami asmeninių tikslų [4, 8, 17]. Tada jie įgytų kuo daugiau žinių, įgūdžių, būtų motyvuoti, pasitikintys savimi, patriotai, mylintys ir tausojantys savo šalį, būtų lyderiai, kurie įkvepia ir motyvuoja aplinkinius. Be to, tai turėtų įtakos ne tik mokymuisi, bet ir lyderio savybių formavimuisi profesinėje veikloje, kasdieniniame gyvenime, šeimos santykiuose, įvairių bendruomenių darbe. Taip yra todėl, kad lyderystė

laikoma mokymosi, tobulėjimo visą gyvenimą dalimi. Teigiamos mokinio lyderystės galimybės ir patirtis mokykloje palengvina jaunimo kelią į brandą, savarankiškumą, atsakomybės suvokimą [12, 13, 14, 17].

Mokinių lyderystės mokykloje sampratą yra analizavę tyrėjai [2], [13] apibrėžia šią lyderystę kaip tikslingą abipusį tobulėjimą bendruomenėje, nes mokymasis ir lyderystė yra tarpusavyje glaudžiai susiję. Pasak autorių, mokyklų, kurios yra pasiekusios aukštą lyderystės lygį, mokiniai labiau motyvuoti ugdytis, lavėti bei mokytis, siekia tapti lyderiais. Besimokanti mokyklos bendruomenė sukuria mokiniams reikalingą aplinką, kurios dėka mokiniai turi galimybę dalyvauti lyderystę skatinančiose veiklose, kurios padeda formuotis požiūriui, kultūrai, kritiškam mąstymui, mokymuisi ir tobulėjimui. Martusevičienė [13] taip pat pabrėžia, kad, ugdydamos mokinių lyderystės gebėjimus, mokyklos turi siekti geresnių mokymosi rezultatų ir kurti palankią aplinką mokinių ugdymuisi. Mokslininkai [2, 13] mokinių lyderystės raišką tyrinėjo per tokias dimensijas kaip sėkmingas mokymasis, asmeninė lyderystės orientacija, iniciatyvumas, kūrybiškumas, verslumas, komandinis darbas, nuolatinis mokymasis bei mokėjimas mokytis, požiūris į lyderystės ugdymą mokykloje.

Atlikta nemažai tyrimų, kuriuose identifikuota mokinių, demonstruojančių lyderystę, elgsenos raiška. Kaip teigia autoriai Karnes ir Bean [14], tokie vaikai rodo norą spręsti iššūkius, ieškoti kūrybiškų problemų sprendimo būdų, yra lankstūs, geba kritiškai mąstyti, suvokia sudėtingus reiškinius ir geba motyvuoti kitus. Roach ir kt. [15] sutinka, kad tokie mokiniai savo lyderystę ugdo įvairiose aplinkose kasdieninėje veikloje – su namiškiais, draugais, mokykloje, bendruomenėje. Jie geba prisiimti ir atlikti įvairius vaidmenis. Tokie vaikai nori ženkliai prisidėti prie visuomenėje sprendžiamų problemų, nes jiems svarbus pasitenkinimo rezultatais jausmas, supratimas, kad nuveikė kažką prasmingo [16]. Mokiniai lyderiai jau ir mokosi šiuolaikiškai-stengiasi ne įsiminti, bet suprasti, tad noriai diskutuoja, klausinėja, išbando, nebijo eksperimentuoti, pateikia daug idėjų [17]. Jie iniciatyvūs, veiklūs, ambicingi. Tokia mokymosi samprata atitinka šiuolaikinę mokymosi paradigmą.

3. Mokinių lyderystę skatinančios aplinkos bruožai

Moksleivių lyderystės ugdymą lemia ir švietimo įstaigos, kurioje vaikas mokosi, aplinka. Pedagogė Lambert [2] išskiria bruožus, kuriuos įgyja vaikai, kai mokyklos sukuria palankią, jaukią, draugišką mokymosi aplinką, nes tai užtikrina psichologinį atsparumą, galima teigti, jog tai ir yra savarankiškumas, problemų sprendimas, socialinės kompetencijos, aktyvus dalyvavimas mokyklos veiklose, pagalba kitiems, savanorystė, tikslo turėjimas ir jo siekimas. Mokinių pasiekimai ir rezultatai rodo, ar mokykla sudaro geras sąlygas ugdytis lyderystės gebėjimams. Mokyklos tikslas turėtų būti ne

aukštesni įvertinimų už akademines žinias rodikliai, o nuolatinis įvairių mokinių pasiekimų gerėjimas.

Hay, Dampster [7] pripažįsta, kad ir kaip stengiamasi diegti lyderystės, emocinio ugdymo svarbą šiuolaikinėje švietimo sistemoje, mokykloje dar ganėtinai sunku atrasti kryptį, kelius, kuriais einant galima sėkmingai ugdyti jauną žmogų. Vis dar yra akcentuojama žinių svarba, tačiau šiandien žinių įgijimo būdo vertė yra pakitusi, nes mokinys daug ką gali išmokti, sužinoti savarankiškai. Šiandien mokinys dažnai netgi žino daugiau negu mokytojas, todėl ugdytojui vis sunkiau taip perteikti teorines žinias mokiniams, kad juos sudomintų, kad jos būtų naudingos, įsisavintos. Daug svarbiau, kad mokinys išmoktų mokytis, tobulėti, augti, būti efektyvus, siekti savo tikslo.

Mokyklos aplinka kuria palankų psichologinį klimatą, kas labai skatina mokinių lyderystę mokymosi procese, t. y. skatina mokinius būti aktyviais, mokytis iš klaidų, eksperimentuoti, kurti idėjas, klausinėti, diskutuoti [2]. Vadinasi, mokykla turi sukurti jiems tokią edukacinę aplinką, kurioje jie galėtų išbandyti įvairius mokymosi metodus, mokytis atrandant, sudaryti sąlygas diskutuoti, kurti grupinius projektus, susitikti su įžymiais žmonėmis (ne tik klausytis mokytojo) ir išgirsti jų patirtį [18]. Taigi mokyklos aplinka – visavertis veiksnys, skatinantis mokinių lyderystės ugdymą.

4. Mokyklos vadovas, kaip mokinių lyderystės skatintojas

Švietimo lyderystė dažniausiai yra siejama su mokyklų vadovais, jų gebėjimu vadovauti, inicijuoti pokyčius organizacijoje. Pasak Ubhi [10], mokyklų vadovas, lyderis pats turi nuolatos tobulėti, mokytis, ugdyti savo kompetencijas, būti teisingas, pripažinti savo klaidas ir iš jų mokytis. Nuo vadovo lyderio savybių neatsiejamas kūrybiškumas, inovatyvumas, bendradarbiavimas, drąsa, gebėjimas įkvėpti kitus, kantrybė, atkaklumas bei atsparumas, esant reikalui, netgi nuolankumas [12]. Vadovai mokykloje yra atsakingi už visų organizacijos narių mokymąsi [3]. Mokyklų vadovams labai svarbu puoselėti ir ugdyti meilę savo mokiniams, norą jiems perteikti žinias bei patirtį, skatinti juos tobulėti, ugdyti lyderystės gebėjimus. Mokykloms kasdien keliami vis didesni reikalavimai dėl mokinių pasiekimų, todėl mokyklų vadovams būtina skatinti visuotinį, įgudimu pagrįstą dalyvavimą lyderystės veikloje. Lambert [2] teigia, kad mokyklų direktoriai turėtų vadovautis tokiais svarbiais principais, kaip mokytojams, tėvams ir mokiniams suteikia galimybe tapti lyderiais, mokyklos bendruomenei lyderystė turi teikti naudos, ugdyti visos organizacijos lyderystės gebėjimus ir svarbu, kad visi bendruomenės nariai suprastų, jog viskas priklauso nuo jų pačių. Taigi mokyklos vadovas labai svarbi figūra lyderystės ugdyme.

5. Mokytojas, kaip mokinių lyderystės skatintojas

Mokinio lyderystės supratimas ir ugdymas labai priklauso ne tik nuo švietimo vadovų požiūrio, supratimo ir gebėjimo vadovauti bei vadovavimo stiliaus [10]. Ypatingas čia ir pedagogo vaidmuo [11]. Sėkmingos lyderystės savybės, kurias turi ugdyti ir puoselėti su mokiniais dirbantys mokytojai, švietimo darbuotojai, tai pirmiausia ir jų pačių noras mokytis, tobulėti, būti kūrybiškais, domėtis naujovėmis, efektyviai bendradarbiauti su vaiko socialine aplinka, būti drąsiems, kartu ir nuolankiems, nuolat ugdytis kantrybę, atkaklumą, nuoseklumą – visapusiškai tobulėti. Mokytojo lyderio vaidmuo yra labai svarbus kuriant santykius su mokiniais [11]. Pasak Cibulsko, Žydžiūnaitė [8] mokytojas, bendraudamas su mokiniais, kartu būdamas autoritetingu lyderiu, gali jiems daryti didelę įtaką, skatinti siekti geresnių rezultatų, suteikti visokeriopą pagalbą. Mokytojas – lyderis neabejotinai turi daug didesnį poveikį mokiniams negu tas mokytojas, kuris nėra lyderis. Autoriai [2, 8, 12] nurodo, kad šiame lygmenyje galima išskirti tokias galimas mokytojo lyderystės sritis: lyderystė pamokoje, lyderystė neformalių užsiėmimų metu, pagalba mokiniui renkantis tolesnę karjerą, pagalba mokiniui mokymo(si) procese, mokinių saugumo užtikrinimas, mokinių vertinimas. Kiekviena sritis yra labai svarbi, ją galima apibrėžti kaip pasidalintą lyderystę, kada pedagogas dalijasi savo gebėjimais, patirtimi, žiniomis su savo mokiniais [2, 4, 8].

6. Tėvai, kaip mokinių lyderystės skatintojai

Pasak Hargreavers, Fink [4], mokinių lyderystės ugdyme kaip lygiaverčiai partneriai privalo dalyvauti ir moksleivių tėvai. Autoriai Cibulskas, Žydžiūnaitė [8] pabrėžia, kad lyderystės ugdyme bei skatinime mokykloje labai svarbus tėvų vaidmuo. Mokyklų vadovams reikia įgalinti mokinių tėvus prisidėti prie mokyklos vizijos kūrimo, veikimo karu su mokyklos bendruomene. Tėvai nuolat turi būti skatinami atstovauti mokinių interesams, nuoširdžiai prisidėti prie vaikų „auginimo“ mokykloje, ugdyti jų lyderystės įgūdžius. Lambert [2] teigia, kad labai svarbu mokykloms mokinių tėvus įtraukti ne tik kaip progomis dalyvaujančius mokyklos veikloje ar tik teikiamos informacijos ar paslaugų gavėjus, bet būtina užmegzti abipusio bendradarbiavimo ryšius, skatinti abipusę partnerystę. Bendradarbiavimas įgalina tėvus tapti visaverčiais mokyklos partneriais, mokytis vieniems iš kitų, dalyvauti priimant sprendimus, veikti komandoje, inicijuoti pokyčius, spręsti problemas. Svarbu, kad tėvai pasidalytų ir prisiimtų atsakomybę kartu su mokyklos bendruomene dėl vaikų mokymo(si), pažangos bei tobulėjimo. Be to, labai svarbu, kad tėvai ir savo pavyzdžiu tiek namie, tiek aktyviai dalyvaudami mokyklos gyvenime ugdytų bei skatintų mokinių lyderystę.

7. Išvados

1. Lyderystės samprata moksliniuose tekstuose skiriasi, tačiau bendrąja prasme ji apibrėžiama kaip lyderio įtakos procesas, sąlygotas jo asmenybės ir kompetencijų raiškos bei keičiantis jo paties (lyderio) bei jo pasekėjų požiūrius, įsitraukimą ir motyvaciją dalyvauti veikloje ar ugdytis. Lyderystės reiškinys analizuojamas lyderio ir jo pasekėjų sąveikos bei tam tikros situacijos arba konteksto perspektyvoje.
2. Lyderystė švietimo įstaigoje daugeliu atveju siejama su mokyklos vadovo lyderystės raiška, tačiau pasidalytosios lyderystės požiūriu mokyklos sėkmei, o ypač mokinių pasiekimams, yra svarbi ir kitų mokyklos bendruomenės narių – pedagogų, mokinių, mokinių tėvų – lyderystė. Mokinių lyderystė šiuo požiūriu traktuojama kaip sėkmingą mokymąsi mokykloje, savarankiškumą, atsakomybę, gebėjimą mokytis už mokyklos ribų įgalinantis reiškinys, grįstas tiek paties mokinio iniciatyvumu, tiek stipriai sąlygotas edukacinės aplinkos ir joje dalyvaujančių subjektų lyderystės. Neretai mokinių lyderystė peržengia mokyklos ribas, nes lyderiaujantys mokiniai yra imlūs ir motyvuoti imtis visuomenėje kylančių iššūkių sprendimo.
3. Moksleivių lyderystės ugdymą įtakoja ir švietimo įstaigos, kurioje vaikas mokosi, aplinka ir tikslingai pedagogo kuriama edukacinė aplinka, kuri turėtų būti orientuota į mokymosi paradigmoje akcentuotą kritinio mąstymo ugdymą, mokymo ir mokymosi interaktyvumą, įvairios gyvenimiškos patirties refleksiją ir pan. Edukacinės aplinkos kūrėjas – pedagogas lyderis – darantis tiesioginį poveikį mokinio lyderystės ugdymui. Nemažiau svarbūs ir kiti mokyklos bendruomenės nariai – mokyklos vadovas ir mokinių tėvai kaip lyderiai – savo pavyzdžiu galintys prisidėti prie mokinio lyderystės vystymosi.

Literatūra

1. LIETUVOS RESPUBLIKOS ŠVIETIMO IR MOKSLO MINISTERIJA. *Valstybinė švietimo 2013–2022 metų strategija.* Vilnius, 2014, 20–30. ISBN 978-9986-03-671-5.
2. LAMBERT, L. *Lyderystės gebėjimai ir tvari mokyklų pažanga*. Švietimo ir mokslo ministerijos Švietimo aprūpinimo centras, 2011, 97–114. ISBN 978-9955-920-95-3.
3. VALUCKIENĖ, J., BALČIŪNAS, S., KATILIŪTĖ, E., SIMONAITIENĖ, B., STANIKŪNIENĖ, B. *Lyderystė mokymuisi: teorija ir praktika mokyklos kaitai.* Monografija. Šiauliai, 2015, 19–46. ISBN 978-609-8176-00-1.
4. HARGREAVER, A., TINK, D. *Tvarioji lyderystė. Ar tam, ką kuriate, lemta išlikti?* VERSA / THE BOOK, 2008, 21–27. ISBN 978-9955-837-01-5.

5. LEITHWOOD, K., HARIS, A., HOPKINS, D. *Seven Strong Claims About Successful School Leadership Revisited* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2021-03-17]. Prieiga per: https://doi.org/10.1080/13632434.2019.1596077.
6. CRICK, R. D. Learning how to learn: The dynamic assessment of lerning power. *The Curriculum Journal* [interaktyvus]. 2007 [žiūrėta 2021-03-20]. Prieiga per: http://garyduke.pbworks.com/w/file/fetch/68175719/deakin.pdf.
7. HAY, I., DAMPSTER, N. *Studant Leadership Development Trough General Clasroom Activities. Griffith University* [interaktyvus]. 2004 [žiūrėta 2021-03-05]. Prieiga per: https://research-repository.griffith.edu.au/bitstream/handle/10072/2080/25690_1.pdf?sequence=1.
8. CIBULSKAS, G., ŽYDŽIŪNAITĖ, V. *Lyderystės vystymosi mokykloje modelis*. Vilnius, 2012, 28–50. ISBN 978-9955-786-57-3.
9. MARZANO, R. J., WATERS, T., MCNULTY, B. A. *Veiksminga mokyklų lyderystė. Nuo mokslinių tyrimų iki rezultatų*. Vilnius, 2011, 11–24. ISBN 978-9955-20-617-0.
10. UBHI, S. S. *Pupils as Leaders: The Role of Sciens, Technology, Engineering and Mathematics Leadership Qualification in Promoting Pupil Leadership* [interaktyvus]. University of Birmingham, 2017 [žiūrėta 2021-03-25]. Prieiga per: https://etheses.bham.ac.uk/id/eprint/8393/1/Ubhi18EdD.pdf.
11. BALKON, S., GOODBOY, A. K., GRIFFIN, D., J. *Teacher Leadership and Intellectual Stimulation: Improving Students Approaches to Studying through Intrinsic Motivation. Communication Research Reports.* [interaktyvus]. 2011 [žiūrėta 2021-03-25]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/profile/Alan-Goodboy/publication/254264382_Teacher_Leadership_and_Intellectual_Stimulation_Improving_Students%27_Approaches_to.
12. BANDZEVIČIENĖ, R. *Inovacijų vadybos psichologija. Metodinė priemonė* [interaktyvus]. Mykolo Romerio universitetas, Vilnius, 2011 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: https://moodle.ktu.edu/pluginfile.php/266860/mod_resource/content/3/Inovaciju_vadybos_psichologija_metodine.pdf.
13. MARTUSEVIČIENĖ, L. *Gimnazijos mokinių lyderystės ugdymas kaip palankios socioedukacinės aplinkos kūrimo strategija* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2021-04-1]. Prieiga per: http://dx.doi.org/10.15823/su.2014.07.
14. KARNES, E. A, BEAN, S. M. *Leadership and the Gifted. Focus on Exceptional Children.* 2017, 29(1), 1–12.
15. ROACH, A. A, WYMAN, L. T., BROOKES, H., CHAVEZ, C., HEATH, S. B., VALDES, G. *Leadership Giftedness: Models Revisited. Gifted Child Quarterly.* 1999, 13–23.
16. RAMEY, D. A. *Gifted Leadership. Roeper Review*. 1991, 14, 16–19.

17. BISLAND, A. *Developing Leadership Skills in Young Gifted Students.* [interaktyvus]. 2004 [žiūrėta 2021-04-09]. Prieiga per: https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ682651.pdf.
18. HENRY, L. *Does Giving Pupils Leadership Roles Within Extra – Curricular PE Clubs Improve Their Leadership Skills Within Curriculum – Time PE Lessons?* [interaktyvus]. University of East London, 2019 [žiūrėta 2021-04-10]. Prieiga per: https://repository.uel.ac.uk/download/9afb584adf1196e90f6a71bd81bd05b9aae90b8369ef839cfdb61a053ff5445f/526598/RITE%20May%202019%20Henry.pdf.

EMOCINIS INTELEKTAS: SUVOKTIS IR POVEIKIS DARBO REZULTATAMS

Jučienė R.[1], Kvedaraitė N.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: emocinis intelektas, emocinio intelekto samprata, emocinio intelekto poveikis darbo rezultatams.

1. Įvadas

Temos ištirtumas. Šiuolaikiniame verslo pasaulyje vis dažniau diskutuojama emocinio intelekto tematika, pabrėžiama jo reikšmė ir svarba vadovų ir darbuotojų sėkmingos veiklos kontekste. Moksliniame kontekste tiek nacionaliniu, tiek tarptautiniu mastu ši tema nagrinėjama jau keletą dešimtmečių. Atliktų mokslinių tyrimų rezultatai atskleidžia, kad vadovų emocinis intelektas daro poveikį įmonės veiklos rezultatams [3, 4], darbuotojų darbo rezultatams [1, 5, 6, 7], darbuotojų įsitraukimui [8, 9, 10, 11, 12, 13], emocinis intelektas veikia ir pačių darbuotojų veiklos rezultatus [2, 14, 15, 16, 17, 18], o mokymų reikšmė ugdant emocinį intelektą yra neginčytina [19, 20].

Temos aktualumas. Emocijos, jų svarba žmogaus gyvenime ir jų ryšys su individų elgesiu, moksliniu lygiu buvo pradėta tirti XX a. Anksčiau emocijos buvo laikomos privačiu asmens reikalu, buvo nepageidautinos darbinėje aplinkoje, o pasiekimai darbe buvo siejami tik su aukštu intelekto koeficientu [5]. Vėliau emocinis intelektas tapo svarbus tiek akademinių, tiek verslo tyrimų požiūriu [2]. Dabartiniu metu emocijos darbo vietoje vaidina svarbų vaidmenį organizacijoje, gali paveikti darbuotojų nuotaiką ir bendrą požiūrį į profesinę veiklą. Tai aktualizuoja emocinio intelekto darbo vietoje svarbą. Moksliniuose darbuose pažymima, kad emocinis intelektas yra siejamas su veiklos gerinimo potencialu, todėl jis organizacijose įgyja vis didesnę reikšmę [6]. Nepaisant didėjančio mokslinių tyrimų, susijusių su emociniu intelektu, kiekio ir šios praktikos populiarinimo, emocinis intelektas yra prieštaringai vertinamas psichologinis konstruktas, kurio visapusiška suvoktis ir poveikis darbo rezultatams reikalauja išsamesnių tyrimų.

Temos naujumas. Emocinio intelekto tema yra plačiai nagrinėjama moksliniuose darbuose ir tyrimuose [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Pasirinktos temos naujumą galima grįsti tuo, kad emocinio intelekto poveikis vadovų ir darbuotojų darbo rezultatams nėra kompleksiškai tyrinėtas.

Tikslas: išnagrinėti emocinio intelekto sampratą ir remiantis moksliniais tyrimais pagrįsti jo poveikį darbo rezultatams.

2. Emocinio intelekto samprata

Emocijos yra žmonių reakcija į jų aplinkos sąlygas, kurias lemia minčių, jausmų ir veiksmų derinys. Emocijos apima jausmus, nuotaikas, afektus, aistrą ir padeda susitelkti į geresnio rezultato ir tikslų pasiekimą [22]. Emocijos yra galingas būsimo elgesio motyvas, būtinas racionaliam mąstymui [1].

Emocinis intelektas mokslinėje literatūroje yra traktuojamas įvairiai. Atlikus mokslinės literatūros analizę, buvo išskirti penki esminiai požiūriai į emocinį intelektą: emocijų valdymo procesas [4, 7, 22, 23, 26, 27, 28, 29]; įgūdis / įgūdžių rinkinys [27, 29, 30]; emocinės kompetencijos / kompetencijų rinkinys [31, 32; 33]; asmenybės bruožų rinkinys / derinys [34, 35]; individo emocinės charakteristikos / emocinės reakcijos [6, 19, 34].

Pirmasis požiūris emocinį intelektą sieja su emocijų valdymo procesu, t. y. gebėjimu aptikti, atpažinti, suvokti, interpretuoti, panaudoti, valdyti, stebėti, kontroliuoti ir vertinti savo jausmus ir emocijas [4, 7, 22, 23, 27, 28, 29]. Ši koncepcija yra siejama su emocijų suvokimu ir naudojimu [29]. Savęs valdymą, kaip emocinio intelekto dedamąją savo darbuose analizuoja įvairūs mokslininkai [4, 5, 8, 15, 22, 27, 28, 34]. Analizuojant sampratas pastebima, kad emocinis intelektas yra siejamas ne tik su savo, bet ir su kitų asmenų (kolegų, bendradarbių, klientų ir pan.) emocijų valdymu, t. y. akcentuojamas santykių aspektas [22, 28]. Mokslinėje literatūroje taip pat pabrėžiama, kad emocinis intelektas yra gebėjimas naudoti emocijas efektyviam pažintiniam informacijos apdorojimui [22] ir efektyviam jos panaudojimui [15].

Antrąjį požiūrį atstovaujantys mokslininkai [27, 29, 30] emocinį intelektą apibūdina kaip įgūdį arba įgūdžių rinkinį. Vieni pirmųjų emocinį intelektą kaip įgūdžių rinkinį apibūdino Salovey ir Mayer [29] (visgi vėlesniuose jų darbuose emocinis intelektas apibrėžtas kaip emocijų valdymo procesas ir susietas su gebėjimais). Šie autoriai emocinį intelektą suvokia kaip įgūdžių rinkinį, kuris prisideda prie tikslaus emocijų įvertinimo ir išraiškos savyje ir kituose, efektyvaus emocijų reguliavimo savyje ir kituose bei jausmų panaudojimo motyvuojant, planuojant ir pasiekiant savo gyvenime [29]. Emocinio intelekto gali būti išmokstama [30]. Tai yra afektinės srities įgūdžiai, susiję su pažintiniais elementais [36] bei emocinių ir socialinių įgūdžių komplektu [26, 27, 32], kurie turi įtakos žmogaus sugebėjimui sėkmingai susidurti su aplinkos poreikiais ir spaudimu [26].

Trečiasis požiūris emocinį intelektą sieja su emocinėmis kompetencijomis ir kompetencijų rinkiniu [6, 31, 32, 33]. Emocinis intelektas yra siejamas su šių kompetencijų demonstravimu per saviraišką, savęs valdymą, socialinį sąmoningumą ir socialinius įgūdžius [31]. Kitas autorius

detalizuoja – emocinis intelektas yra siejamas ne tik su emocijomis, bet ir socialine sfera, t. y. akcentuojamas ne tik savęs išreiškimas per emocijas, bet ir kitų asmenų emocijų supratimas [32]. Pažymėtina, kad emocinis intelektas yra būtina sąlyga emocinei kompetencijai vystyti [33]. Kiti mokslininkai, apibrėždami emocinį intelektą pabrėžia, kad emocinės kompetencijos įgyjamos ir lavinamos per išmoktus įgūdžius ir patyrimą, kas atskleidžia, jog emocinis intelektas yra išugdoma kompetencija [6].

Ketvirtąjį požiūrį atstovaujantys mokslininkai [34, 35] emocinį intelektą apibūdina kaip asmenybės bruožų rinkinį ar derinį. Emocinis intelektas yra asmenybės bruožai, susiję su emocijų suvokimu, empatija kitiems ir savireguliacija [34]. Emocinis intelektas, kaip asmenybės bruožų derinys yra ypač veiksmingas situacijose, turinčiose emocinių ir socialinių pasekmių [35].

Penktąjį požiūrį į emocinį intelektą argumentuoja mokslininkų [6, 19, 34] nuomonės, kuriomis remiantis emocinis intelektas yra tam tikros individo emocinės charakteristikos ir reakcijos. Remiantis šiuo požiūriu, emocinis intelektas yra traktuojamas kaip žmogaus emocinės reakcijos [6, 19]. Emocinis intelektas apima tokias emocines charakteristikas, kaip empatija, jausmų išreiškimas ir supratimas, nuotaikos reguliavimas, nepriklausomumas, prisitaikymas, populiarumas, gebėjimas spręsti tarpusavio santykius, atkaklumas, draugiškumas, geraširdiškumas ir pagarba [34].

Apibendrinant galima teigti, kad mokslinėje literatūroje yra pateikiama įvairių emocinio intelekto sampratų: emocinis intelektas yra suprantamas kaip emocijų valdymo procesas, įgūdis arba įgūdžių rinkinys, emocinės kompetencijos ir jų rinkinys, asmenybės bruožų rinkinys ir derinys, individo emocinės charakteristikos ir reakcijos. Visgi dažniausiai moksliniuose šaltiniuose emocinis intelektas yra traktuojamas kaip emocijų valdymo procesas, apimantis gebėjimą aptikti, atpažinti, suvokti, interpretuoti, panaudoti, valdyti, stebėti, kontroliuoti ir vertinti savo jausmus ir emocijas. Pastebėtina tai, kad emocinis intelektas yra siejamas ne tik su savo, bet ir su kitų asmenų (kolegų, bendradarbių, klientų ir pan.) emocijų valdymu, t. y. akcentuojamas santykių aspektas.

3. Emocinio intelekto poveikis darbo rezultatams: mokslinių tyrimų apžvalga

Moksliniuose tyrimuose, susijusiuose su emociniu intelektu, dažniausiai nagrinėjamas vadovų emocinis intelektas arba jo poveikis darbuotojų rezultatams [1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13] bei darbuotojų emocinis intelektas ir jo poveikis darbo rezultatams [2, 14, 15, 16, 17, 18].

Pirmąjį aspektą tyrinėjo mokslininkas Ramanauskas [3, 4], kuris nustatė, kad vadovų emocinis intelektas daro poveikį darbuotojų darbo rezultatams ir jų įsitraukimui į darbą. Autoriai Minarova ir kt. nagrinėjo emocinį vadovų intelektą šeimos versle. Tyrimo rezultatai parodė, kad šeimos

verslo vadovų emocinis intelektas yra vidutiniškai aukštas [5]. Kito tyrimo rezultatai atskleidė, kad visi vadovo emocinio intelekto elementai (savimonė, savęs valdymas, socialinis supratimas ir santykių valdymas) daro įtaką darbuotojų darbo rezultatams [1], o aukštas vadovo emocinio intelekto lygis lemia teigiamus darbuotojų rezultatus tokius kaip, darbuotojų asmeninės iniciatyvos laisvė, stipresnis vadovo paramos ir identiškumo jausmas [6]. Kituose moksliniuose tyrimuose nustatytas stiprus teigiamas emocinio intelekto ir transformacinio vadovavimo stiliaus ryšys, kas atskleidžia emocinio intelekto įtaką lyderystės sėkmei [7]. Pastebėtina ir tai, kad emocinis intelektas reikšmingai veikia vadovų efektyvumą [25] ir gali jį padidinti [24].

Moksliniuose tyrimuose atskleidžiama stipri reikšminga koreliacija tarp vadovų emocinio intelekto ir darbuotojų įsitraukimo [8, 9, 10, 11, 13]. Kitame tyrime atlikta koreliacijos analizė parodė reikšmingai teigiamą, bet silpną ryšį tarp kitų emocijų vertinimo, savo emocijų vertinimo, emocijų naudojimo ir darbuotojų įsitraukimo [12]. Kritiniais laikotarpiais, tokiais kaip COVID-19 pandemija, vadovų emocinis intelektas yra labai svarbus, siekiant sustiprinti darbuotojų įsitraukimą ir veržlumą darbe. Vadovų emocinis intelektas reikšmingai prisideda prie darbuotojų psichologinio išradingumo stiprinimo, todėl padidina jų efektyvumą, o tai dar labiau skatina aukštesnį įsitraukimo lygį [13].

Pačių darbuotojų emocinis intelektas taip pat padeda gerinti jų darbo rezultatus. Vieno tyrimo rezultatai atskleidžia reikšmingą ryšį tarp emocinio intelekto ir darbuotojų darbo rezultatų, o didžiausią įtaką darbo rezultatams turėjo tokie emocinio intelekto elementai, kaip intrapersonaliniai įgūdžiai, tarpasmeniniai įgūdžiai, prisitaikymas ir bendra nuotaika [14]. Kitame tyrime stipriausi ryšiai buvo nustatyti tarp emocinio intelekto ir savęs motyvacijos, socialinių įgūdžių ir savivokos [15]. Dar viename tyrime atskleista, kad emocinis intelektas yra teigiamai susijęs su dalijimosi žiniomis elgesiu [2]. Kitų autorių tyrimo rezultatai parodė, kad darbuotojų emocinis intelektas yra teigiamai susijęs su pasitenkinimu darbu. Taip pat nustatytas stiprus ryšys tarp darbuotojų emocinio intelekto ir jų darbo rezultatų [16]. Dar viename tyrime nustatyti reikšmingi ryšiai tarp emocinio intelekto ir darbo rezultatų, savo emocijų valdymo ir darbo rezultatų bei kitų emocijų valdymo ir darbo rezultatų [17]. Kitame tyrime nustatyta teigiama koreliacija tarp emocinio intelekto, darbo rezultatų ir darbo stažo, o emocinis intelektas gali būti naudojamas numatant darbo rezultatus [18].

Atliktų mokslinių tyrimų rezultatai atskleidžia dar vieną aspektą – emocinis intelektas yra išugdomas kaip ir daugelis kitų kompetencijų. Viename tyrime daroma išvada, kad emocinis intelektas yra išmokstamas įgūdis, kurį galima tobulinti, tačiau tokio proceso metu besimokantieji turi stipriai pasitikėti savimi [19]. Kitame tyrime nustatyta, kad tikslingai parinkti mokymai gali teigiamai paveikti emocinio intelekto lygį [20].

Apibendrinant galima teigti, kad apžvelgtų mokslinių tyrimų rezultatai atskleidžia emocinio intelekto vaidmens svarbą ir poveikį darbo

rezultatams. Moksliniuose tyrimuose nustatyta, kad vadovų emocinis intelektas daro poveikį įmonės veiklos rezultatams, darbuotojų darbo rezultatams bei teigiamai veikia jų įsitraukimą į darbą. Pačių darbuotojų emocinis intelektas taip pat padeda pagerinti jų darbo rezultatus.

4. Išvados

1. Moksliniame kontekste pateikiama didelė įvairovė emocinio intelekto sampratų ir apibrėžčių, tačiau susisteminti moksliniai šaltiniai leido išryškinti esminius požiūrius į emocinį intelektą, kuris yra suvokiamas kaip emocijų valdymo procesas, įgūdis arba įgūdžių rinkinys, emocinės kompetencijos ir jų rinkinys, asmenybės bruožų rinkinys ir derinys, individo emocinės charakteristikos ir reakcijos. Dažniausiai emocinis intelektas yra traktuojamas kaip emocijų valdymo procesas, apimantis gebėjimą aptikti, atpažinti, suvokti, interpretuoti, panaudoti, valdyti, stebėti, kontroliuoti ir vertinti savo jausmus bei emocijas. Pažymėtina tai, kad emocinis intelektas yra siejamas ne tik su savo, bet ir su kitų asmenų emocijų valdymu, emocinės informacijos apdorojimu ir panaudojimu.
2. Mokslinių tyrimų rezultatai atskleidžia emocinio intelekto svarbą ir poveikį darbo rezultatams. Moksliniuose tyrimuose nustatyta, kad vadovų emocinis intelektas daro poveikį įmonės veiklos rezultatams, darbuotojų darbo rezultatams bei teigiamai veikia jų įsitraukimą į darbą. Pastabėtina tai, kad pačių darbuotojų emocinis intelektas taip pat padeda pagerinti jų darbo rezultatus ir yra išugdomas kaip ir kitos profesinės kompetencijos.

Literatūra

1. SUIFAN, T. S., BAHJAT ABDALLAH, A., SWEIS. R. J. The effect of a manager‘s emotional intelligence on employees‘ work outcomes in the insurance industry in Jordan. *International Business Research*. 2015, 8(9), 67–82. ISSN 1913-9004.
2. NAZ, S., Li, C., NISAR, Q. A., RAFIQ, M. Linking emotional intelligence to knowledge sharing behavior: Mediating role of job satisfaction and organizational commitment. *Middle East Journal off Management*. 2019, 6(3), 318–339. ISSN 1741-0398.
3. RAMANAUSKAS, K. Vadovo emocinio intelekto ir organziacijos veiklos efektyvumo sąryšis. *Management Theory & Studies for Rural Business & Infrastructure Development*. 2012, 34, 180–187. ISSN 1822-6760.
4. RAMANAUSKAS, K. The impact of the manager’s emotional intelligence on organizational performance. *Management Theory & Studies for Rural Business & Infrastructure Development*. 2016, 38(1), 58–69. ISSN 1822-6760.
5. MINAROVA, M., MALA, D., SMUTNY, F. Emotional intelligence of managers in family businesses in Slovakia. *Administrative Sciences*

[interaktyvus]. 2020, 10(4), 84–85 [žiūrėta 2020-02-03]. Prieiga per: doi:10.3390/admsci10040084.
6. GUDONYTĖ, I., MARČINSKAS, A. Organizacinės kultūros suvokimas vadovo emocinio intelekto kontekste. *Regional Formation and Development Studies*. 2016, 2(19), 17–34. ISSN 2029-9370.
7. UGOANI, J. N. N., AMU, C. U., KALU, E. M. Dimensions of emotional intelligence and transformational leadership: A correlation analysis. *Independent Journal of Management and Production*, 2015, 2, 563–584. ISSN: 2236-269X.
8. SUEHS, D. Emotional intelligence and employee engagement: A quantitative study to explore the relationship between the emotional intelligence of frontline managers and supervisors and the degree of employee engagement of their direct reports in a tertiary care health care setting. St. Johm Fisher collage. *Educational Doctoral* [interaktyvus]. 2015, 1–163 [žiūrėta 2020-02-03]. Prieiga per: https://core.ac.uk/download/pdf/48622364.pdf.
9. KARAMUSTAFA, E. Y., KUNDAY, O. The relationship between emotional intelligence and employee engagement with moderating role of gender. *International Journal of Economics, Business and Management Research*. 2018, 2(02), 586–603. ISSN: 2456-7760.
10. VESHNE, N. A., MUNSHI, M. M. Enhancing employee engagement through emotionally intelligent leaders. *Strusi Management Review* [interaktyvus]. 2020, 13(2), 32–39 [žiūrėta 2021-02-03]. Prieiga per: doi:147748100.
11. PALMER, B. R., GIGNAC, G. The impact of emotionally intelligent leadership on talent retention, discretionary effort and employment brand. *Industrial and Commercial Training*. 2012, 44(1), 9–18. ISSN: 0019-7858.
12. DAS, S. C., ALI, W. Impact of leaders' emotional intelligence on employee engagement: experiences from banking companies in India. *Vidyasagar University Journal of Commerce*. 2015, 20, 110–123. ISSN 0973-5917.
13. ALZGOOL, M. R. H., AHMED, U., PAHI, M. H., AHMED, A. COVID-19 and work engagement: Understanding the nexus of leaders emotional intelligence, self-efficacy and resilience in the banking sector of Bahrain. *Revista Argentina de Clínica Psicológica*. 2020, 19(30), 568–586. ISSN 0327-6716.
14. CHONG, S. C., FALAHAT, M., LEE, Y. S. Emotional intelligence and job performance of academicians in Malaysia. *International Journal of Higher Education*. 2020, 9(1), 69–80. ISSN 1927-6044.
15. MOHAMAD, M., JAIS, J. Emotional intelligence and job performance: A study among Malaysian teachers. *Procedia Economics and Finance*. 2016, 35, 674–682. ISSN 2222-6990.
16. SHOOSHTARIAN, Z., AMELI, F., AMINILAR, M. The effect of labor's emotional intelligence on their job satisfaction, job performance and

commitment. *Iranian Journal of Management Studies.* 2013, 6(1), 29–45. ISSN 2222-6990.
17. PURI, K., MEHTA, M. The relationship between emotional intelligence and job performance: A study of hospitals employees. *International Journal of Scientific and Technology Research*. 2020, 9(1), 1040–1044. ISSN 2277-8616.
18. SAMBU, J. K. The impact of emotional intelligence on job performance: a case off an international school in Nairobi, Kenya. *International Journal of Innovative Research and Development*. 2019, 8(5), 127–138. ISSN 2278-0211.
19. MUNIR, M., AZAM, R. I. Emotional intelligence and employee performance: An intervention based experimental study. *Journal of Business & Economics*. 2017, 9(2), 1–19. ISSN 2075-6909.
20. ZAMMUNER, V. L., DIONISIO, D., PRANDI, K., AGNOLI, S. Assessing and training leaders' emotional intelligence, and testing its influence on leaders' employees. *Journal of Management and Change*. 2013, 30/31(1/2), 145–165. ISSN 2228-2181.
21. ORIAREWO, G. O., OFOBRUKU, S. A., TOR, Z. A. The implications of emotional intelligence on Eentrepreneurial performance: A discuss. *South Asian Journal of Social Studies and Economics*. 2019, 3(1), 1–13. ISNN 2224-5766.
22. MAYER, J. D., SALOVEY, P., CARUSO, D. R. Emotional intelligence: New ability or eclectic traits? *American Psychologist* [interaktyvus]. 2000, 63(6), 503–517 [žiūrėta 2021-03-03]. Prieiga per: doi:10.1037/0003-066X.63.6.503.
23. RAHMAN, S., UDDIN, A., RAHMAN, M. Role of emotional intelligence in managerial effectiveness: An empirical study. *Management Science Letters* [interaktyvus]. 2016, 6, 237–250 [žiūrėta 2021-04-08]. Prieiga per: doi:10.5267/j.msl.2016.1.004.
24. SADDIQUI, S. A., JAWAD, M., NAZ, M., NIAZI, G. S. K. Emotional intelligence and managerial effectiveness. *Review of Innovation and Competitivness*. 2018, 4 (1), 99–130. ISSN 2249-0302.
25. TRIPATHY, M. *Emotional Intelligence: An Overview*. Mauritus: LAP LAMBERT Academic publishing, 2018. ISBN 978-6139-85995-5.
26. ŠIMANSKIENĖ, L., RAMANAUSKAS, K. Organziacijos vadovo emocinio intelekto poveikis organizacinei kultūrai. Management theory and studies for rural business and infrastructure. *Development*. 2014, 36(2), 416–424. ISSN 1822-6760.
27. LUBBADEH, T. Emotional intelligence and leadership – The dark and bright sides. *Modern Management Review* [interaktyvus]. 2020, 27, 39–50 [žiūrėta 2021-03-03]. Prieiga per: doi:10.7862/rz.2020.mmr.5.
28. SALOVEY, P., MAYER, J. D. Emotional intelligence. *Imagination, Cognition and Personality* [interaktyvus]. 1990, 9, 185–211 [žiūrėta 2021-03-03]. Prieiga per: https://doi.org/10.2190/DUGG-P24E-52WK-6CDG.

29. BANDI, S., CHAUHAN, N. Effect of emotional intelligence on employee performance. *ISBR Management Journal*. 2019, 1(4), 1–17. ISSN 2315-7844.
30. BOYATZIS, R. E., GOLEMAN, D., RHEE, K. Clustering competence in emotional intelligence: Insights from the emotional competence inventory (ECI). *Department of Organizational Behavior, Case Western Reseve University* [interaktyvus]. 1999, 1–36 [žiūrėta 2021-03-03]. Prieiga per: https://weatherhead.case.edu/departments/organizational-behavior/workingPapers/WP%2099-6.pdf.
31. BAR-ON, R. The bar-on model of emotional-social intelligence (ESI). *Psichothema*. 2006, 18, 13–25. ISSN 0214-9915.
32. VAIDA, S., OPRE, A. Emotional intelligence versus emotional competence. *Journal of Psychological and Educational Research*. 2014, 22(1), 26–33. ISSN 2247-1537.
33. BIRKNEROVA, B., FRANKOVSKY, M., ZBIHLEJOVA, L. Emotional and social intelligence. *Emotional Intelligence: Current Evidence From Psychophysiological, Educational and Organizational Perspectives*. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2015, 239–254. ISBN 9781634635592.
34. ALEGRE, A., PEREZ-ESCODA, N., LOPEZ-CASSAM, E. The relationship between trait emotional intelligence and personality. Is trait EI really anchored within the big five, big two and big one frameworks? *Frontiers in Psychology* [interaktyvus]. 2019, 24, 1–17 [žiūrėta 2021-02-03]. Prieiga per: https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00866.
35. GOLEMAN, D. Issues in paradigm building. *The Emotionally Intelligent Workplace: How To Select, Measure, and Improve Emotional Intelligence in Individuals, Groups and Organizations.* San Francisco: John Wiley & Sons, Inc. 2001, 13–26. ISBN 9780470250846.

VARTOTOJŲ LOJALUMĄ VEIKIANTYS VEIKSNIAI

Karmonaitė-Kvedarienė E.[1], Žostautienė D.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: lojalumas, vartotojai, veiksniai.

1. Įvadas

Dėl visame pasaulyje didėjančios globalizacijos įmonės yra suinteresuotos didesnį dėmesį skirti vartotojų lojalumo didinimui. Vartotojų lojalumas yra vienas svarbiausių kiekviename versle, nes jis įtakoja įmonių pranašumą prieš kitas įmones. Dėl šios priežasties pagrindinis įmonių tikslas ir tapo lojalumo didinimas. Įmonės yra suinteresuotos ne tik prekių ir paslaugų pardavimu, bet ir vartotojų išlaikymu. Įmonės taiko įvairius būdus ir metodus norėdamos, kad pirkėjas vėl norėtų įsigyti prekę ar paslaugą. Vartotojų lojalumas leidžia įmonėms sudaryti lojalių pastovių klientų ratą, kurie visada pirks prekę ar paslaugą. Nustatyta, kad esamo kliento išlaikymas įmonei yra pelningesnis, nei naujo vartotojo pritraukimas. Todėl svarbu išsiaiškinti, kokie veiksniai sąlygoja vartotojo lojalumą, siekiant sukurti paskatas vartotojams būti lojaliems ir taip suformuoti didesnę lojalių vartotojų grupę.

Tikslas – atskleisti vartotojų lojalumą veikiančius veiksnius.

Uždaviniai:

1. Apibrėžti vartotojų lojalumo sampratą.
2. Išanalizuoti vartotojų lojalumą lemiančius veiksnius.

Tyrimų metodas – mokslinės literatūros analizė.

2. Vartotojų lojalumo samprata

XX a. aštuntajame dešimtmetyje buvo pradėtas tyrinėti vartotojų lojalumas. Lojalumo sąvoka nėra naujovė rinkodaroje [1]. Mokslininkai lojalumą iki šiol apibūdina labai nevienareikšmiškai. Pasak Dick ir Basu [2] lojalumas yra įsipareigojimas pakartotinai pirkti to paties prekės ženklo produktą ar paslaugą, taip sukuriant emocinį ryšį tarp vartotojo ir įmonės. Lojalumo sąvoką galima apibūdinti ir kaip vartotojo siekį toliau naudotis konkrečiu prekės ženklu [3]. Vartotojų lojalumas yra vienas iš esminių daugelio įmonių tikslų bei siekių [4]. Arifine ir kt. [5] teigia, kad vartotojų lojalumas yra svarbus aspektas pelningam verslui: „*Pasiekti klientų lojalumą*

yra pagrindinis daugumos organizacijų tikslas dėl indėlio į jų pelningumą ir ilgalaikio išlikimo“. Palyginti su ne lojaliais klientais, lojalūs klientai labiau įsitraukia į pozityvią komunikaciją žodžiu, yra mažiau jautrūs kainai ir priešinasi konkurencingiems pasiūlymams, net jei jie yra objektyviai geresni. Kiekvienai pelno siekiančiai įmonei svarbu orientuotis į klientų poreikius, jų tenkinimą bei tokiu būdu užtikrinti jų prekes ar paslaugas perkančių klientų ištikimybę produktui ir prekės ženklui. Vartotojų lojalumas padeda užtikrinti sėkmingą konkuravimą nuolat besikeičiančiame verslo pasaulyje [6]. Galime pastebėti, kad dažniausiai rinkoje pirmaujančios bei pripažinimo sulaukiančios įmonės yra tos, kurios turi ištikimus ir lojalius klientus, kurie yra patenkinti preke ar paslauga ir sugrįžta pakartotinai. Įmonės, kurios sugeba ypatingą dėmesį skirti vartotojų norams, susikoncentruoti į jų poreikių tenkinimą, gali būti užtikrintos dėl tolesnės veiklos ir sėkmingo gyvavimo. Versle lojalumas yra klientų pasitenkinimas jų perkamu produktu ir paslauga, kuris užtikrina ne tik konkurencinį pranašumą rinkoje bet ir „emocinį gyvybingumą“ [7].

Vartotojų lojalumo sąvoka (žr. 1 lentelę) , kiek kitu aspektu, yra santykių tarp gamintojų ar pardavėjų ir vartotojų pasekmė [4]. Lojalumas taip pat apibūdinamas, kaip priklausymas vienai grupei, bendrijai, kompanijai, rasei ir netgi kaip moralinė vertybė [8]. Panašios kultūros, etninės grupės, tų pačių pomėgių vienijančios grupės formuoja lojalumą. Kalbant apie lojalumą, kaip apie moralinę vertybę, galime įžvelgti dar kitų spalvų – matyti tai kaip pasekmę žmogaus dvasinio pasaulio ar sąžinės būvimo, įsipareigojant išlikti ir būti patikimu esant bet kokiomis sąlygomis.

1 lentelė

Vartotojų lojalumo apibūdinimai

Autorius	**Samprata**
Mojekeh, 2019 [9]	Pasikartojantis klientų konkretaus produkto ar paslaugos įsigijimas.
Toyese, 2014 [10]	Kartotinis ir pastovus (įvairiomis verslo situacijomis) organizacijos prekių ir paslaugų vartojimas.
Yang ir kt., 2014 [8]	Vartotojo polinkis ir įsipareigojimas nekeisti paslaugos teikėjo.
Nanda ir kt., 2013 [11]	Dėl produktų vartojimo kylantis vartotojo prieraišumas, pasitikėjimas, pasitenkinimas.

Apibendrinant, galime teigti, kad sąvoka vartotojų lojalumas yra jau senai žinoma ir nagrinėjama. Vartotojų lojalumo samprata yra plačiai paplitusi, turinti gilias istorines šaknis ir daugybę reikšmių. Taip pat ši lojalumo sąvoka pasižymi begale skirtingų aspektų. Šiame straipsnyje lojalumas apibrėžiamas kaip vartotojo įsipareigojimas įsigyti tą pačią prekę ar paslaugą, nekeičiant tiekėjo ar prekės ženklo.

3. Vartotojų lojalumą veikiantys veiksniai

Vartotojų lojalumą lemiančių veiksnių yra labai daug, todėl jie yra klasifikuojami į tam tikras grupes, kurių dėka veiksniai susisteminami pagal juos vienijančias charakteristikas. Vartotojų lojalumą lemiančius veiksnius galima suskirstyti į išorinius ir vidinius (žr. 2 lentelę). Ši klasifikacija pasirinkta, nes nėra nauja ir nėra daug atliktų tyrimų, kurie galėtų įvertinti - vidiniai ar išoriniai – lojalumo veiksniai lemia, kad vartotojai taps lojalūs vienai ar kitai įmonei [12].

2 lentelė

Vartotojų lojalumą lemiantis veiksniai [12]

Vidiniai	**Išoriniai**
Prekės ženklas	Perėjimo kaštai
Prekės kokybė	Suvokiama vertė
Rinkodaros kompleksas	Situaciniai (psichologiniai) veiksniai
Kaštai	Pasitenkinimas
	Įsipareigojimas
	Pasitikėjimas

1. **Vidiniai veiksniai**, veikiantys vartotojų lojalumą organizacijoje, yra tiesiogiai susiję su klientų aptarnavimu. Vidiniams veiksniams įtakos gali turėti pati organizacija, kuri siekia padidinti lojalių vartotojų skaičių.
   - ***Prekės ženklas.*** Prekės ženklo įvaizdis teikia vertę ne tik pačiai įmonei, bet kartu ir vartotojams. Nuo prekės ženklo įvaizdžio, asmenybės ir pasitikėjimo prekės ženklu priklauso vartotojų lojalumas [13]. Vartotojų lojalumas padeda prekės ženklui atrodyti prestižiškai ir pripažintam pasaulyje. Tai padeda įmonei išlikti konkuruojančioje aplinkoje, padidinti pelną [14].
   - ***Produkto kokybė.*** Produkto kokybė yra sudedamoji dalis, lemianti vartotojų lojalumą. Nuo paslaugos ir prekės kokybės priklauso vartotojų noras naudotis paslauga ar preke. Paslaugos ar prekės pateikimo būdas, tiekėjo elgsena ir kitos aplinkybės lemia vartotojo nuomonę apie kokybę [15]. Susidaręs įvaizdis labai svarbus paslaugas ar prekes, teikiančioms įmonėms. Jei tiekėjas vartotojo atžvilgiu yra geras, tai dažniausiai vartotojas nepamatys mažiausių klaidų, bet jei įmonės įvaizdis yra prastas, tai net ir mažiausia klaida bus pastebima.
   - ***Rinkodaros kompleksas.*** Rinkodaros kompleksą sudaro prekės ar paslaugos skirtos klientų poreikiams tenkinti. Kiekviena įmonė atskleidžia vartotojui teikiamą naudą, per svarbiausius požymius: kokybę, prekės ženklą, dizainą, naujumą, teikiamas garantijas.

Kiekvienam vartotojui svarbu kokią kainą reiks mokėti už paslaugą ar prekę. Bagdonienės ir Hopenienės [16] nuomone, vartotojui prekės kaina nusako kokios prekės ar paslaugos kokybės galima tikėtis. Aukštos kainos produktas užtikrina aukštą kokybę ir atvirkščiai, taip formuojami vartotojo lūkesčiai.

- ***Kaštai.*** Kaštai yra kelių rūšių: ekonominiai ir sandorių. Ekonominiai kaštai apima finansus, kurie skirti produktui ar paslaugai įgyti. Sandorio kaštai tai nepiniginės išlaidos. Pasak Yoo ir Bai [12] sandorio sunkumas neigiamai veikia vartotojų lojalumą. Paslaugų teikėjai labai didelį dėmesį skiria vartotojų poreikių supratimui, nes tai padeda per trumpesnį laiką suteikti paslaugą, o tai sukelia vartotojų pasitenkinimą ir lojalumą [17].

2. **Išoriniai veiksniai**, veikiantys vartotojų lojalumą yra susiję su tuo, kaip vartotojas mato prekės ženklą, produktą, paslaugą konkurencinėje organizacijos aplinkoje. Šiuos veiksnius įmonei yra sunkiau kontroliuoti. Šie veiksniai priklauso nuo pačių vartotojų ir aplinkybių, todėl įmonė negali daryti tiesiogiai jokios įtakos šiems veiksniams.
   - ***Perėjimo kaštai***. Perėjimo kaštai - tai barjerai, kurie sukuria santykį tarp įmonės ir vartotojo. Išskiriami trys perėjimo kaštų tipai: procedūriniai, finansiniai ir santykių [18] arba procedūriniai, socialiniai bei prarastų privalumų [19]. Perėjimo kaštai formuojasi dėl rinkos charakteristikų bei produktų. Vis dėl svarbiausia, kad perėjimo kaštai būtų paremti vertės kūrimu vartotojams, taip pat labai svarbu išlaikyti vartotojus bei pritraukti naujus klientus [18]. Dagger, David [20] atliktas tyrimas rodo, kad perėjimo kaštai turi teigiamą įtaką lojalumui tik tuomet, kai vartotojas mato naudą ir yra įsitraukęs.
   - ***Suvokiama vertė.*** Suvokiama vertė siejama su vartotojų lojalumu, kadangi vertė yra svarbi pačiam rinkodaros procesui. Kuo aukštesnės vertės prekė ar paslauga, tuo labiau vartotojas yra linkęs juos įsigyti pakartotinai [21].
   - ***Situaciniai (psichologiniai) veiksniai.*** Situaciniai veiksniai apibrėžia dėl kokių priežasčių, kur ir kodėl vartotojai perka. Psichologiniai veiksniai apima: motyvaciją, suvokimą, asmenybę, mokymąsi ir požiūrį.
   - ***Pasitenkinimas.*** Vartotojų pasitenkinimas yra siejamas su teigiamu lojalumą lemiančiu veiksniu. Kuo vartotojų pasitenkinimas didesnis, tuo didesnė tikimybė, kad vartotojai bus lojalūs [12].
   - ***Įsipareigojimas.*** Įsipareigojimas reiškia ilgalaikio ryšio išlaikymą [16]. Įsipareigojimai gali būti įvairūs: tikrieji, tęstiniai ir verte pagrįsti įsipareigojimai [12]. Tikrieji įsipareigojimai emociškai pririša vartotoją prie prekės ženklo ir yra sukuriamas bendrumo jausmas [19]. Tęstinis įsipareigojimas yra grindžiamas santykių motyvais, susitelkiant į santykių nutraukimą bei perėjimo pas konkurentus

kaštus. Jis parodo faktinės ar numanomos pareigos jausmą, kuris gali sukelti neigiamas emocijas, jausmus ir turi savo formalių ir neformalių taisyklių, reglamentų, socialinių normų ar papročių pagrindą. Tęstinis įsipareigojimas reiškia bendrą standartą, todėl asmuo negali daryti įtakos ar kažko keisti santykiuose. Vertės įsipareigojimas yra naudingas dėl tam tikrų gaunamų naudų, kurias gauna kai yra ištikimas vienam ar kitam prekės ženklui.

- ***Pasitikėjimas.*** Šis veiksnys labai plačiai nagrinėjamas mokslinėje literatūroje. Tai yra vienas iš pagrindinių veiksnių, kuriant ilgalaikius santykius su vartotojais [22]. Yra nustatytas teigiamas ryšis tarp lojalumo ir pasitikėjimo. Autorius [23] pabrėžia, kad klientams svarbu ne tik teigiamai vertinti tiekėją dabartyje, bet ir tikėti tuo, kad ir ateityje tiekėjas ir bus patikimas. Dažnu atveju klientas negali būti užtikrintas, kad tiekėjai išlaikys aukštus standartus, todėl pasitikėjimas vartotoją veda prie pakartotinio pirkimo [24].

Apibendrinant galima teigti, kad vartotojų lojalumą lemia ne vienas veiksnys ir visi veiksniai yra svarbūs. Be pasitikėjimo prekiniu ženklu ir pačia įmone vartotojas nedrįs pirkti šios siūlomų prekių ar paslaugų. Jei prekė ar paslauga nesuteiks vartotojui vertės, nebus pasitenkinimo, be kurio nebus ir lojalumo. Todėl visi šie veiksniai kartų sąveikaudami formuoja vartotojų lojalumą.

4. Išvados

1. Vartotojų lojalumo didinimas yra kiekvienos organizacijos viena iš pagrindinių užduočių ir tikslų versle. Klientų lojalumas padeda didinti konkurencingumą tarp organizacijų. Apibrėžiant vartotojų lojalumo sąvoką, galima teigti, kad nėra tikslaus vartotojų lojalumo apibrėžimo. Vartotojų lojalumas literatūroje analizuojamas nevienareikšmiškai, jis suvokiamas, kaip vartotojo siekis toliau naudotis konkrečiu prekės ženklu.
2. Išanalizavus vartotojų lojalumo veiksnius, buvo nustatyta, kad jie yra skirstomi į išorinius ir vidinius. Išoriniai veiksniai: perėjimo kaštai, suvokiama vertė, situaciniai (psichologiniai), pasitenkinimo, įsipareigojimo, pasitikėjimo. Vidiniai veiksniai: prekės ženklas, prekės kokybė, rinkodaros kompleksas ir kaštai. Suprasdami šių veiksnių daromą įtaką vartotojų lojalumui, turime galimybę gerinti vartotojų lojalumą lemiančius veiksnius, tuo pačių išlaikyti esamus ir pritraukti naujus potencialius vartotojus, didinti įmonės konkurencinį pranašumą.

Literatūra

1. ŪSAS, A. Consumer loyalty interfaces with website quality. *Organizacijų vadyba: sisteminiai tyrimai* [interaktyvus]. 2019, 82, 87–96. ISSN 1392-1142 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per:

https://vdu.lt/cris/bitstream/20.500.12259/103713/1/ISSN23358750_2019_N_82.PG_87-96.pdf.
2. DICK, A., BASU, K. Customer loyalty: toward an integrated conceptual framework. *Journal of Marketing Science* [interaktyvus]. 1994, 22(2), 99–113 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: https://link.springer.com/article/10.1177/0092070394222001.
3. WILSON, D. T. An integrated model of buyer-seller relationships. *Journal of the Academy of Marketing Science* [interaktyvus]. 1995, 23(4), 85–97 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: https://link.springer.com/article/10.1177/009207039502300414.
4. BAKANAUSKAS, A., PILELIENĖ, L. *Vartotojų lojalumas: teoriniai ir praktiniai aspektai: mokomoji knyga* [interaktyvus]. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas, 2009, ISBN 978-9955-12-460-3 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: https://www.vdu.lt/cris/bitstream/20.500.12259/260/1/ISBN9789955124603.pdf.
5. ARIFINE, G., FELIX, R., FURRER, O., DE PÉROLLES, B. Multi-brand loyalty in consumer markets: A qualitatively-driven mixed methods approach. *European Journal of Marketing* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/profile/Olivier_Furrer/publication/330513404_MultiBrand_Loyalty_in_Consumer_Markets_A_QualitativelyDriven_Mixed_Methods_Approach/links/5c4580a1a6fdccd6b5bcc060/Multi-Brand-Loyalty-inConsumer-Markets-A-Qualitatively-Driven-Mixed-Methods-Approach.pdf.
6. ZIKIENĖ, K. *Vartotojų lojalumas: formavimas ir valdymas: mokomoji knyga* [interaktyvus]. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas, 2010, ISBN 978-9955-12-563-1 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: https://www.vdu.lt/cris/bitstream/20.500.12259/281/1/ISBN9789955125631.pdf.
7. FELS, A., BJORN, F., SCHMITT, R. User-driven customization and customer loyalty: A survey. *ScienceDirect* [interaktyvus]. 2017, 27, 410–415 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: http://publications.rwth-aachen.de/record/709639/files/709639.pdf.
8. YANG, C. C., CHEN, P., S Chien, Y. H. Customer expertise, affective commitment, customer participation, and loyalty in B&B services. *International Journal of Organizational Innovation*. 2014, 6(4), 174–183.
9. MOJEKEH, M. O., PLACID CHUKWURAH EGBEH, UCHECHUKWU, ESIONE, MAHMUD, S. Service quality levels and customer satisfaction in the gsm market in owerri. *Economics And Social Sciences Academic Journal* [interaktyvus]. 2019, 1(3), 1–14, ISSN 5282-0053 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: http://cird.online/ESSAJ/wp-content/uploads/2019/04/Kdl-19-802-ESSAJ-19-1352-final.pdf.

10. TOYESE, A. Y. Customer relationship management and customer loyalty in Nigerian telecommunication industry. *Journal of Business & Retail Management research* [interaktyvus]. 2014, 8(2), 1–7 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: https://jbrmr.com/cdn/article_file/i-18_c-161.pdf.
11. NANDA, N., KURUVILLA, S. J., MURTY, B. V. R. Role of service innovation in customer satisfaction and customer loyalty: A study on organized retail in India. *International Journal of Business Insights & Transformation*. 2013, 6(2), 53–63.
12. BAI, B., YOO, M. Customer loyalty marketing research: A comparitive approach between hospitality and business journals. *International Journal of Hospitality Management* [interaktyvus]. 2013, 33(1), 166–177 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: https://isiarticles.com/bundles/Article/pre/pdf/44178.pdf.
13. MABKHOT, H., A., SHAARI, H., SALLEH, S. M. The influence of brand image and brand personality on brand loyalty, mediating by brand trust: An empirical study. *Journal Pengurusan* [interaktyvus]. 2017, 50(18), 71–82 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/320078835_The_Influence_of_Brand_Image_and_Brand_Personality_on_Brand_Loyalty_Mediating_by_Brand_Trust_An_Empirical_Study.
14. USMAN, R. Z., MADIHA, A., MOHSIN, A. Studying brand loyalty in the cosmetics industry. *LogForum* [interaktyvus]. 2012, 8(4), 327–337, ISSN 1895-2038 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: https://www.logforum.net/pdf/8_4_6_12.pdf.
15. LANGVINIENĖ, N., VENGRIENĖ, B. *Paslaugų teorija ir praktika: vadovėlis*. Kaunas: Technologija, 2005. ISBN 9955099240.
16. BAGDONIENĖ, L., HOPENIENĖ, R. *Paslaugų marketingas ir vadyba: vadovėlis.* Kaunas: Technologija, 2009. ISBN 9955-09-57-2.
17. LOVELOCK, C. H. Classifying services to gain strategic marketing insights. *Journal of Marketing* [interaktyvus]. 1983, 47(3), 9–12 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: https://www.jstor.org/stable/1251193?origin=crossref&seq=1.
18. BURNHAM, T. A., FREIS, J. K., MAHAJAN, V. Consumer switching costs: a typology, antecedents and consequences. *Journal of Academy of Marketing Science* [interaktyvus]. 2003, 31(2), 109–126 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: https://link.springer.com/article/10.1177%2F0092070302250897.
19. JONES, A., REYNOLDS, K. E., MOTHERSBAUGH, D. L., BEATTY, S. E. The positive and negative effects of switching costs on relational outcomes. *Journal of Service Research* [interaktyvus]. 2007, 9, 335–355 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.835.5828&rep=rep1&type=pdf.

20. DAGGER, T. S., DAVID, M. E., NG, S. Do relationship benefits and maintenance deive commitment and loyalty. *Journal of Services Marketing* [interaktyvus]. 2011, 25(4), 273–281, ISSN 0887-6045 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/08876041111143104/full/html.
21. YANG, Z., PETERSON, R. T. Customer perceived value, satisfaction, and loyalty: The role of switching costs. *Psychology & Marketing* [interaktyvus]. 2004, 21(10), ISSN 799–822 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/mar.20030.
22. DELGADO-BALLESTER, E., MUNUERA-ALEMÁN, J. L. Brand trust in the context of consumer loyalty. *European Journal of Marketing* [interaktyvus]. 2001, 35(11), 1238–1258, ISSN 0309-0566 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/EUM0000000006475/full/html?source=post_page.
23. YAP, B. W., RAMAYAH, T., SHAHIDAN, W. N. W. Satisfaction and trust onn customer loyalty: A PLS approach. *Business Strategy Series* [interaktyvus]. 2012, 13(4), 154–167, ISSN 1751-5637 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: https://www.academia.edu/20549501/Satisfaction_and_trust_on_customer_loyalty_a_PLS_approach.
24. COELHO, P. S., BALL, D., MACHÁS, A. The role of communication and trust in explaining customer loyalty: An extension to the ECSI model. *European Journal of Marketing* [interaktyvus]. 2004, 38(9), 1272–129, ISSN 0309-0566 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/242023937_The_role_of_communication_and_trust_in_explaining_customer_loyalty_An_extension_to_the_ECSI_model.

ĮMONIŲ BANKROTŲ APIMČIŲ DINAMIKOS STATISTINĖ ANALIZĖ

Kažemėkienė G.[1], Mileris R.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: nemokumas, bankrotų apimtys, įmonių mokumas.

1. Įvadas

Temos ištirtumas – teisinė, ekonominė bei socialinė įmonių gyvavimo aplinka nuolat kinta ir ne visos įmonės, susidūrusios su sunkumais, sugeba išgyventi bei tęsti veiklą. Finansinių įsipareigojimų vykdymo mažėjimą lemia skirtingos priežastys, kurios apima tiek vidinius, tiek ir išorinius veiksnius. Išorinių veiksnių kontroliuoti įmonės negali, tačiau gali valdyti vidinius rizikos veiksnius. Audito, apskaitos, turto vertinimo ir nemokumo valdymo tarnyba prie LR Finansų ministerijos kaupia bei sistemina informaciją apie Lietuvoje vykstančius nemokumo procesus, tačiau verta plačiau ištirti veiksnius, darančius reikšmingą įtaką įmonių finansinių įsipareigojimų vykdymui.

Aktualumas – praktika rodo, kad įmonėse finansų analizė neatliekama arba atliekama tik formaliai, neegzistuoja arba per menka vidinės kontrolės sistema. Neabejotinai kiekvienas vadovas turi išmanyti bei gebėti analizuoti kapitalo struktūrą, pelningumą, pinigų srautus bei įvairius kitus finansinius rodiklius. Tik tinkamas šių veiksnių valdymas gali garantuoti stabilų organizacijos veikimą bei konkurencingumą besikeičiančioje rinkoje.

Naujumas – verslo aplinka yra dinamiška ir nuolat kintanti. Ypač didelį poveikį verslui pastaruoju metu daro 2020 m. pavasarį paskelbta pasaulinė pandemija. Tai vienas iš naujausių specifinių veiksnių, lemiančių įmonių finansinių įsipareigojimų vykdymą, tačiau ne mažesnę įtaką daro ir lėtėjantis pasaulio ekonomikos augimas, politinės rizikos didėjimas, didelis žaliavų kainų svyravimas bei tiekimo suvaržymai.

Teorinis ir praktinis reikšmingumas – įmonių nemokumas yra viena iš pagrindinių įmonių bankrotų priežasčių. Nemokumas tapatinamas su finansiniais sunkumais, negalėjimu atsiskaityti su kreditoriais, ko pasėkoje įmonei iškeliama bankroto byla, sudaroma galimybė pasitraukti iš rinkos. Laiku identifikavus problemas, net ir susidūrus su tam tikrais sunkumais, siekiant išsilaikyti rinkoje, dar galima įmonę atgaivinti, atkuriant jos mokumą.

Tikslas – atlikti įmonių bankrotų apimčių dinamikos statistinę analizę.

2. Nemokumo samprata

Pasak Grigonytės ir Sūdžiaus, kiekvienai įmonei svarbiausia yra sugebėti vykdyti savo įsipareigojimus. Priešingu atveju ji praranda autoritetą, gebėjimą konkuruoti rinkoje [1]. Giacosa, Mazzoleni, Teodori, Veneziani pažymi, kad atsiradus nemokumui, prarandamas suinteresuotųjų šalių pasitikėjimas, sumažėja įmonės gebėjimas gauti teigiamų ekonominių rezultatų, o taip pat likvidumas bei įmonės finansavimas [2].

Ūkio subjekto nemokumas – tai nesugebėjimas sumokėti už tai, kas įsipareigota [3]. 2020-01-01 įsigaliojusiame Lietuvos Respublikos Juridinių asmenų nemokumo įstatyme [4] suformuluota nemokumo sąvoka – juridinio asmens būsena, kai juridinis asmuo laiku negali vykdyti turtinių prievolių arba juridinio asmens įsipareigojimai viršija jo turto vertę. Višinskis, Driukas ir kiti [5], atlikę taikomąjį mokslinį tyrimą, nagrinėja nemokumo sampratą ir analizuoja jo teisinio reglamentavimo bazę bei šiuos klausimus sieja su praktinėmis nemokumo traktavimo problemomis, valdymo organų ir dalyvių atsakomybės apimtimi, tyčinių bankrotų problema, pabrėžia poreikį keisti įstatymus.

Sneidere ir Bumane [3] pažymi, kad įmonių veiklai bei nemokumo susiformavimui reikšmingą įtaką daro šalies ekonominė plėtra. Sakalas ir Virbickaitė [6], nagrinėję bankroto tikimybę didinančias priežastis, pabrėžė teigiamą bankroto vaidmenį rinkos ekonomikoje, leidžiančiam išsilaikyti rinkoje tik geriausioms įmonėms, nors bankroto problema išlieka pakankamai opi. Jurkaitienės, Kiyak ir Bružaitės [7] nuomone, siekiant išvengti nemokumo, būtina atlikti tiek vidinių, tiek ir išorinių veiksnių poveikio vertinimą, atsižvelgiant į įmonės veiklos specifiką bei jos dydį. Tuo tarpu Mulevičienė [8] kelia klausimą apie individualių verslininkų, labai mažų ir mažų įmonių perspektyvą, nagrinėja iššūkius, su kuriais susiduria smulkusis verslas, susidūręs su nemokumu, analizuoja tarptautinius standartus, siekdama išsiaiškinti, ar esamos priemonės siūlo tinkamas gaires kuriant veiksmingas nemokumo sistemas ir atsižvelgiant į mažų įmonių poreikius.

Ščurina bei Prunenko [9] debitorinių skolų įmonėse valdymą sieja su mokėtinomis sumomis bei daro išvadą, kad yra nuostolinga mažinti gautinas sumas, nekeičiant mokėtinų sumų. Jų manymu kompetentingas finansų valdymas, tvarkant gautinas sumas, padeda įmonei ypač efektyviai naudoti savo išteklius bei didinti apyvartą. Todėl organizacijų vadovams yra būtina nuolat analizuoti verslo riziką – vertinti pirkėjų mokumą, stebėti kontrahentų finansinius rodiklius bei laiku imtis veiksmų, siekiant kiek įmanoma sumažinti tiek išorines, tiek vidines grėsmes. Tuo tarpu Labanauskaitė ir Bružaitė [10] išskiria pagrindines išorines nemokumo formavimosi ekonominius, rinkos bei kitus verslo aplinkos veiksnius. Atlikus įmonių bankroto prognozavimo tyrimą

Slavinskaitė [11] daro išvadą, kad įmonių nemokumui įtakos turi šalies makroekonominiai rodikliai, o Budrikienė ir Paliulytė [12] mano, kad aiškiausiai įmonių nemokumą atspindi mokumo bei pelningumo rodikliai. Tam pritaria ir Garškaitė [13], pabrėždama, kad mokumo ir pelningumo rodiklių ryšys yra vienas efektyviausių metodų, vertinant nemokumo tikimybę. Garškaitė [14] tyrinėjo ir bankroto diagnostiką – sukūrė įmonių bankroto grėsmės nustatymo sistemą, kuria gali naudotis ne tik pačios įmonės, bet ir kiti verslo bei valstybinių institucijų atstovai. Įmonių nesėkmių prognozavimo modelius tyrinėjo ir Balcaen bei Ooghe [15], kurie analizavo šių modelių ypatybes ir su jais susijusias problemas.

3. Dinamikos statistinė analizė

Remiantis oficialiosios statistikos portalo duomenimis per paskutinių 5 metų laikotarpį (žr. 1 pav.), akivaizdu, kad daugiausiai veikiančių ūkio subjektų yra didmeninės ir mažmeninės prekybos (2020 m. pradžioje veikė 24 780 įmonių), variklinių transporto priemonių ir motociklų remonto segmente, o mažiausiai – kasybos ir karjerų eksploatavimo (2020 m. pradžioje – 139 įmonės). Apylygiai rinkos dalimis dalinasi įmonės, veikiančios apgyvendinimo ir maitinimo paslaugų veiklos (2020 m. pradžioje veiklą vykdė 3 743 įmonės), informacijos bei ryšių (3 640 įmonių), administravimo ir aptarnavimo veiklos (3 733 įmonės), švietimo bei žmonių sveikatos priežiūros ir socialinio darbo (3 711 įmonių) segmentuose.

1, 4, 5, 6, 7 paveiksluose naudojamų raidžių paaiškinimas: A – žemės ūkis, miškininkystė, žuvininkystė; B – kasyba ir karjerų eksploatavimas; C – apdirbamoji gamyba; D – elektros, dujų, garo tiekimas ir oro kondicionavimas; E – vandens tiekimas, nuotekų valymas, atliekų tvarkymas ir regeneravimas; F – statyba; G – didmeninė ir mažmeninė prekyba, variklinių transporto priemonių ir motociklų remontas; H – transportas ir saugojimas; I – apgyvendinimas ir maitinimo paslaugų veikla; J – informacija ir ryšiai; K – finansinė ir draudimo veikla; L – nekilnojamojo turto operacijos; M – profesinė, mokslinė ir techninė veikla; N – administracinė ir aptarnavimo veikla; P – švietimas; Q – žmonių sveikatos priežiūra ir socialinis darbas; R – meninė, pramoginė ir poilsio veikla; S – kita aptarnavimo veikla.

Analizuojant įmonių dydį pagal jose dirbančių darbuotojų skaičių, matyti, kad labiausiai paplitusios nedidelės, turinčios nuo 20 iki 49 darbuotojų, įmonės (žr. 2 pav.). Tačiau stebima didėjimo tendencija ir didelių įmonių, turinčių 1 000 ir daugiau darbuotojų.

1 pav. Veikiančių ūkio subjektų skaičius metų pradžioje pagal veiklos sritis

2 pav. Veikiančių ūkio subjektų dydis metų pradžioje pagal dirbančių darbuotojų skaičių

Nuo 2020 m. pradžios pasauliniu mastu plintantis virusas COVID-19 pakoregavo įprastą visuomenės gyvavimo tempą bei neabejotinai turėjo įtakos bankroto procesų skaičiaus mažėjimui (žr. 3 pav.).

Šių procesų augimą pristabdė LR Seimo 2020-04-21 priimtas LR naujojo koronaviruso sukeltų pasekmių poveikio LR JANĮ (Lietuvos Respublikos juridinių asmenų nemokumo įstatymo) taikymui įstatymas Nr. XIII-2861, kurio 2 str. išaiškinta, kad juridinio asmens vadovo pareiga kreiptis į teismą dėl bankroto bylos iškėlimo arba bankroto proceso inicijavimo ne teismo tvarka netaikoma karantino metu ir 3 mėnesius po jo, o kreditoriui, inicijavusiam juridinio asmens nemokumo procesą, susitarimo dėl pagalbos finansiniams sunkumams įveikti sudarymo termino, nustatyto Juridinių asmenų nemokumo įstatymo 9 straipsnio 3 dalyje, skaičiavimas sustabdomas karantino laikotarpiui.

Taigi tikėtina, kad įvairios lengvatos bei suteiktos mokestinės pagalbos priemonės ūkio subjektams kuriam laikui suteikė galimybę atsikvėpti, sutelkti jėgas ir išsaugoti verslą, tačiau ne mažiau tikėtina ir tai, kad pasibaigus pagalbos priemonių veikimui, bankroto procesų skaičius ženkliai padidės.

3 pav. Pradėtų bankrotų procesų skaičius

Vidutinis absoliutusis bankrotų skaičiaus padidėjimas nustatytas naudojant formulę (1):

$$\Delta\bar{y}_{2016-2019} = \frac{y_{2019}-y_{2016}}{n-1}\ ; \qquad (1)$$

čia y_{2016} – pradėtų bankroto procesų skaičius 2016 m.; y_{2019} – pradėtų bankroto procesų skaičius 2019 m.; n – analizuojamų metų skaičius.

Vidutinis padidėjimo tempas nustatytas naudojant formulę (2):

$$\bar{T}_{p\ 2016-2020} = \left(\left(\sqrt[n-1]{\frac{y_{2019}}{y_{2016}}}\right) - 1\right) \times 100\%\ ; \qquad (2)$$

čia y_{2016} – pradėtų bankroto procesų skaičius 2016 m.; y_{2019} – pradėtų bankroto procesų skaičius 2019 m.; n – analizuojamų metų skaičius.

Apskaičiuotas vidutinis absoliutusis padidėjimas pagal veiklos sritis parodo, kad vidutiniškai kasmet 279 vienetais sumažėjo bankrotų apimtys. Apskaičiuotas vidutinis padidėjimo tempas pagal veiklos sritis parodo, kad vidutiniškai bankrotų apimtys mažėjo po16 procentų kasmet (žr. 1 lentelę).

1 lentelė

Pradėtų bankrotų procesų skaičiaus pagal veiklos sritis dinamika 2016–2019 metais

EVRK klasė	**2016 m. (vnt.)**	**2019 m. (vnt.)**	**Vidutinis absoliutusis padidėjimas (vnt.)**	**Vidutinis padidėjimo tempas (proc.)**
A	48	32	-4	-12,64
B	2	3	0,25	-12,64
C	253	142	-27,75	-12,64
D	12	26	3,5	-12,64
E	8	8	0	0
F	369	282	-21,75	-12,64
G	860	452	-102	-12,64
H	256	164	-23	-12,64
I	198	104	-23,5	-12,64
J	60	34	-6,5	-12,64
K	13	3	-2,5	-12,64
L	101	48	-13,25	-12,64
M	159	103	-14	-12,64
N	256	141	-28,75	-12,64
P	23	11	-3	-12,64
Q	9	11	0,5	-12,64
R	32	23	-2,25	-12,64
S	73	27	-11,5	-12,64
Iš viso	2 732	1 614	-279,5	-12,64

Analizuojant statistinius duomenis pagal veiklos sritis, kaip rizikingiausia sritis išsiskiria didmeninė ir mažmeninė prekyba, variklinių transporto priemonių ir motociklų remontas (žr. 4 ir 5 pav.).

Kaip mažiau rizikingos išskiriamos kasyba ir karjerų eksploatavimas; vandens tiekimas, nuotekų valymas, atliekų tvarkymas ir regeneravimas; finansinė ir draudimo veikla; švietimas bei žmonių sveikatos priežiūros ir socialinio darbo veiklos.

4 pav. Pradėtų bankrotų procesų skaičius pagal veiklos sritis

Remiantis apskaičiuotais bankroto vidurkių vidutiniais padidėjimo (sumažėjimo) tempais nagrinėjamuoju 2016–2019 m. laikotarpiu (žr. 1 lentelę), sudarytoje diagramoje (žr. 5 pav.) aiškiai išsiskiria trys veiklos rūšių sektoriai, kuriuose bankroto apimtys didėjo – apdirbamoji gamyba (29,4 proc.), kasyba ir karjerų eksploatavimas (14,47 proc.) bei žmonių sveikatos priežiūros ir socialinio darbo (6,92 proc.), o tai rodo veiklos srities rizikingumo lygį.

Tuo tarpu vandens tiekimo, nuotekų valymo ir atliekų tvarkymo veiklos sektoriuje bankroto tempai nepasikeitė (0 proc.).

Kitose srityse bankrotų dinamika mažėja, išsiskiria stipriai mažėjanti bankrotų procesų tendencija statybų veiklos sektoriuje (-80,57 proc.). Šiek tiek lėtesniais tempais, tačiau išlaikant dinamiką mažėja finansinės ir draudimo veiklos (-38,66 proc.), kitos aptarnavimo veiklos (-28,22 proc.), nekilnojamojo turto operacijų (-21,96 proc.), švietimo (-21,8 proc.) bankrotų procesų.

Galima daryti išvadą, kad bendra įmonių bankrotų procesų dinamika analizuojamuoju laikotarpiu 2016–2019 m. turi mažėjimo požymių.

Tačiau, sulyginus baigtų bankrotų procesų skaičių pagal veiklos rūšis (žr. 6 pav.), veikiančių įmonių pagal veiklos rūšis ir pradėtų bankroto procesų skaičių tose pačiose veiklos rūšyse metų pradžioje (žr. 7 pav.), matyti, kad rizikingiausia veiklos rūšis yra administracinė ir aptarnavimo veikla, o mažiausiai rizikingos – švietimo bei žmonių sveikatos priežiūros ir socialinio darbo veiklos rūšys.

5 pav. Vidutinio bankrotų padidėjimo (sumažėjimo) tempų (2016–2019 m.) dinamika

6 pav. Baigtų bankrotų procesų skaičius pagal veiklos sritis

Tikėtina, kad paskelbta pasaulinė pandemija dėl viruso COVID-19 įtakos ženkliai pakoreguos tiek rizikingiausių verslo rūšių statistiką, tiek ir apskritai visų sričių įmonių bankrotų apimčių dinamiką.

Atlikus ekonominės veiklos rūšių bankroto rizikos lygio (2016–2019 m.) lyginamąją analizę (žr. 8 pav.), akivaizdu, kad kaip rizikingiausias sektorius analizuojamuoju laikotarpiu išsiskiria administracinė ir aptarnavimo veikla (N), o mažiausiai rizikingas – žmonių sveikatos priežiūros ir socialinio darbo veikla (Q).

Dėl 2020-01-01 įsigaliojusio pakeisto LR Juridinių asmenų nemokumo įstatymo ir pasikeitusio kreditorinių reikalavimų skirstymo į reikalavimų tenkinimo eiles reglamentavimo, nėra galimybės sulyginti ankstesnių ir 2020 metų duomenis.

Bazinis didėjimo tempas (žr. 2 lentelę) yra skaičiuojamas pagal formulę (3):

$$T_d = \frac{y_{2019}}{y_{2017}}; \qquad (3)$$

čia y_{2017} – patvirtintų ir patenkintų kreditorinių reikalavimų santykis 2017 m.; y_{2019} – patvirtintų ir patenkintų kreditorinių reikalavimų santykis 2019 m.

7 pav. Veikiančių įmonių ir pradėtų bankrotų procesų santykis pagal veiklos rūšis

8 pav. Ekonominės veiklos rūšių bankrotų rizikos lygio (2016–2019 m.) lyginamoji analizė

Analizuojant bankroto procesuose patvirtintų kreditorinių reikalavimų tenkinimo dinamiką per visą bankroto laikotarpį (žr. 9 pav.), stebima didėjanti bendra skolų atgavimo tendencija.

9 pav. Kreditorinių reikalavimų tenkinimo dinamika

Dėl 2020-01-01 įsigaliojusio pakeisto LR Juridinių asmenų nemokumo įstatymo ir pasikeitusio kreditorinių reikalavimų skirstymo į reikalavimų tenkinimo eiles reglamentavimo, nėra galimybės sulyginti ankstesnių ir 2020 metų duomenis.

Bazinis didėjimo tempas (žr. 2 lentelę) yra skaičiuojamas pagal formulę (4):

$$T_d = \frac{y_{2019}}{y_{2017}}; \quad (4)$$

čia y_{2017} – patvirtintų ir patenkintų kreditorinių reikalavimų santykis 2017 m.; y_{2019} – patvirtintų ir patenkintų kreditorinių reikalavimų santykis 2019 m.

2 lentelė

Kreditorinių reikalavimų tenkinimo dinamika 2017–2019 m.

Kreditoriniai reikalavimai	**2017 m. (proc.)**	**2019 m. (proc.)**	**Bazinis didėjimo tempas (kartais)**
Įkaito turėtojai	22,95	44,15	1,924
I eilės	58,49	62,89	1,075
II eilės	8,02	7,28	0,907
III eilės	2,78	2,69	0,968

Išvada: įkaito turėtojų patvirtintų ir patenkintų kreditorinių reikalavimų santykis 2017–2019 m. padidėjo beveik 2 kartus, I-os eilės patvirtintų ir patenkintų kreditorinių reikalavimų santykis per tą patį laikotarpį padidėjo 1,075 karto, II-os ir III-os eilės patvirtintų ir patenkintų kreditorinių reikalavimų santykiai tuo pačiu laikotarpiu didėjo panašiu tempu, atitinkamai 0,907 ir 0,968 karto.

4. Išvados

1. Išanalizavus mokslinę literatūrą, galima daryti išvadas, kad nemokumas-tai įmonės laikinojo arba nuolatinio pobūdžio negalėjimas atsiskaityti su kreditoriais, vykdyti prisiimtus finansinius įsipareigojimus.
2. Atlikus įmonių bankrotų apimčių statistinę analizę, skaičiuojant absoliutųjį padidėjimą, daroma išvada, kad laikotarpiu nuo 2016 m. iki 2019 m. bankrotų apimtys kasmet mažėjo po 279 bankroto procesus.
3. Atlikus įmonių bankrotų apimčių statistinę analizę, skaičiuojant vidutinį padidėjimo tempą, daroma išvada, kad 2016–2019 m. bankroto procesų kasmet mažėjo po 16 procentų.
4. Analizuojamuoju laikotarpiu 2016–2019 m. labiausiai padidėjo įkaitu užtikrintų patvirtintų ir patenkintų kreditorinių reikalavimų santykis (beveik 2 kartus), I-os eilės patvirtintų ir patenkintų kreditorinių reikalavimų santykis per tą patį laikotarpį padidėjo 1,075 karto, II-os ir III-

os eilės patvirtintų ir patenkintų kreditorinių reikalavimų santykiai tuo pačiu laikotarpiu didėjo panašiu tempu, atitinkamai 0,907 ir 0,968 karto.

Literatūra

1. GRIGONYTĖ, I., SŪDŽIUS, V. Mokėjimų rizikos įvertinimas Lietuvos, Latvijos ir Estijos rinkose. *Verslas, vadyba, studijos* [interaktyvus]. 2010, 8(1), 7–20, ISSN 1648-8156 [žiūrėta 2021-04-06]. Prieiga per: https://etalpykla.lituanistikadb.lt/object/LT-LDB-0001:J.04~2010~1367175379328/.
2. GIACOSA, E., MAZZOLENI, A., TEODORI, C., VENEZIANI, M. Insolvency prediction in companies: An empirical study in Italy. *Corporate Ownership and Control* [interaktyvus]. 2015, 2–3 [žiūrėta 2021-04-06]. Prieiga per https://virtusinterpress.org/INSOLVENCY-PREDICTION-IN-COMPANIES.html.
3. ŠNEIDERE, R., BŪMANE, I. Insolvency of a company and the methods of financial analysis to forecast it. *Economics and Managemenet.* 2009, 12, 137–146.
4. *Lietuvos Respublikos Juridinių asmenų nemokumo įstatymas* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-06]. Prieiga per: https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/56df69a293fa11e9aab6d8dd69c6da66.
5. VIŠINSKIS, V., DRIUKAS, A., SVETIKAITĖ, R., RUŠKYTĖ, R., SAKALAS, A., ČESONIS, V., VELIČKA, R., JAZBUTIS, R. *Nemokumo samprata ir jo teisinio reglamentavimo analizė: taikomasis mokslinis darbas* [interaktyvus]. Vilnius. Nacionalinė verslo administratorių asociacija, 2006 [žiūrėta 2021-04-06]. Prieiga per: https://finmin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/nemokumo-politika/analizes-tyrimai-studijos.
6. SAKALAS, A., VIRBICKAITĖ, R. Bankroto teorija ir praktika. *Inžinerinė ekonomika* [interaktyvus]. 2003, 2(33), 106–110, ISSN 1392-2785 [žiūrėta 2021-04-06]. Prieiga per: https://etalpykla.lituanistikadb.lt/object/LT-LDB-0001:J.04~2003~1367185976612/.
7. JURKAITIENĖ, S., KIYAK, D., BRUŽAITĖ, E. Verslo aplinkos veiksnių įtaka įmonių mokumui. *Apskaitos ir finansų mokslas ir studijos: problemos ir perspektyvos* [interaktyvus]. 2017, 11, 14–22 [žiūrėta 2021-04-06]. Prieiga per: https://www.vdu.lt/cris/handle/20.500.12259/100064.
8. MULEVIČIENĖ, S. Evaluation of the effectiveness of insolvency frameworks: Does the small business perspective matter? *Entrepreneurship and Sustainbality Issues* [interaktyvus]. 2020, 8(2), 383–398 [žiūrėta 2021-04-06]. Prieiga per: https://search.proquest.com/docview/2464154823?pq-origsite=primo.

9. ЩУРИНА, С. В., ПРУНЕНКО, М. А. Управление дебиторской задолженностью компании: теория и практика. *Интернет-журнал НАУКОВЕДЕНИЕ* [interaktyvus]. 2017, 9(1) [žiūrėta 2021-04-06]. Prieiga per: https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-debitorskoy-zadolzhennostyu-kompanii-teoriya-i-praktika/viewer.
10. LABANAUSKAITĖ, D., BRUŽAITĖ, E. Verslo aplinkos poveikio įmonių mokumui ekonominis vertinimas. *Lietuvos ekonomikos augimo ir stabilumo strateginės kryptys*. *Nacionalinė mokslinė- praktinė konferencija* [interaktyvus]. 2015, 39–49 [žiūrėta 2021-03-25]. Prieiga per: http://www.lea2015.ef.vu.lt/wp-content/uploads/2016/01/LEA2015-straipsniu-rinkinys-1.pdf.
11. SLAVINSKAITĖ, D. *Lietuvos įmonių bankroto prognozavimo tyrimas* [interaktyvus]. Vilnius: Mykolo Romerio universitetas, 2014 [žiūrėta 2021-04-06]. Prieiga per: https://vb.mruni.eu/object/elaba:2194352/.
12. BUDRIKIENĖ, R., PALIULYTĖ, I. Bankroto prognozavimo modelių pritaikomumas skirtingo mokumo ir pelningumo įmonėse. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos* [interaktyvus]. Šiauliai: VšĮ Šiaulių universiteto leidykla, 2012, 2(26), 90–103, ISSN 1648-9098 [žiūrėta 2021-04-06]. Prieiga per: https://gs.elaba.lt/object/elaba:6100216/.
13. GARŠKAITĖ, K. Įmonių bankroto prognozavimo modelių taikymas. *Verslas: teorija ir praktika* [interaktyvus]. 2008, 4, 281–294 [žiūrėta 2021-04-06]. Prieiga per: https://vb.ktu.edu/permalink/f/1746fh5/TN_ceeol_s277358.
14. GARŠKAITĖ-MILVYDIENĖ, K. *Įmonių bankroto grėsmės diagnostika*. *Disertacija* [interaktyvus]. Vilnius: Technika, 2011, 162, ISBN 978-9955-28-782-7 [žiūrėta 2021-04-06]. Prieiga per: https://vb.ktu.edu/permalink/f/1uc5jni/KTU01000107381.
15. BALCAEN, S., OOGHE, H. 35 years of studies on business failure: An overview of the classical statistical methodologies and their related problems. *British Accounting Review* [interaktyvus]. 2006, 38(1), 63–93 [žiūrėta 2021-04-06]. Prieiga per: https://www.mendeley.com/catalogue/cebe94ca-d2db-3988-86da-.0be163831e7c/.

GLIUKOZĖS SIRUPO GAMYBOS PROCESO PERPROJEKTAVIMO SPRENDIMAI

Kažukauskaitė E.[1], Mileris R.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: proceso perprojektavimas, verslo proceso perprojektavimas (BPR)

1. Įvadas

Proceso perprojektavimo kilmė pastebėta jau nuo ankstyvųjų 1970-ųjų metų. Japonijoje plačiai pradėtos naudoti naujos valdymo paradigmos, kaip visiškos kokybės valdymas, šešios sigmos ir proceso tobulinimo procesas [1]. Tačiau su laiku organizacijoms pasiekus brandos amžių šių paradigmų nebeužteko, todėl atsirado nauja paradigma – proceso perprojektavimas, kuris galėjo įnešti organizacijoms radikalių pokyčių.

Šiomis dienomis proceso perprojektavimas plačiai naudojamas tiek mažose, tiek didelėse organizacijose. Dažniau šios strategijos metodikos naudojamos verslo, biurų procesų perprojektavimui, kurios tiesiogiai susiduria su klientų aptarnavimu ir skundais. Tačiau ne taip dažnai proceso perprojektavimas yra taikomas maisto gamybinėse įmonėse, todėl, kad yra didelė rizika, jog sprendimai daryti didelius pokyčius gamybos procese nepasiteisins. Pasiteisinus organizacija gali laimėti piniginį taupymą, geresnę produkto kokybę, klientų pasitenkinimą, laiko sąnaudų taupymą.

Tikslas – nustatyti kokia bus tikėtina nauda įmonei perprojektavus gliukozės sirupo gamybos procesą.

2. Proceso perprojektavimo samprata

„*Perprojektavimas yra esminis verslo procesų permąstymas ir radikalus pertvarkymas, norint pasiekti dramatiškų patobulinimų kritiniuose, šiuolaikiniuose veiklos matuose, tokiuose kaip kaina, kokybė, aptarnavimas ir greitis*“ [1].

Proceso perprojektavimas yra verslo valdymo strategija, susikoncentravusi į proceso analizę, kuri išpopuliarėjo ankstyvuoju 1990-ųjų metų laikotarpiu. Ši strategija yra viena iš visiško kokybės valdymo (TQM) dalių, kuriomis galima užpildyti spragas, apibrėžtas pagrindiniais veiklos rodikliais (KPI). Prieš proceso perprojektavimo atsiradimą, buvo naudojamos

tokios strategijos, kaip šešios sigmos, proceso tobulinimo procesas (PIP), LEAN. Jos visos gana glaudžiai susijusios, tačiau proceso perprojektavimas yra naudojamas, kaip atskira valdymo priemonė ir yra neatsiejama nuo nuolatinio procesų tobulinimo. Tai yra veiksmingas būdas nepaprastai pagerinti organizacijos rezultatus, kurie gali būti pasiekiami radikaliai keičiant procesus. Todėl daugelis autorių proceso perprojektavimą įvardija kaip dramatišką pokytį, apimantį organizacijos struktūrą, valdymo sistemą, darbuotojų atsakomybę ir veiklos vertinimą, skatinimo sistemą, įgūdžių ugdymo ir informacinių technologijų naudojimą [2, 3, 4].

Proceso perprojektavimas daro prielaidą, kad dabartinis procesas yra nesvarbus – jis neveikia, sugedo. Kreipiamas dėmesys į vertės neteikiančias veiklas, kurios reikalauja daug laiko ir resursų. Yra išskirti kriterijai, kurių pagalba galima išskirti procesus, kuriuos galima perprojektuoti [5]:

- procesai, dėl kurių atsiranda kliūčių ir vėluojama;
- pagrindiniai procesai, turintys didelį poveikį;
- procesai, turintys įtakos tarpfunkciniams ar organizacijų padaliniams;
- procesai, kurie yra gyvybiškai svarbūs siekiant įmonės strategijos ir tikslų;
- procesai, kurie gali būti sėkmingai perprojektuoti.

Atsižvelgus į verslo procesų perprojektavimo metodologijas galima išskirti 5 perprojektavimo projekto stadijas [6]:

1. Susipažinimas su procesu.
2. Verslo vizija.
3. Konkretaus proceso žemėlapio sudarymas ir analizė.
4. Esamo proceso perprojektavimas.
5. Nuolatinis proceso tobulinimas.

Organizacija susideda iš kelių sąveikaujančių procesų, subprocesų ir subsubprocesų (žr. 1 pav.), kurių kiekvienas apima žmones, metodus, medžiagas, įrangą, aplinkos pokyčius ir matavimus, sudarantys sudėtingą sąveikaujančių veiklų sistemą.

1 pav. Procesų kompleksas [2]

Sudarant visų aukščiau išvardintų procesų žemėlapį ir jį išanalizavus, galima atrasti daug vietų, kurios reikalauja perprojektavimo [2].

Dažniausiai išskiriami trijų tipų procesai [7]:

- bendras visos organizacijos valdymo procesas;
- pagrindiniai verslo procesai – produktai ir paslaugos, kurie yra organizacijos verslas;
- palaikymo procesai – finansai, techninė priežiūra, mokymai ir t. t.

Proceso perprojektavimas supaprastins darbo procesus, leis pasiekti taupymą ir pagerins produkto kokybę ir laiko valdymą.

3. Proceso perprojektavimo sprendimai ir tikėtina nauda

Pasirinktas maisto gamybos įmonės gliukozės sirupo gamybos linijos perprojektavimas. Pirmiausiai buvo susipažįstama su esamu procesu nubraižant schemą (žr. 2 pav.). Analizuojant rasta proceso dalis – valymas anglimi, kuri naudoja labai daug resursų. Sunaudojamas didelis kiekis granuliuotos anglies, kuri po panaudojimo turi būti regeneruojama kitoje užsienio įmonėje ir šviežia vėl gražinama. Susidaro nemažos išlaidos anglies regeneravimui ir transportavimui. Taip pat suvartojamas didelis kiekis elektros energijos, nes anglies kolonose skystis turi pastoviai cirkuliuoti. Keičiant anglį kolonose yra prarandamas gliukozės sirupas į nuotekas, todėl mažėja gliukozės sirupo išeiga.

2 pav. Gliukozės sirupo gamybos procesas prieš perprojektavimą

Siūlomas sprendimas pašalinti valymo anglimi procesą iš gliukozės sirupų gamybos proceso, nes analizės metu buvo nustatyta, jog produkto kokybės atžvilgiu, ši proceso dalis yra visiškai neefektyvi. Pateikiama gliukozės sirupo gamybos proceso perprojektuota schema (žr. 3 pav.).

3 pav. Gliukozės sirupo gamybos procesas po perprojektavimo

Proceso perprojektavimas yra ilgas procesas, kuris reikalauja bandymų. Todėl iš pradžių buvo atsisakyta tik dviejų anglies kolonų iš trijų. Nuo 2020 metų gegužės mėnesio matomas ženklus granuliuotos anglies kiekio sumažėjimas nuo 28 000 kg iki 5 000 kg per mėnesį, bei matoma, kad vidutiniškai buvo išleidžiama 24 500 EUR per mėnesį šiai pagalbinei medžiagai prieš pokyčius (žr. 4 pav.). Su laiku žadama granuliuotos anglies sąnaudas sumažinti iki 0 kg/mėn. Tuo pačiu nebereikėtų tokių pagalbinių medžiagų, kaip kizelgūras ir popieriniai filtrai. Sumažės gliukozės sirupų savikaina.

Taip pat stebimas pagrindinis veiklos rodiklis (KPI) – gliukozės sirupo išeiga (žr. 5 pav.). Matoma, kad išeiga pakilo nuo 100,8 proc. iki 103,5 proc., nes mažiau gliukozės sirupo iššvaistoma į nuotekas. Atsisakius paskutiniosios anglies kolonos tikimasi išeigą pakelti dar per 1,35 proc.

Valymo anglimi proceso dalis reikalauja žmogiškųjų resursų, nes granuliuota anglis atvežama didmaišiais. Darbuotojas nuolatos turi vežioti šviežios anglies didmaišius, juos užkelti iki kolonos viršaus, išvežti panaudotos anglies didmaišius. Turi 25 kg maišelius su kizelgūrų nešioti ir pilti į talpas, o ši medžiaga yra kenksminga sveikatai.

Atsisakius šios proceso dalies darbuotojui ne tik atsirastų ženkliai daugiau laiko kitai gamybinei veiklai, bet ir gerėtų darbinė aplinka sveikatos požiūriu.

4 pav. Suvartojamas granuliuotos anglies kiekis ir kaina per mėnesį

5 pav. Gliukozės sirupo išeiga

Pašalinus šios proceso dalies įrenginius atsilaisvintų labai didelis gamybinis plotas, kuris galėtų būti skiriamas tolesniam procesų tobulinimui ir efektyvinimui, naujų technologijų diegimui.

4. Išvados

1. Iš dalies atsisakius valymo anglimi proceso dalies gliukozės sirupo išeiga pakilo per 2,7 proc. Visiškai eliminavus šią proceso dalį tikimasi išeigą pakelti dar per 1,35 proc.

2. Sumažės gliukozės sirupų savikaina, nes nebereikės pirkti pagalbinių medžiagų, tokių kaip granuliuota anglis, kizelgūras, popieriniai filtrai.
3. Pagerės darbuotojų darbo aplinkos sąlygos, jos taps ne tokios kenksmingos, ir daugiau atsiradusio laiko galės skirti kitiems gamybiniams darbams.
4. Perprojektavus procesą gamybos padalinyje atlaisvės patalpa, kuri galės būti panaudojama naujų technologijų diegimui, procesų tobulinimui ir efektyvinimui ar kitiems poreikiams.

Literatūra

1. MOHAPATRA, S. *Business Process Reengineering: Automation Decision Points in Process Reengineering*. New York: Springer, 2013. ISBN 978-1-4614-6066-4.
2. HUTCHINS, D. *Hoshin Kanri: The Strategic Approach to Continuous Improvement*. Hampshire: Gower Publishing Limited, 2008. ISBN-13:9780566087400.
3. FLYNN, R. J. A business process reengineering framework using the analytic hierarchy process to select a traceability technology for spare parts management in capital-intensive industries. *PhD Thesis* [interaktyvus]. Stellenbosch: Stellenbosch University, 2016 [žiūrėta 2021-04-09]. Prieiga per: http://scholar.sun.ac.za/handle/10019.1/98451.
4. LARSON, A. J. *Organizational and Process Reengineering: Approaches for Health Care Transformation*. Boca Raton: CRC Press, 2016. ISBN-13:978-1-4822-2516-7.
5. COVERT, M. *Successfully Performing Business Process Reengineering* [interaktyvus]. Visible Systems Corporation, 1997, 201 [žiūrėta 2021-04-09]. Prieiga per: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.458.1567&rep=rep1&type=pdf.
6. KHAN, A. A. M., BUTT, J., MEBRAHTU, H., SHIRVANI, H., ALAM, N. M. *Data-Driven Process Reengineering and Optimization Using a Simulation and Verification Technique* [interaktyvus]. Designs, 2018, 2(4), 42 [žiūrėta 2021-04-09]. Prieiga per: https://www.mdpi.com/2411-9660/2/4/42.
7. JANČIAUSKAS, B., MACEIKA, A., STRAZDAS, R., TOLOČKA, E., ZABIELAVIČIENĖ, I. *Pramonės įmonių valdymas: planavimas, organizavimas, vadovavimas*. Vilnius: Technika, 2012. ISBN 978-609-457-167-1.

MONOPOLINĖS ĮMONĖS KLIENTŲ NEMOKUMO APIMČIŲ ANALIZĖ

Kvietkauskienė D.[1], Mileris R.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: monopolija, nemokumas, klientų nemokumas.

1. Įvadas

Klientų nemokumas yra viena iš problemų keliančių rūpestį daugumai Lietuvos įmonių. Gyventojų nemokumas tapo ne tik didžiuliu asmeninių finansų valdymo problemų, tačiau ir visuomenės.

Nemokumas yra terminas, kai asmuo ar įmonė nebegali įvykdyti savo finansinių įsipareigojimų skolintojams, suėjus atsiskaitymo terminui. Prieš nemokiai įmonei ar asmeniui įsitraukus į nemokumo procedūras, jis greičiausiai dalyvaus susitarimuose su įmone. Nemokumas gali atsirasti dėl netinkamo grynųjų pinigų valdymo, sumažėjusių pinigų įplaukų ar padidėjusių išlaidų.

Pirkėjų skolos – turtas, kurio praradimą įmonės vadovai vertina tik klientams neįvykdžius savo įsipareigojimų. Apsisaugojimo nuo blogų skolų prevencinės priemonės dažnai kainuoja mažiau nei beviltiškų skolų išieškojimo procedūros [1].

Tikslas – nustatyti klientų nemokumo apimtis monopolinėje įmonėje.

2. Monopolijos esmė bei jos tipologijos Lietuvoje

Monopolija yra tokia rinkos sudėtis, kai kurioje nors pramonės, ar paslaugų šakoje yra dažniausiai vienas prekių, ar paslaugų pardavėjas [2]. Pagrindinis monopolinės rinkos bruožas – konkurencijos tarp gamintojų nebuvimas, nes čia yra vienas gamintojas [3]. Vartotojai yra priklausomi nuo vieno pardavėjo, kuris siūlo prekes bei paslaugas. Turėdama tokias teises įmonė turi galimybę rinkoje diktuoti savo sąlygas.

Natūrali monopolija – tai pigiausias būdas patenkinti rinkos paklausą, kai masto ekonomija kai masto ekonomija pasireiškia esant didelei gamybos apimčiai. Gamybos sutelkimas vienoje stambioje įmonėje leidžia gaminti produkciją mažiausiais kaštais [3]. Natūrali monopolija tai paprastai

monopolijai artima rinkos forma, kuri pasižymi tik jai būdingomis savybėmis, todėl vadinama natūralia.

3. Klientų nemokumo samprata, tipai bei priežastys

Nemokumas yra terminas, kai asmuo, ar įmonė nebegali įvykdyti savo finansinių įsipareigojimų skolintojams iki numatyto termino.

Juridinio asmens nemokumas (toliau – nemokumas) – juridinio asmens būsena, kai juridinis asmuo laiku negali vykdyti turtinių prievolių arba juridinio asmens įsipareigojimai viršija jo turto vertę [4].

Fizinio asmens nemokumas – fizinio asmens būklė, kai jis negali įvykdyti skolinių įsipareigojimų, kurių mokėjimo terminai suėję ir kurių suma viršija 25 Lietuvos Respublikos Vyriausybės patvirtintos minimalios mėnesinės algos [5].

Įvertinant nemokumo apibudinimą ir atsižvelgiant į tai, kad Lietuvos Respublikoje vienas iš pagrindinių, nemokumo sąlygas apibūdinančių, teisės aktų – juridinių asmenų nemokumas – vienoje iš dalių apibrėžia, kad subjektas yra nemokus, kai negali atsiskaityti su kreditoriumi ir neketina vykdyti savo įsipareigojimų, jei nebus šioje studijoje nurodyta kitaip, tolimesnėje fizinių asmenų nemokumo analizėje toks nemokumo apibūdinimas bus priimtas kaip pagrindinis [6].

Tikriausiai butu sunku rasti verslą, kuriame niekada nebūtų buvę skolininkų. Verslininkų patirtis skiriasi. Vieniems pavyksta susigrąžinti savo skolas be didesnių nepatogumų, kitiems nepavyksta to padaryti be teismo įsikišimo. Trečias ir liūdniausias atvejis yra skolininko bankrotas, kuris paprastai reiškia, kad skola nebus išieškota.

Klientų nemokumo rizika yra didelė problema, paliečianti įvairaus dydžio įmones. Net ir klestinčioje ekonomikoje, rizika, kad klientas taps nemokus, visada yra. Daugeliui įmonės savininkų tai gali būti viena iš sudėtingiausių verslo sąlygų.

Pirkėjų skolų valdymo procesą sąlyginai galima suskirstyti į dvi pagrindines dalis – pradelstų skolų prevencijos ir skolų išieškojimo. Pradelstų skolų prevencija apima visumą priemonių, padedančių išvengti pradelstų skolų atsiradimo. Efektyviausia ir pigiausia jų, žinoma, tinkama verslo partnerių atranka ir tikslus teisinių santykių su jais nustatymas [7]. Pirkėjų skolos įmonių trumpalaikio turto struktūroje sudaro apie 20–25 proc. Tai rodo, kad šio turto valdymas turi žymų poveikį įmonės veiklos efektyvumui [1].

Pirkėjui neapmokant laiku skolų, pirmiausia reikia išsiaiškinti tokio nemokėjimo priežastis. Ši informacija būtina apsisprendžiant, kokių veiksmų imtis toliau. Nereti atvejai, kai sąskaitos neapmokamos dėl techninių klaidų (sąskaitos laiku neperduodamos apskaitai, nusiunčiamos ne tuo adresu ir pan.) [7].

Skolininkų tipai:

- situaciniai skolininkai – tai skolininkai, kurie dėl sutrikusių pinigų srautų tapo laikinai nemokiais asmenimis;
- žadėtojai – tai tokie skolininkai, kurie noriai bendrauja, visada atsako į skambučius ir elektroninius laiškus, tačiau padengti įsiskolinimo neplanuoja;
- tyleniai – tai skolininkai, kuriems gėda prisipažinti dėl finansinių bėdų, nemalonu susisiekti su kreditoriais, paprašyti atidėti mokėjimą, ignoruoja siunčiamus pranešimus ir raginimus;
- piktybiški skolininkai – tai skolininkai, kurie dedasi iš esmės nepatenkinti gauta paslauga, dėl kurios susidarė skola; jie rašinėja skundus, prašo perskaičiuoti sumas;
- beviltiški skolininkai – tai chroniški skolininkai, galbūt netgi turintys priklausomybių [8].

Nemokumas gali atsirasti dėl netinkamo grynųjų pinigų valdymo, sumažėjusių pinigų įplaukų, ar padidėjusių išlaidų. Priežastys, kurios lemia gyventojų nemokumą yra įvairios, tai auganti infliacija, mažėjantis šalies ekonominio augimo tempai, mažėjantis BVP, dideli mokesčiai šalies viduje, mažėjantis darbo užmokestis bei nedarbas. Vartotojui taip pat svarbios finansinės žinios bei gebėjimas valdyti finansinius išteklius, pareigos jausmas ir atsakomybė, sugebėjimas kontroliuoti vartojimo elgseną.

Kaip teigia Aleknevičienė [1], pirkėjų skolų išieškojimas – paskutinis pirkėjų skolų valdymo etapas. Su klientu nesusitariant taikiai, jo skolas perduodamos išieškoti antstoliams bei teismui.

Paskutinės priemonės – pirkėjų skolų išieškojimo įmonės, ar ieškinio pateikimas teismui (žr. 1 pav.) [1].

1 pav. Pirkėjų skolų išieškojimo procesas [1]

Kitos skolų išieškojimo priemonės yra įvairios, sudaromos skolos grąžinimo sutartys, teikiamos pretenzijos, pateikiami įspėjimai, skola perduodama antstolių kontorai.

4. UAB „Aukštaitijos vandenys“ klientų nemokumo analizė

Bendrovėje UAB „Aukštaitijos vandenys“ klientai laikomi skolingi, kai neapmoka skolų per vieną mėnesį, ar ilgiau.

Klientų skolos ir jų padengimo laikas dienomis visu analizuojamu laikotarpiu (žr. 2 pav.) padidėjo 2019 m. siekė 960,9 tūkst. EUR. Didėjant klientų skoloms, ilgėjo ir skolų padengimo laikas dienomis, kuris 2019 m. siekė 38 dienas. Mažiausiai bendrovei klientai įsiskolinę buvo 2016 m. 761,6 tūkst. EUR, skolos padengimo laikas 2016 m. buvo taip pat mažiausias – 33 dienos.

2 pav. UAB „Aukštaitijos vandenys“ visų klientų skolos ir klientų skolų padengimo laikas, dienomis 2015–2019 m. [9]

Analizuojant klientų skolas pagal klientų grupes (žr. 3 pav.) matome, kad didžiausias gamybinių įmonių įsiskolinimas buvo 2019 m. 730,8 tūkst. EUR. Mažiausiai skolingos gamybinės įmonės bendrovei buvo 2016 m. 564,3 tūkst. EUR. Gamybinių įmonių skolos 2015 m. 663,4 tūkst. EUR ir 2018 m. 646,2 tūkst. EUR buvo labai panašus. Analizuojant gyventojų skolas jos didžiausios buvo 2019 m. ir siekė 299,7 tūkst. EUR, o mažiausios 2015 m. 271,3 tūkst. EUR. Kitu analizuojamu laikotarpiu 2016–2018 m. beveik vienodos. Kiti vartotojai, tai biudžetinės įmonės – mokyklos, ligoninės, prekybos įmonės, statybos organizacijos, kurios nepatenka į pirmas dvi grupes. Šių vartotojų skolos analizuojamu laikotarpiu mažai kito. Kitų vartotojų

įsiskolinimas didžiausias buvo 2016 m. 119,5 tūkst. EUR ir 2018 m. 119 tūkst. EUR. mažiausiai šie vartotojai bendrovei skolingi buvo 2014 m. 104,7 tūkst. EUR. Apibendrinat tai gamybinės įmonės ir gyventojai bendrovei daugiausiai skolingi buvo 2019 m., o kitos įmonės 2016 m.

3 pav. UAB „Aukštaitijos vandenys“ klientų skolos pagal grupes 2015–2019 m. [9]

Analizuojant bendrovės klientų abejotinų skolų rodiklius (žr. 4 pav.) matome, kad jie analizuojamuoju laikotarpiu kito. Lyginant 2015 m. ir 2016 m. abejotinos skolos padidėjo 2016 m. iki 211,4 tūkst. EUR. Abejotinos skolos nuo 2016 m. kasmet vis mažėjo ir 2019 metais klientų abejotinų skolų rodiklis siekė 184,5 tūkst. EUR. Bendrovėje metų pabaigoje peržiūrimos bei įvertinamos visos abejotinos gautinos sumos. Abejotinų skolų nuostoliai pelno (nuostolių) ataskaitoje įrašomi į bendrąsias ir administracines sąnaudas. Beviltiškos skolos bendrovėje nurašomos tais metais, kuriais ir buvo nustatytos.

Analizuojant bendrovės vandens netektis tinkluose (žr. 5 pav.) matome, kad šoktelėjęs rodiklis buvo 2016 m. 1 540 tūkst. m^3, tam įtakos turėjo padidėjęs vandens suvartojimas, vandens gerinimo koštuvų rekonstrukcijos metu. Kitu analizuojamu laikotarpiu rodikliai yra beveik identiški, išlieka kasmetinio vidutinio dydžio.

Bendrovė savo klientus skolas ragina apmokėti įvairiais būdais (žr. 1 lentelę). Pirma klientams kurie yra skolingi įmonei siunčiamos SMS žinutės su priminimu, kad klientas yra neapmokėjęs sąskaitų.

Klientui nereaguojant į priminimus, dėl neapmokėtų sąskaitų yra įteikiami įspėjimai, pretenzijos. Tačiau jei klientas yra skolingas ir geranoriškai sutinka apmokėti sąskaitą, jam sudaroma skolos grąžinimo

sutartis, pagal grafiką skolai apmokėti dalimis. Klientai kurie geranoriškai nesutinka apmokėti savo skolų yra perduodami antstoliams, ar net teismui. Bendrovė klientus kurie yra skolingi, skolų išieškojimo įmonėms gali teikti duomenis tik tada jei klientą informavus elektroninėmis ryšio priemonėmis, ar paštu pateikė priminimą apie įsiskolinimą ir per 30 dienų nuo priminimo skola nebuvo padengta.

4 pav. UAB „Aukštaitijos vandenys“ abejotinos skolos 2015–2019 m. [9]

5 pav. UAB „Aukštaitijos vandenys“ vandens netektys tinkluose 2015–2019 m. [9]

Analizuojamu laikotarpiu (žr. 1 lentelę) pateikti skolų administravimo rodikliai. Didžiausias įteiktų įspėjimų suma 2015 m. 213,3 tūkst. EUR, mažiausias 2019 m. 150,5 tūkst. EUR. Klientams įteikta pretenzijų

už neapmokėtas skolas didžiausia suma 2019 m. 51,6 tūkst. EUR. Skolos grąžinimo sutarčių 2015 m. suma 119,3 tūkst. EUR., kitu analizuojamu laikotarpiu beveik identiškos sumos. Už didžiausią sumą teismui pateikta ieškinių 2015 m. 62,6 tūkst. EUR, priteista didžiausia suma 2019 m. 39,5 tūkst. EUR. Analizuojant kiek perduota skolininkų antstolių kontoroms ir kokia pinigų suma išieškota, tai matome, kad didžiausia išieškota pinigų suma buvo 2016 m. Per antstolius išieškota mažiausia pinigų suma buvo 2015 m.

1 lentelė

Klientų skolų administravimas [9]

Metai	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
Įteikta įspėjimų, tūkst. EUR	213,3	180,6	176,9	166,3	150,5
Įteikta pretenzijų, tūkst. EUR	39,0	24,1	34,9	24,2	51,6
Sudaryta skolos grąžinimo sutarčių, tūkst. EUR	119,3	64,9	64	62,3	51,8
Pateikta teismui pareiškimų, ieškinių, tūkst. EUR	62,6	51,4	49,9	45,4	48,4
Priteista suma, tūkst. EUR	34,4	18,8	36,0	36,0	39,5
Perduota antstolių kontoroms, tūkst. EUR	27,8	38,5	26,2	29,8	30,5
Išieškota per antstolių kontoras, tūkst. EUR	16,2	23,0	18,3	18,6	18,2

Bendrovės skolų administravimo politika bei procesai vykdomi sistemingai, dviem etapais. Pirminis etapas tai, kai skolos administruojamos mažiausiomis sąnaudomis, geranoriškai bendradarbiaujant su klientais, siekiant išlaikyti gerus santykius. Antrasis etapas yra griežtesnis, skolos išieškomos teisminiu būdu. Išieškant skolas teisminiu būdu, tai netik skolos išieškomos, bet ir pasirašomos taikos sutartys, su galimybe skolą išmokėti dalimis, tokiu būdu siekiama skolą susigražinti mažiausiomis sąnaudomis bendrovei bei klientui.

4. Išvados

1. Klientų nemokumo rizika yra didelė problema, paliečianti įvairaus dydžio įmones, veikiančias kiekviename sektoriuje. Net klestinčioje ekonomikoje rizika, kad klientas taps nemokus, yra visada. Daugeliui įmonių savininkų tai gali būti vienas iš sudėtingiausių verslo aspektų. Tikriausiai sunku rasti verslą, kuriame niekada nebūtų buvę skolininkų. Verslininkų patirtis skiriasi. Vieniems pavyksta susigrąžinti savo skolas be didesnių nepatogumų (pvz., siunčiant priminimą), kitiems nepavyksta to padaryti be

teismo įsikišimo. Trečias ir liūdniausias atvejis yra skolininko bankrotas, kuris paprastai reiškia, kad skola nebus išieškota.

2. Atlikus įmonės analizę didžiausias klientų nemokumas analizuojamu laikotarpiu buvo 2019 m. siekė 960,9 tūkst. EUR. Tam įtakos turėjo padidėjusios teikiamų paslaugų apimtys. Didėjant klientų skoloms, ilgėjo ir skolų padengimo laikas dienomis, kuris 2019 m. siekė 38 dienas. Analizuojant klientų skolas pagal klientų grupes didžiausias gamybinių įmonių įsiskolinimas buvo 2019 m. 730,8 tūkst. EUR. Analizuojant gyventojų skolas jos didžiausios buvo 2019 m. ir siekė 299,7 tūkst. EUR. Kitų vartotojų didžiausias įsiskolinimas buvo 2016 m. 119,5 tūkst. EUR. Analizuojant bendrovės klientų abejotinų skolų rodiklius analizuojamuoju laikotarpiu padidėjimas matomas 2016 m. 211,4 tūkst. EUR. Analizuojant bendrovės vandens netektis tinkluose šoktelėjęs rodiklis buvo 2016 m. 1540 tūkst. m3, tam įtakos turėjo vandens koštuvu rekonstrukcijos darbai. Analizuojant pateiktų skolų administravimo rodiklius, didžiausias įteiktų įspėjimų suma 2015 m. 213,3 EUR. Klientams įteikta pretenzijų už neapmokėtas skolas didžiausia suma 2019 m. 51,6 EUR. Skolos grąžinimo sutarčių 2015 m. suma 119,3 EUR. Didžiausią sumą teismui pateikta ieškinių 2015 m. 62,6 EUR, taip pat ir priteista didžiausia suma 2015 m. 62,6 EUR. Analizuojant kiek perduota skolų antstolių kontoroms ir kokia pinigų suma išieškota, tai matome, kad didžiausia išieškota pinigų suma buvo 2016 m. 23,0 EUR. bei perduota pinigų suma antstoliams 38,5 EUR.

Literatūra

1. ALEKNEVIČIENĖ, V. *Įmonės finansų valdymas*. Kaunas: Lietuvos žemės ūkio universitetas, 2009. ISBN 978-9955-921-04-2
2. DUBAUSKAS, G. *Ekonomikos ir finansų teorijos* [interaktyvus]. Vilnius: Generolo Jono Žemaičio Lietuvos karo akademija, 2013, ISBN 978-609-8074-18-2 [žiūrėta 2021-03-29]. Prieiga per: https://kam.lt/download/39595/ekonomikos%20ir%20finansu%20teorijos.pdf.
3. DAVULIS, G. *Ekonomikos teorija* [interaktyvus]. Vilnius: Mykolo Romerio universitetas. 2009, ISBN 978-9955-19-112-4 [žiūrėta 2021-03-29]. Prieiga per: https://repository.mruni.eu/bitstream/handle/007/16755/9789955192589.pdf?sequence=1.
4. *Juridinių asmenų nemokumo įstatymas* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2021-04-05]. Prieiga per: https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/56df69a293fa11e9aab6d8dd69c6da66.
5. *Fizinių asmenų bankroto įstatymas* [interaktyvus]. 2012 [žiūrėta 2021-04-05]. Prieiga per: https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.424561.

6. *Taikomojo mokslinio tyrimo darbas „Fizinių asmenų nemokumo problemų sprendimų būdų analizė“* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-05]. Prieiga per: https://finmin.lrv.lt/uploads/finmin/documents/files/3.doc.
7. MALINAUSKAS, G. *Pirkėjų skolų valdymo modelis smulkaus verslo įmonėj*. [interaktyvus]. Kaunas: Aleksandro Stulginskio universitetas, 2014, 40–48, ISSN 1822-9913 [žiūrėta 2021-04-05]. Prieiga per: https://www.vdu.lt/cris/bitstream/20.500.12259/62344/1/ISSN1822-9913_2014.pdf#page=40.
8. *LIETUVOS ŠILUMOS TIEKĖJŲ ASOCIACIJA. Atsiskaitymai už suteiktas paslaugas – problemos ir gera praktika* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-06]. Prieiga per: https://www.lsta.lt/files/seminarai/180607_LSTA%20seminaras/1_Skolu%20reglamentavimas%20MP+RG.pdf.
9. UAB „AUKŠTAITIJOS VANDENYS“. *Finansinės ataskaitos* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-07]. Prieiga per: https://www.avandenys.lt/finansiniu-ataskaitu-rinkiniai/.

PANEVĖŽIO IR UTENOS APSKRIČIŲ VIEŠŲJŲ IR MOKYKLŲ BIBLIOTEKŲ DARBUOTOJŲ, DIRBANČIŲ SU VAIKAIS, KOMPETENCIJŲ VYSTYMAS

Leikienė Š.[1], Stanikūnienė B.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: kompetencija, kompetencijos vystymas, mokymasis, viešosios ir mokyklų bibliotekos, darbuotojai, bibliotekininkai.

1. Įvadas

Keičiantis visuomenei, keičiasi ir biblioteka, bibliotekų vaidmuo. Bibliotekos nebėra tik knygų išdavimo vieta, erdvė ar žinių šaltinis, bet ir inovacijų, technologijų, rekreacijos, informacijos ir daugelio kitų veiklų vieta. Tai yra multidimensinė, įvairialypes veiklas apimanti organizacija, todėl kinta ir bibliotekininko vaidmuo bei reikalavimai jo kompetencijai. Šių dienų bibliotekininkas turi reaguoti į pokyčius, prisitaikyti prie įvairių klientų poreikių, gebėti organizuoti edukacinius renginius, rengti ir vystyti projektinę veiklą ir pan.. Toks bibliotekos darbuotojas nuolat vysto savo kompetenciją ir suvokia, kad itin svarbūs tampa mokymosi ir lyderystės gebėjimai. Kintantis bibliotekos vaidmuo besikeičiančioje visuomenėje analizuojamas Kulikauskienės publikacijose [1], viešųjų bibliotekų vaidmenų pokyčius savo darbuose identifikuoja Biveinis [2], Juchnevič [3], Pečeliūnaitė [4] ir kt.

Lietuvos Respublikos kultūros ministro Kultūros sektoriaus darbuotojų 2020–2022 m. kvalifikacijos tobulinimo programos analizė rodo, kad bibliotekininkai turi turėti ir tobulinti: bendrąsias, specialiąsias ir profesines kompetencijas. Bendrosios dalies gebėjimo bendrauti ir gebėjimo tobulėti kompetencijose užkoduota kultūros darbuotojo, šiuo atveju bibliotekininko, motyvacija, nusiteikimas mokytis. Gebėjimo bendrauti kompetencija suprantama kaip žinios apie įvairias bendravimo formas (partnerystę, komandinį darbą ir kt.), bendrų tikslų formavimą, veiklos planavimą ir organizavimą, lyderystę; gebėjimo tobulėti kompetencija – žinios apie savęs pažinimo būdus, esminių savo savybių, kompetencijų, ribų žinojimas. Mokymosi galimybių ir skirtingų mokymosi būdų išmanymas bei taikymas sau [5]. Taigi, bibliotekos darbuotojas tampa besimokančiuoju

įvairiose mokymosi aplinkose, todėl labai svarbios jo asmeninės nuostatos ir požiūris į kompetencijų vystymą.

Tikslas – išanalizuoti Panevėžio ir Utenos apskričių viešųjų ir mokyklų bibliotekų darbuotojų, dirbančių su vaikais, kompetencijų vystymą.

Tyrimų metodai:

- mokslinės literatūros analizė;
- anketinė apklausa;
- statistinė aprašomoji analizė.

2. Kompetencijos samprata

Kompetencijos sąvoka plačiai analizuojama užsienio ir lietuvių mokslinėje literatūroje. Yra daug formuluočių ir apibrėžimų, kur ji suvokiama tapačiai arba skirtingai su tam tikromis išlygomis (Otter [6], Jucevičienė, Lepaitė [7], Pukelis [8], Tubutienė, Morkūnaitė [9]).

Holistinė kompetencija (angl. *Competence*) – tai gebėjimas įvertinti naują situaciją, pasirinkti joje tinkamus veiklos metodus ir nuolat integruoti dalykines ir profesines žinias; tai koncepcija, kuri akcentuoja gebėjimą perkelti žinias ir įgūdžius į naujas situacijas ir tuo pačiu įgalinti žmogų veikti įvairiuose veiklos lygiuose. Tai žmogaus kvalifikacijos raiška arba gebėjimas veikti, sąlygotas individo žinių, mokėjimų, įgūdžių, požiūrių, asmenybės savybių bei vertybių [7]. Bowden ir Marton teigimu, kompetencijos holistinė idėja akcentuoja žmogaus savybes ir vertybes, požiūrį į save kaip į profesionalą, kas įgalina veikti neapibrėžtose veiklos situacijose [6], tai asmens gebėjimas, *pagrįstai* (tinkamai ir kvalifikuotai, konkrečiame kokybės lygyje) ir patikimai (tiksliai ir greitai) atlikti tam tikrą profesinės veiklos dalį (operaciją ar užduotį) nenuspėjamoje darbinėje situacijoje [8]. Kompetencijos sąvoka yra artimesnė veiklos pasaulio aplinkai. Ji vartojama tuomet, kai tenka pabrėžti žmogaus galias profesinėje veikloje [10]. Tai asmens žinios, įgūdžiai, gebėjimai, požiūriai, vertybės, glūdinčios žmogaus viduje ir pasireiškiančios sėkmingais žmogaus konkrečios srities, veiklos, darbo rezultatais [11]. Tai visuma žinių, mokėjimo ir elgsenos, kurią asmuo naudoja atlikdamas tam tikrą užduotį [12].

Pateikti apibrėžimai leidžia daryti apibendrinimą, kad kompetencijos suvokimą sudaro šie aspektai: naujos situacijos įvertinimas, tinkamo metodo pritaikymas esant konkrečiai situacijai, turimų žinių integravimas įgalinimui kokybiškai ir patikimai veikti nenuspėjamoje darbinėje situacijoje, kada reiškiasi individo kvalifikacija, žinios, mokėjimai, įgūdžiai su asmeninėmis savybėmis ir vertybėmis, individo charakteristika, motyvacija naudojant ilgalaikę patirtį ir siekiant efektyvaus, aukštesnio lygio veiklos atlikimo, sėkmingos darbo rezultatų išraiškos.

Darbe laikomasi mokslininkių Jucevičienės ir Lepaitės pasiūlytos kompetencijos apibrėžties, ją įvardinant kaip sėkmingą veiklos atlikimą sąlygojančius gebėjimus, remiantis įgytų žinių, mokėjimų, įgūdžių, vertybinių nuostatų visuma [7]. Ši kompetencijos samprata pagrindžia subjektyvumo

aspektą. Kompetencijos suvokimas tampa unikalus ir individualiai suprantamas, nes yra sąlygojamas ne tik patvirtintų ir įgytų kvalifikacijų, bet ir įgūdžių, praktinės, patirtinės veiklos, vidinės motyvacijos, vertybių, įsitikinimų.

3. Kompetencijos vystymas

Šiuolaikiniu požiūriu kompetencijos vystymas suprantamas ne tik kaip tobulėjimas formaliu ir neformaliu būdu, bet ir kaip mokymasis kasdieninėje veikloje tiek savaiminiu, tiek ir savireguliaciniu režimu. Organizacijoje mokymąsi sudaro viešos diskusijos, organizacijos narių įsitraukimas į priimamus sprendimus, kas išryškina kolektyvinės veiklos svarbą, individualų asmenų norą bei pasirengimą imtis naujų užduočių ir jas įgyvendinti, pritaikyti įvairiuose kontekstuose [9]. Kompetencijos vystymas neapsiriboja formalaus kvalifikacijos įgijimo ir įgytų žinių taikymo praktinėje veikloje. Organizaciniam mokymuisi įtakos turi tokie veiksniai kaip neformali sistema – individualus elgesys, organizacijos struktūra, kultūra, vadovavimo pobūdis, informacinės technologijos, formali aplinka [9]. Remiantis šiomis įžvalgomis galima daryti prielaidą, kad formalusis mokymasis ir įgyta kvalifikacija, taip pat ir neformalusis mokymasis yra tik dalis kompetencijos vystymo galimybių. Mokymasis tampa informalus – visos veiklos, kurios atliekamos tuo metu, kai individai nėra formalioje aplinkoje ir nedalyvauja mokytojas [13] ir savaiminis – kiekvieną dieną vykstantis sąmoningas ir / ar nesąmoningas, atsitiktinis procesas, kurio metu besimokantysis įgyja kompetencijų. Savaiminis mokymasis, vykstantis tiek individualiu lygmeniu, tiek grupėse, yra silpniau susietas su formalia mokymosi aplinka, jame rečiau pasireiškia mokytojo / mokinio santykiai, jis nebūtinai iš anksto apgalvotas, todėl jo gali nepripažinti net patys besimokantys individai [14].

Kompetencijų vystymas labai plati sąvoka, todėl tikslinga ją struktūrizuoti ir pateikti per šiuos pagrindinius būdus:

1. Formalaus išsilavinimo įgijimas (išsilavinimas įgytas formalaus ugdymo institucijose, pvz.: profesinėje mokykloje, kolegijoje ar universitete).
2. Neformalusis mokymas(is) (seminarai, kvalifikacijos kėlimo kursai, stažuotės ir pan.).
3. Informalus būdas (savaiminis mokymasis, patirtinis mokymasis, refleksija, savianalizė ir pan.).

Viešosios ir mokyklų bibliotekos aptarnauja įvairias socialines grupes. Jos nuolat plečia paslaugų ir produktų, veiklos spektrą bei kultūrinį-edukacinį prieinamumą visuomenei. Siekiant kokybės ir poreikių atitikties rodiklių, keičiasi ir bibliotekų darbuotojo portretas, tad labai svarbu išanalizuoti, kaip bibliotekininkai suvokia kompetenciją ir jos vystymą, kokie būdai mokytis jiems yra priimtini, kaip jie tobulina savo kompetenciją, ar identifikuoja tokį poreikį bei kokios pozicijos laikosi šiuo klausimu.

4. Panevėžio ir Utenos apskričių viešųjų ir mokyklų bibliotekų darbuotojų, dirbančių su vaikais, požiūris į kompetencijų vystymą: empirinio tyrimo rezultatai

Siekiant atskleisti bibliotekininkų požiūrį į kompetencijų vystymą buvo atliktas empirinis tyrimas pagal šiuos pagrindinius kriterijus: kompetencijos samprata; požiūris į tobulėjimą; mokymosi motyvacija; priimtiniausi mokymosi būdai ir formos; mokymąsi palaikanti organizacijos aplinka; pandemijos sukelti kompetencijos iššūkiai.

Tyrimo tikslui pasiekti suformuota ir naudota 19 klausimų anketa ir vykdyta elektroninė apklausa („Google Disk“). Anketa išsiųsta 116 Panevėžio regiono viešųjų ir mokyklų bibliotekų darbuotojų, atsakė 73 respondentai. Orientuotasi į bibliotekos darbuotojus, dirbančius su vaikais, nes vaikai – viena iš labiausiai pažeidžiamų aptarnaujamų socialinių grupių, jie neturi kritinių „filtrų“ ir negali objektyviai, kritiškai įvertinti teikiamo turinio. Dėl šios priežasties labai svarbu išanalizuoti bibliotekininkų, dirbančių su vaikais, požiūrį į kompetencijos vystymą, jų atsakomybę ir sąmoningumą užtikrinant kokybišką kultūrinį turinį vaikams.

Kompetencijos vystymo samprata ir požiūris į tobulėjimą. Anketinės apklausos pradžioje respondentų buvo teirautasi, kaip jie supranta kompetencijos vystymo sąvoką. Atsakymų pasiskirstymas rodo (žr. 1 pav.), kad dauguma bibliotekininkų nesilaiko požiūrio į kompetencijos vystymą tik kaip į tam tikrų žinių įgijimą. Jie kompetencijos vystymą suvokia kaip žmogaus žinių, įgūdžių bei požiūrių įgijimą, kuris tęsiasi visą gyvenimą. Daugiau nei trečdalis (34,2 proc.) jų teigia, kad tai mokymosi procesas, kuris padeda įveikti trūkumą tarp esamų ir reikalingų žinių, įgūdžių, sugebėjimų ar nuostatų. Tačiau tik 8,2 proc. pažymėjo, kad kompetencijos vystymas yra tobulėjimas, grįstas savianalize ir vykstantis bet kurioje žmogaus veikloje. Todėl daroma prielaida, kad savirefleksija, giluminės diskusijos su kolegomis darbe apie veiklos tobulinimo galimybes ar savo kasdieninės veiklos apsvarstymas nėra dažnai praktikuojamas bibliotekininkų tiriamojoje imtyje.

Anketinės apklausos rezultatai atskleidžia, kad bibliotekininkai suvokia, jog kompetencijos vystymas nėra baigtinis, kad tai yra procesas ir trunka visą gyvenimą, jie mokosi, analizuoja save ir mano, kad žinios, įgytos mokykloje ir universitete nepatenkina šiandieninės darbo rinkos tikslų. Respondentai pritaria nuostatoms, kad žmogus privalo mokytis visą savo gyvenimą ir visose gyvenimo srityse. Nuolatinis mokymasis organizacijai ir jos darbuotojams yra itin svarbus, o bendravimas – puiki kompetencijos vystymo galimybė.

Mokymosi motyvacija. Bibliotekų darbuotojai mokosi ir gilina savo žinias, kad galėtų kokybiškai dirbti prisitaikydami prie aplinkoje vykstančių pokyčių (86,3 proc.); spartus gyvenimo tempas verčia nuolat mokytis (74 proc.); mokydamiesi tobulėja, plečia akiratį ir gali geriau išreikšti save (58,9 proc.); mokosi, kad galėtų tinkamai ir kokybiškai atlikti paskirtas užduotis

(57,5 proc.); mokosi, kad jaustųsi pilnavertiškai ir įgytų daugiau pasitikėjimo savimi (46,6 proc.).

1 pav. Kompetencijos vystymo sampratos vertinimas

Įdomu tai, kad bibliotekų darbuotojus mažai domina karjeros siekis, jie nesimoko, vien tam, kad įgytų pripažinimą ir kolegų pagarbą. Juos „veda“ vidinė motyvacija, t. y. noras gerai atlikti darbą ir tobulėti dėl savęs.

Priimtiniausi mokymosi būdai ir formos. Beveik visi apklaustieji (98,6 proc.) bibliotekų darbuotojai dalyvauja konferencijose, seminaruose ir pan.; bendradarbiauja ir diskutuoja su kitais žmonėmis, mokosi vieni iš kitų, dalinasi savo idėjomis ir savo žiniomis (74 proc.); mokosi su tam tikros srities dėstytoju ar lektoriumi (65,8 proc.); mokosi įvairaus formato nuotoliniuose mokymuose (65,8 proc.); mokosi savarankiškai, studijuoja įvairią literatūrą (57,5 proc.); konsultuojasi ar prašo kolegų pagalbos (54, 8 proc.). Gauti duomenys atskleidžia, kad dominuoja neformalus kompetencijos vystymo būdas, o informalaus tobulėjimo praktika gerokai nusileidžia: tik trečdalis respondentų pažymi, kad mokosi iš savo patirties (34,2 proc.); dar mažesnė dalis – mokosi individualiai, savarankiškai (24,7 proc.).

Mokymąsi palaikanti organizacijos aplinka apibūdinama per keturis esminius aspektus: (1) praktikuojamas mokymasis vieniems iš kitų; (2) mokymosi metu suteikiama kolegų pagalba; (3) palaikomos viešos diskusijos; (4) skatinama refleksija. Taigi, pozityvu tai, kad net 75,3 proc. respondentų yra įsitikinę, kad darbuotojai nuolat mokosi vieni iš kitų ir tik nedaugelis mano, kad kolegos nelinkę to daryti, kad įstaigoje nėra įprasta mokytis vieniems iš kitų (žr. 2 pav.).

Dauguma respondentų kolegų pagalbą sieja su kompetencijos tobulinimo dalykais ir teigia, kad visada prašo kolegų pagalbos, kai jaučia žinių ar įgūdžių trūkumą problemai išspręsti. Pagalbos prašymas vienu ar kitu klausimu suvokiamas kaip naujų žinių, įgūdžių įgijimas (63 proc.); pasitikėjimo kitu žmogumi ženklas (35,6 proc.).

Nei vienas iš respondentų nepritarė nuostatai, kad „*pagalbos prašymas – savo nekompetencijos rodymas*“ (žr. 3 pav.).

Viešos diskusijos kaip kompetencijos vystymo galimybė nesulaukė tokių pozityvių vertinimų. Tik trečdalis bibliotekininkų teigia aktyviai bendradarbiaujantys ir bendraujantys (34,2 proc.); kiek daugiau nei trečdalis jų pareiškia savo nuomonę, patarimus (37 proc.) ir tik 26 proc. respondentų diskutuoja tik su keliais grupės nariais.

2 pav. Mokymasis vieniems iš kitų

3 pav. Kolegų pagalbos samprata

Jei viešai diskutuoti bibliotekininkai nėra itin linkę, beveik pusė jų dažnai apmąsto, ar veiksmingi būdai ir priemonės, kuriuos jie taiko savo darbe (45,2 proc.); diskutuoja kartu su kolegomis (37 proc.). Apklausoje buvo pateikti teiginiai, kurie turi neigiamą prasminį atspalvį. Teiginys „*galvoju tik apie ateitį ir neeikvoju laiko ir pastangų praeities analizei*“ rodo, kad žmogus nėra linkęs reflektuoti, todėl pozityvu, kad šis teiginys sulaukė vos 2,7 proc. atsakymų. Panašus ir kito teiginio – „*tik iškilusi problema, nesėkmė ar neaiškumas priverčia analizuoti veiklą*“ – vertinimas leidžia daryti prielaidą, kad respondentai linkę atlikti refleksiją ir tuomet, kai veikla yra įprasta ar sėkminga (žr. 4 pav.).

Pandemijos sukelti kompetencijos iššūkiai. Aktualus pasaulinės COVID-19 pandemijos kontekstas sąlygojo poreikį išsiaiškinti su kokių kompetencijų trūkumu susidūrė bibliotekininkai ir kaip jie tai sprendė. Taigi, net 68,5 proc. respondentų pandemijos laikotarpiu susidūrė su kompetencijų organizuoti savo darbą nuotoliniu režimu trūkumu; gebėjimų įvaldyti el.

įrankius nuotoliniam darbui trūkumu bei komunikavimo gebėjimų virtualioje erdvėje poreikiu.

4 pav. Refleksijos taikymas

Panašus procentas apklaustųjų stengėsi reaguoti lanksčiai ir prisitaikyti prie pakitusios situacijos (64,4 proc.); dalyvavo įvairiuose mokymuose apie įprastinės darbo veiklos perkėlimą į nuotolinę ir sėkmingai tęsė savo veiklą (60,3 proc.); aktyviai stebėjo aplinką, ieškojo naujų būdų ir galimybių, kaip gali tęsti veiklą (52,1 proc.); dalį savo darbinės veiklos sėkmingai perkėlė į virtualią erdvę, dalis veiklos nunyko, tačiau atsirado alternatyvių veiklų virtualiu formatu (50,7 proc.). Bibliotekų darbuotojai aktyviai reaguoja į dabartinės pandemijos keliamus pokyčius, yra motyvuoti prisitaikyti ir tik nedaugelis sustabdė savo įprastą darbinę veiklą (2,7 proc.).

5. Išvados

1. Mokslinės literatūros analizė rodo, kad bibliotekos šiuolaikinėje visuomenėje tampa ne tik informacines, bet ir ekspertines, edukacines paslaugas teikianti organizacija, tenkinanti įvairių socialinių grupių poreikius. Atitinkamai keičiasi ir bibliotekininko vaidmuo. Jis turi tapti nuolat besimokančiu savo veikloje, prisitaikančiu prie sparčių aplinkos pokyčių.
2. Atliktas empirinis tyrimas atskleidžia bibliotekininkų teigiamas nuostatas į kompetencijos vystymą. Jie suvokia, kad tampa itin svarbūs mokymosi ir lyderystės gebėjimai, taiko įvairius mokymosi būdus kompetencijai vystyti. Stipri jų vidinės mokymosi motyvacijos raiška, prioritetą atiduodant ne karjeros tikslams ar pripažinimo siekiui, bet savęs tobulinimui.
3. Šios srities specialistai, dirbantys su vaikais, nėra linkę viešai diskutuoti, tačiau priima kolegų pagalbą, kai reikia žinių ir gebėjimų, ir individualiai reflektuoja, o taip pat ir aktyviai įsitraukia į tobulėjimo veiklas, kai yra neišvengiama būtinybė (pandemijos laikotarpis).

Literatūra

1. KULIKAUSKIENĖ, K. Socialiai įtraukios bibliotekos samprata besikeičiančioje visuomenėje. *Socialiniai tyrimai / Sociali Research*. 2019, 42(1), 67–78.
2. BIVEINIS, P. Kultūros funkcijos ir jų realizavimas savivaldybių viešųjų bibliotekų veikloje. *Šiandien aktualu*. 2018, 58(1), 58–106.
3. JUCHNEVIČ, L. Šiuolaikiniai bibliotekos konceptai tinklaveikos visuomenėje: kontekstas ir požiūriai. *Informacijos mokslai*. 2016, 74, 95–114.
4. PEČELIŪNAITĖ, A. Bibliotekų veiklos ir bendruomenės narių gyvenimo kokybės sąsajos: nepriklausomos Lietuvos apskričių viešųjų bibliotekų tyrimas. *Kultūra ir visuomenė*. 2018, 9(2), 61–87.
5. *Kultūros sektoriaus darbuotojų 2020–2022 metų kvalifikacijos tobulinimo programa* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-04-04]. Prieiga per: https://e-seimas.lrs.lt/portal/documentSearch/lt.
6. OTTER, S. Competence or competencies? Holism or vocationalism in higher education? *The New Academic*. 1992, 1.3, 6–8.
7. JUCEVIČIENĖ, P., LEPAITĖ, D. *Kompetencijos sampratos erdvė. Socialiniai mokslai*. 2000, 1, 44–50.
8. PUKELIS, K. Gebėjimas, kompetencija, mokymosi/studijų rezultatas, kvalifikacija ir kompetentingumas: teorinė dimensija. *Aukštojo mokslo kokybė = The Quality of Higher Education*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas, 2009, 6.
9. TUBUTIENĖ, V., MORKŪNAITĖ, S. Organizacinio mokymosi modeliai besimokančioje organizacijoje. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos*. 2008, 1, 200–211.
10. LAUŽACKAS, R., STASIŪNAITIENĖ, E., TERESEVIČIENĖ, M. *Kompetencijų vertinimas neformaliajame ir savaiminiame mokymesi: monografija*. Kaunas: VDU, 2005.
11. JUCEVIČIENĖ, P., BLAŽĖNAITĖ, A. *Žmogiškųjų išteklių valdymas intelektualioje organizacijoje*. KTU leidykla: Technologija, 2008.
12. VENGRIENĖ, B. *Paslaugų vadyba*. Vilnius, 2006. ISBN 9986-19-854-2.
13. GERBER, P. J., MADAUS, J. W., PRICE, L. A. Adults with learning disabilities in the workforce: Lessons for secondary transition programs. *Learning Disabilities Research & Practice*. 2001, 23(3), 148–153.
14. ALANDORIENĖ, R. Vadovų savaiminio mokymosi įtaka įmonės veiklos rezultatams. *Daktaro disertacija*. ISM vadybos ir ekonomikos universitetas, Kaunas, 2009.

KOMANDINĮ DARBĄ ĮGALINANTYS VEIKSNIAI

Liubartienė L[1]., Lipinskienė D[1].
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: komandinis darbas, emocinis intelektas.

1. Įvadas

Šiuolaikiniame pasaulyje komandinis darbas – vienas iš pagrindinių organizacijos sėkmę lemiančių veiksnių. Organizacijos, kurios skatina savo darbuotojus už asmeninius pasiekimus, kuria aplinką, kurioje išlieka tik stipriausieji, sunkiai persiorientuoja į komandinio darbo stilių [10]. Nuolatiniai pokyčiai, vis didėjanti konkurencija, noras išgyventi, plėsti veiklą, organizacijas verčia kurti naujus kokybiškus produktus bei paslaugas, teikti daug dėmesio santykiams su klientais ir pritraukti bei išlaikyti kompetentingą ir pažangiai mąstantį personalą. Veikiant ekstremalioms išorinės aplinkos sąlygoms, nebepakanka tradicinės organizacinės struktūros ir nusistovėjusių hierarchijos lygių, kad užtikrinti sklandų organizacijos tikslų siekimą bei sklandų darbo procesų vykdymą. Tai suprasdami, vadovai vis dažniau sieja darbuotojų darbą, kaip komandos, o ne kaip paprastos žmonių grupės, darbu [5].

Komandinis darbas, nusiteikimas nuolat įgyti naujų žinių bei įgūdžių, nuolatinis mokymasis iš kitų patirties, kūrybiškumas, naujoviškas mąstymas yra vienos iš svarbiausių šiuolaikinės organizacijos vystymosi prielaidų.

Diegiant komandinio darbo filosofiją, inicijuojant pokyčius organizacijoje, ryškėja efektyvaus informacijos valdymo, gebėjimo bendradarbiauti, valdyti konfliktus, sąlygų nuolatiniam tobulėjimui sudarymo, tikslo siekimo, sugebėjimo prisiimti atsakomybę bei pasitikėti vienas kitu svarba. Būtent komandinio darbo tobulinimas galėtų daugeliui įmonių tapti veiksmingu jų veiklos efektyvinimo svertu, nereikalaujančiu ženklesnių finansinių investicijų [11].

Komandinio darbo esmė grindžiama tarpusavio pagalba bei bendradarbiavimu. Komandinį darbą veikia ne tik kiekvieno nario efektyvus darbas, bet ir psichologiniai aspektai, kurie atsiskleidžia bendraujant skirtingoms asmenybėms, todėl svarbu stebėti bendrą komandos psichologinį mikroklimatą bei kiekvieno emocinę būseną, kuri pasireiškia kaip emocinis

intelektas. Emocinis intelektas šiame laikmetyje tampa vis svarbesniu tarpusavio santykiuose, bendravime bei bendradarbiavime verslo sektoriuje. Emocijos, jų poveikis bei pačių emocijų valdymas kasdieniame darbe turi didžiulę įtaką komandiniam darbui bei jo rezultatui ir bendram siekiamam tikslui. Emocinis intelektas tiesiogiai susijęs su tarpasmeniniais bei darbiniais santykiais [9].

Emocinis intelektas yra vienas iš svarbiausių efektyvaus valdymo veiksnių visų verslo veiklos aspektuose, kurie yra tiesiogiai susiję su tarpasmeniniais santykiais. Tad emocinio intelekto problemos analizė yra ypač aktuali komandinio darbo ir darbuotojų emocinio intelekto reiškinio požiūriu. Šiomis sąlygomis ypač svarbu ištirti emocinio intelekto poveikį darbuotojo veiklos efektyvumui, kuris, leidžia susisteminti ir kontroliuoti profesionaliai svarbių vadovo gebėjimų raišką, bei greitai ir patikimai įvertinti darbuotojo potencialą ir prognozuoti jo organizacijos veiklos sėkmę. Galimybės padidinti valdymo veiklos efektyvumą per darbuotojų emocinio intelekto vystymą, atveria naujas inovacines verslo bendruomenės plėtros perspektyvas [9].

Neale, Spencer-Arnell ir Wilson tyrinėjo, kas yra emocinis intelektas, jo ugdymą ir lavinimą bei esminį poveikį, kurį darbui daro nuostatos ir emocijos [7]. Goleman [3], Bradberry ir Greaves [1] tiria emocinį intelektą, kaip emociją, kaip reiškinį ar jo įtaką tam tikram segmentui, bet ne visada susieja su komandiniu darbu ir mažai nagrinėja jo įtaką motyvams, siekiant komandinių rezultatų.

Yra daug neatsakytų klausimų, kaip emocinis intelektas padeda atskleisti stipriąsias asmens savybes ir asmenines vertybes, ar jis veikia kaip motyvacija, siekiant asmeninio bei darbinio produktyvumo; kaip emocinis intelektas padeda valdyti konfliktines situacijas, spręsti problemas bei įtakoja tarpusavio bendravimą ir kokią įtaką emocinis intelektas turi vadovams, darbuotojams bei visam komandiniam darbui ir kiek tai veikia įmonės strategiją bei įmonės veiklos rezultatus.

Kiek vadovo bei darbuotojų emocinis intelektas padeda ar trukdo siekti komandinio darbo rezultato ir kaip emocinis intelektas, kaip veiksnys, įgalina komandinį darbą, nes ne vienas autorius tyrė emocinį intelektą, kaip veiksnį, bet tik nedaugelis apibrėžė jo aktualijas ir sąsajas su komandiniu darbu.

Tyrimų objektas – komandinį darbą įgalinantys veiksniai.

Tikslas – teoriškai ištirti komandinį darbą įgalinančius veiksnius.

Uždaviniai:

1. Išanalizuoti komandinio darbo sampratą ir jį įgalinančius veiksnius.
2. Atskleisti emocinio intelekto esmę.
3. Išanalizuoti emocinį intelektą, kaip komandinį darbą įgalinantį veiksnį.

2. Komandinio darbo samprata ir jį įgalinantys veiksniai

Dažnai komandinis darbas painiojamas su grupės darbu. Kas yra darbo grupė? Kas yra komanda? Kuo komanda skiriasi nuo darbo grupės? Darbo grupė ir komanda skiriasi savo veikla ir bendradarbiavimu.

Grupinis darbas tai, kai grupės narius jungia koks nors bendras požymis, bet kiekvienas narys dažniausiai veikia kaip atskiras individas ir atsako tik už asmeninius darbo rezultatus. Darbo grupėje (žr. 1 pav.) bendradarbiauja vadovas ir darbuotojas, bet nebūtinai darbuotojai tarpusavyje [8]. Grupėje yra vadovas arba lyderis, kuris atsako už visos grupės darbo rezultatus, o darbuotojai dirba jiems pavestą darbą, nebendradarbiaujant su kitais darbuotojais, atsako asmeniškai už savo padarytą darbą ir laukia asmeninio įvertinimo. Grupei nėra reikalo ar galimybių užsiimti komandiniu darbu, reikalaujančių bendrų pastangų. Tad grupių veiklos rezultatas yra paprasčiausias visų grupės narių individualių indėlių suma. Čia nėra pozityvios sinergijos, sukuriančios bendrą veiklos rezultatą, kuris didesnis nei visų narių indėlių suma [12].

1 paveiksle atvaizduota darbo grupės schema, kurioje matoma, kad darbo grupėje bendradarbiauja vadovas ir darbuotojai, bet dažniausiai darbuotojai nebendradarbiauja tarpusavyje.

1 pav. Darbo grupės schema [sudaryta darbo autoriaus]

Komanda nuo grupės skiriasi tuo, kad pagrindiniai komandos darbo principai yra bendradarbiavimas ir tarpusavio pagalba. Komandinis darbas yra vienas iš metodų, kuris suteikia organizacijai efektyvumo. Norint pasiekti efektyviausio rezultato, reikia užtikrinti sklandų komandinį darbą.

Komanda nėra vien tik paprasčiausia kolektyvo narių ir jų sugebėjimų, proto bei vidinės energijos suma. Siekiant, kad kolektyvas veiktų

kaip komanda, būtina ypatinga komandine filosofija grindžiama organizacijos kultūra bei mechanizmas, užtikrinantis sklandžią komandos veiklą [11].

Komanda turi kelias žodžio prasmes. Viena paplitusi sporte ir anglų kalba kalbančių šalių literatūroje (angl. *Team*). Tarptautinių žodžių žodyne nurodoma, kad komanda yra laikinai suformuotas, nedidelis nuo 3 iki keliasdešimties žmonių, karinis dalinys tam tikrai užduočiai atlikti; įsakymas, liepimas. Šiame komandos apibūdinime netiesiogiai išreiškiamos dvi prielaidos: komandos sąvoka yra reikšminga situacijose, kai būtinas žmonių sutelktumas, orientuotas į konkrečios užduoties realizavimą, ir komandos sąvoka yra tarsi autokratinio vadovavimo stiliaus veidrodinis atspindys [11].

Komanda – tai efektyvi darbo grupė, bet ne kiekviena grupė yra komanda. Komanda dažniausiai apibrėžiama kaip – du ir daugiau tarpusavyje susijusių žmonių, kurie daro įtaką vienas kitam, siekiant bendro tikslo [4]. Komanda – tai kartu dirbančių žmonių grupė, kurioje visų asmenų buvimas yra būtinas bendram tikslui įgyvendinti ir kiekvieno grupės nario individualiems poreikiams patenkinti [5]. Komanda – tai tikslingą veiklą realizuojanti grupė, nes komanda privalo turėti tikslą, kuris turi derėti su jau patvirtintu siekiamų tikslų rinkiniu, kurį yra paskelbę organizacijos vadovai. Komanda – tai įgalinta veikti žmonių grupė, besiremianti organizacijos vertybėmis ir principais, turi priėjimą prie informacijos, kontroliuoja savo darbą, priima sprendimus, bendradarbiauja organizacijoje būdais, kurių tradicinės darbinės grupės niekuomet nenaudojo [12].

2 paveiksle pavaizduota komandos schema, kur matoma, kad vadovavimas yra pasiskirstęs tiek tarp komandos lyderio, tiek tarp komandos narių, nes visi pasidalija atsakomybę.

2 pav. Komandos schema [sudaryta darbo autoriaus]

Kiekvienas komandos narys neša atsakomybę ne tik už savo darbo rezultatą, bet ir už kitų komandos narių darbo rezultatą, nes prisideda prie kitų komandos narių veiksmų, dalindamiesi informacija, įgūdžiais bei patirtimi. Todėl prisiima atsakomybę ne tik už savo veiksmus bei rezultatą, bet ir už bendrą komandos rezultatą.

Apibendrinant galima teigti, komandinis darbas pasireiškia tuo, kad visuma yra geriau nei atskirų dalių suma dėl kooperavimosi ir koordinacijos, todėl komanda gali pasiekti geresnių rezultatų nei kiekvienas individas atskirai. Komandiniu darbu grindžiama tarpusavio pagalba bei bendradarbiavimas, efektyviai dirbant asmenų grupei, siekiant įgyvendinti bendrus tikslus.

Komandinis darbas – tai įgalinta veikti žmonių grupė, besiremianti organizacijos vertybėmis ir principais, turi priėjimą prie informacijos, kuri geba kontroliuoti savo darbą, priimti sprendimus, bendradarbiauti bei siekti efektyvumo.

Apibendrinat komandinio darbo sampratą, galima teigti, kad: komanda – tai įgalinta veikti žmonių grupė, siekianti vieningo tikslo; komandinis darbas – tai narių sugebėjimų, proto bei vidinės energijos suma; komandinis darbas – tai bendravimas ir bendradarbiavimas; komandinis darbas – tai sklandus visų komandos narių darbas; komandinis darbas – tai metodas, kuris suteikia organizacijai efektyvumo; komandinis darbas – tai komandinė veiklos filosofija, grindžiama organizacijos kultūra.

Organizacijos sėkmė priklauso nuo komandinio darbo veiksnių, kaip bendro tikslo, glaudaus darbuotojų bendradarbiavimo, tarpusavio pagarbos, abipusio pasitikėjimo, aktyvaus informacijos perdavimo, organizacijos mikroklimato, darbinio aktyvumo, užduočių nustatymo, planavimo, visų komandos narių sutelktumo ir įsitraukimo, atsakomybės pasiskirstymo, komandos narių pasitikėjimo ir bendradarbiavimo, bendro tikslo siekimo, organizacinės kultūros, psichologinės atmosferos. Bendro komandos tikslo siekimas bei supratimas pačio tikslo prasmės, skatina komandos narius susitelkti, bendradarbiauti bei kurti pasitikėjimą vienas kitu, dalintis informacija bei patirtimi, taip įsitraukiant visus komandos narius bei pasiskirstant atsakomybes bei užduotis. Taip išgryninamas aiškus komandos tikslas, svarbus visai komandai, kuris vienija bei motyvuoja visus komandos narius, t. y. ir vadovą , ir darbuotojus, atsiranda įvairiapusiška pusiausvyra.

Apibendrinant šioje dalyje atliktą mokslinės literatūros analizę galima teigti, kad pagrindiniai komandinio darbo veiksniai yra šie:

- bendradarbiavimas, tarpusavio pagarba ir pasitikėjimas;
- lyderystė;
- komunikavimas;
- motyvacija;
- sprendimų priėmimas;
- mikroklimatas ir psichologinė atmosfera.

Psichologinei atmosferai daug įtakos turi komandos narių emocinis nusiteikimas bei elgsena, kitaip tariant emocinis intelektas, tad detaliau bus aptartas emocinis intelektas.

3. Emocinio intelekto esmė

Šiuolaikinėje verslo srityje emocinis intelektas turi didelę reikšmę, kadangi organizacijų veikla pasižymi didele atsakomybe, siekiant veiklos efektyvumo, įžvelgiant pokyčius, numatomi ir priimami įvairūs sprendimai, laviruojama tarpasmeniniuose santykiuose bendradarbiaujant su partneriais ir komandos nariais, kas sukelia emocinę įtampą tiek vadovams, tiek darbuotojams.

Emocinis intelektas pradėtas tyrinėti prieš kelis dešimtmečius ir pastaruoju metu vis labiau gilinamasi į šią sritį. Dažnai emocinis intelektas siejamas su emocijų valdymu, su motyvacija, tikslo siekimu bei socialiniais santykiais. Mokslinėje literatūroje pateikiama keletas emocinio intelekto sąvokos apibrėžimų.

Emocinis intelektas reiškia gebėjimą atpažinti savo paties ir kitų žmonių jausmus, save motyvuoti ir gerai valdyti savo bei santykių emocijas. Emocinis intelektas – gebėjimas pagrįsti savo poelgius, nepalūžti žlugus svajonėms, kontroliuoti impulsus, nesitenkinti pasiektu, valdyti savo nuotaikas, nepasiduoti nevilčiai, trukdančiai blaiviai mąstyti, bei įsijausti į kito padėtį [3]. Neale, Spencer-Arnell ir Wilson teigia, kad emocinis intelektas – suvokimas savęs, savo tikslų, ketinimų, reakcijų ir elgesio supratimas; kitų žmonių ir jų jausmų supratimas [7]. Emocinis intelektas yra tai, kad padeda valdyti jausmus. Pasak Dirsės ir Lipinskienės emocinis intelektas paremtas savo jausmų ir emocijų valdymu [2]. Emocinis intelektas parodo, ką žmogus mąsto, kaip elgiasi, todėl visų komandos narių elgsena daro poveikį emociniam intelektui pačioje organizacijoje. Emocinis intelektas yra gebėjimas atpažinti bei suprasti savo ir aplinkinių žmonių emocijas, be to, mokėjimas pasitelkti šias žinias, valdant elgesį ir santykius [1]. Pasak Marvelede, Bridouxs ir Vandamme emocinis intelektas – tai poelgių, gebėjimų (ar kompetencijų), tikėjimų ir vertybių, leidžiančių asmeniui sėkmingai realizuoti savo misiją ir viziją, turint šio pasirinkimo sąlygas, visuma [6].

Mokslinėje literatūroje aprašomos priemonės ir technikos, kurios leistų pagerinti darbą ir ugdytų visus darbuotojus nuo vadovo ir visos komandos, bet mažai ištirtas emocinis intelektas, kaip komandinio darbo veiksnys. Emocijų supratimas prisideda prie emociškai intelektualios organizacijos kūrimo. Marvelede, Bridouxs ir Vandamme nagrinėjo emocinio intelekto įtaką vadovavimui, atskleisdami neurosisteminius ryšius tarp organizacijos sėkmės ar nesėkmės ir pirminės lyderystė [6]. Autorių Skaržauskienės bei Paražinskaitės teigimu, vadovo emocijas perima darbuotojai ir jeigu vadovai savo pozityvias emocijas nukreipia tinkamai, todėl tai veikia ir organizacijos strategiją. Todėl reikia išmokti atpažinti bei išmokti

valdyti bei tobulinti emocinį intelektą. Emocinio intelekto kompetencijos yra gebėjimai atpažinti, suprasti ir naudoti emocinę informaciją apie save; jie yra priežastiniais ryšiais susieti su efektyvesniu darbu. Emocinis intelektas paaiškinamas tokiais konstruktais, kaip emocinė savimonė ir emocinė savikontrolė, savo kompetencijų vadyba, empatija. Emocinė savimonė ir emocinė savikontrolė reiškia, kad asmuo gerai supranta savo emocijas, savo poreikius bei reakcijas, savo stipriąsias ir silpnąsias savybes [10].

Galima teigti, kad emocinis intelektas – tai asmenybės gebėjimas atpažinti savo paties ir kitų žmonių jausmus, savęs motyvavimas, geras savęs bei santykių emocijų valdymas. Taigi, emocinis intelektas – emocinių ir socialinių gebėjimų visuma, t. y. gebėjimų suvokti ir valdyti emocinę sferą. Visi emocinio intelekto struktūriniai elementai, kaip emocinis sąmoningumas, savo emocijų valdymas, savimotyvacija, empatija, kitų žmonių emocijų atpažinimas, yra tarpusavyje susiję, o jų glaudus sąryšis sudaro palankias sąlygas veiksmingai tarpasmeninei sąveikai [13].

Apibendrinant šioje dalyje atliktą mokslinės literatūros analizę galima teigti, kad emocinis intelektas yra gebėjimas atpažinti savo bei kitų žmonių emocijas, jas suprasti bei valdyti. Emocinio intelekto esmė – tai gebėjimas suvokti ir valdyti emocinę sferą, tai gera savikontrolė, savimotyvacija, emocinis sąmoningumas bei socialiniai santykiai.

4. Emocinis intelektas, kaip komandinį darbą įgalinantis veiksnys

Šiuolaikinėse verslo struktūrose keliami reikalavimai ne tik produkto ar paslaugų aukštai kokybei, bet labai daug dėmesio skiriama ir darbo proceso efektyvinimui, kuris tiesiogiai susijęs su visais organizacijos nariais nuo darbuotojų iki įvairaus lygio vadovų. Ir čia dažnai iškyla klausimas, kas lemia komandinio darbo gerą rezultatą: gebėjimas dirbti komandoje, motyvacija ar tarpusavio bendradarbiavimo įgūdžiai, ir kiek tai lemia darbuotojų ir vadovų emocinio intelektas?

Pastaruoju metu pabrėžiama, kad komandinio darbo sėkmę lemia aukštas darbuotojų emocinio intelekto lygis. Šalia betarpiškai emocinės dedamosios ši sąvoka apima daug komponentų, kurie turi įtakos darbinės veiklos produktyvumui: tai motyvacija, savigarba, galbūt net nuotaika ir optimizmas, taip pat komandos mikroklimatas bei bendravimas, bendradarbiavimas. Neabejotinai emocinis intelektas būtinas bet kurioje profesinėje veikloje, susijusioje su žmonių bendravimu. Pagrindinis savivadybos postulatas yra tai, kad neįmanoma paveikti kitus žmones, neišmokus valdyti save. Aukštas emocinis tonusas skatina darbuotojus atlikti savo funkcijas maksimaliai aukštame lygyje [13], bei dirbti kaip komandos nariams ir siekti komandinių darbo rezultatų. Organizacijoje visi bendrauja, rodydami pagarbą ir supratimą; žmonės nustato grupinius tikslus ir vieni kitiems padeda jų siekti; nuolat jaučiamas entuziazmas ir pasitikėjimas [12].

Komandinis darbas – tai darbuotojų autonomijos, prasmės, ryšių su komandos nariais ir pasitenkinimo šaltinis, komandos narių darbuotojų pasitenkinimą lemia komandos sudėtis, grupiniai procesai bei darbo pobūdis. Efektyvus komandinis darbas gali motyvuoti aukšto emocinio intelekto darbuotojus bei pagerinti darbuotojų veiklą ir individualų efektyvumą, kadangi komandinis darbas skatina darbuotojų pripažinimą, ryšių su kitais komandos nariais plėtrą ir pasitenkinimą [14].

Teigiama, kad darbuotojų emocinis intelektas, kaip gebėjimas atpažinti ir valdyti savo bei aplinkinių emocijas, ir yra vienas iš būtinų komandinio darbo komponentų. Emocinio intelekto kompetencijos leidžia savo emocijas traktuoti kaip išteklius ir pagerinti savo bei komandinio darbo veiklos efektyvumą [12].

Įvairių valdymo funkcijų vykdymo efektyvumas yra susijęs su lyderio potencialo realizacija. Emocinis intelektas, šios srities mokslininkų nuomone, yra vienas iš svarbiausių vadovo profilio aspektų. Šių gebėjimų vystymas gali žymiai pagerinti specialistų profesinės veiklos efektyvumą valdymo srityje. Emocinio intelekto lygio įvertinimas profesinės atrankos, atestacijos metu, galimybės jį vystyti rengiant valdymo specialistus organizaciniams pokyčiams, įgalina efektyviau dirbti komandoje, t. y. spręsti problemas, su kuriomis susiduria moderni verslo bendruomenė [13].

Šiuolaikinis pasaulis reikalauja iš vadovo išvystytų lyderiavimo ir komunikacijos gebėjimų, ir, visų pirma, emocinės kompetencijos. Psichologas ir „New York Times“ žurnalistas D. Goleman su savo bendradarbiais atliko tyrimus daugiau kaip 500 organizacijų, apklausė tūkstančius žmonių ir nustatė, kad aukštą emocinį intelektą turintys žmonės yra geriausi savo srityse. Vadovas yra kolektyvo psichologinio klimato kūrėjas, ir turi pakankamai galios organizuoti veiklą sau optimaliu būdu. Taigi psichologinio komforto, kaip subjektyvaus vadovo veiklos sėkmės rodiklio, raiška yra labai svarbus jo veiklos efektyvumo rodiklis. Emocinis intelektas yra ta grandis, kuri jungia mąstymą ir jausmus, bet ir leidžia efektyviau panaudoti tiek materialius, tiek žmogiškuosius išteklius. Tinkamai vadovauti darbuotojui – reiškia įvertinti jo emocionalumą, mokėti skirti emocijas ir valdyti jas siekiant organizacijos sėkmės, tai reiškia komandinio darbo efektyvumas. Emocinis intelektas, kaip gebėjimas atpažinti ir interpretuoti emocijas, valdyti savo aplinkos emocijas, yra vienas iš būtinų organizacijos efektyvaus valdymo komponentų [9].

Galima teigti, kad visų komandos narių: vadovų, darbuotojų emocinis intelektas, kaip komandinį darbą įgalinantis veiksnys, padeda siekti bendro komandinio darbo efektyvumo bei organizacijos rezultato.

Apibendrinant galima teigti, emocinis intelektas įgalina komandinį darbą, nes:

1. Į komandos darbą įtraukimas kiekvieno komandos nario emocinis intelektas.
2. Emocinis intelektas tiesiogiai veikia komandos narių bendravimą ir bendradarbiavimą.

3. Emocinis intelektas turi įtakos veiklos produktyvumui.
4. Aukštas emocinis intelektas skatina komandą siekti bendrų tikslų.
5. Aukštas darbuotojų emocinis intelektas – komandinio darbo esmė.

5. Išvados

1. Mokslinėje literatūroje komandinis darbas apibūdinamas kaip darbas grupėse, siekiant bendro tikslo. Lyginant su grupės darbu, tai grupinį darbą atliekančius grupės narius jungia bendras darbo požymis, bet kiekvienas narys dirba kaip individas, dirba su vadovu, siekia asmeninio rezultato ir dažniausiai nebendradarbiauja su kitais grupės nariais. Komandinis darbas paremtas organizacijos vertybėmis bei kultūra, darbo koordinavimu, sprendimų priėmimu ir bendradarbiavimu. Komandinio darbo esmė ta, kad kiekvienas komandos narys bendrauja ir bendradarbiauja tarpusavyje su kitais komandos nariais, siekia ne tik asmeninio tikslo, bet ir tikslingai siekia bendro komandos rezultato bei efektyvumo.
2. Mokslinės literatūros analizė emocinį intelektą leidžia apibrėžti kaip emocijų suvokimą ir valdymą. Taip pat mokslinėje literatūroje pažymima, kad emocinis intelektas apima tokius struktūrinius elementus kaip emocijų valdymą, motyvaciją, tikslo siekimą bei socialinius santykius. Emocinis intelektas – tai asmenybės gebėjimas atpažinti savo paties ir kitų žmonių jausmus, savęs motyvavimas, geras savęs bei santykių emocijų valdymas. Tai emocinių ir socialinių gebėjimų visuma, gebėjimų suvokti ir valdyti emocinę sferą. Visi emocinio intelekto struktūriniai elementai, kaip emocinis sąmoningumas, savo emocijų valdymas, savimotyvacija, empatija, kitų žmonių emocijų atpažinimas, yra tarpusavyje susiję, o jų glaudus sąryšis sudaro palankias sąlygas veiksmingai tarpasmeninei sąveikai.
3. Mokslinės literatūros analizė atskleidė, kad emocinis intelektas, kaip komandinį darbą įgalinantis veiksnys, yra ta grandis, kuri jungia mąstymą ir jausmus, bet ir leidžia efektyviau panaudoti materialius ir žmogiškuosius išteklius. Komandinio darbo efektyvumas – tai tinkamai vadovauti darbuotojui, įvertinti jo emocionalumą, skirti emocijas ir valdyti jas siekiant organizacijos sėkmės. Komandinis darbas ir darbuotojų emocinis intelektas turi aiškias sąsajas, darbuotojų emocinis intelektas, kaip gebėjimas atpažinti ir valdyti savo bei aplinkinių emocijas yra vienas iš būtinų komandinio darbo veiksnių, siekiant bendro tikslo, nes emocinio intelekto kompetencijos leidžia savo emocijas traktuoti kaip išteklius įvairiuose komandinio darbo kontekstuose ir gerina komandinio darbo veiklos efektyvumą. Aukštą emocinį intelektą turintys žmonės yra produktyvesni, lengviau bendrauja ir bendradarbiauja su komandos nariais, o tai skatina efektyviau siekti bendrų komandinio darbo rezultatų.

Literatūra

1. BRADBERRY, T., GREAVES, J. *Emocinis intelektas 2.0*. Vilnius, 2019, 33. ISBN 978-609-96033-7-7.
2. DIRSĖ, A., LIPINSKIENĖ, D. Aukštas emocinis intelektas kaip lyderio bruožas [interaktyvus]. *Technologijų ir verslo aktualijos – 2016: studentų mokslinių darbų konferencijos pranešimų medžiaga.* 2016, 366–371 [žiūrėta 2021-03-07]. Prieiga per: https://vb.ktu.edu.
3. GOLEMAN, D. *Emocinis intelektas darbe*. Presvika, 2008, 368. ISBN 9955-424-37-0.
4. KASIULIS, J., BARVYDIENĖ, V. *Vadovavimo psichologija: mokomoji knyga*. Kaunas: Technologija, 2001, 75–96. ISBN 9955-09-078-2.
5. MANAGER.LT. *Kaip dirbti komandoje* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-04-05]. Prieiga per: doi:https://manager.lt/kaip-dirbti-komandoje/.
6. MARVELEDE, P. E., BRIDOUXS, D., VANDAMME, R. *7 žingsniai emocinio intelekto link.* Presvika, 2009, 20. ISBN 978-9955-22-300-9.
7. NEALE, S., SPENCER-ARENLL, L., WILSON, L. *Emocinis intelektas ir ugdymas*. Verslo žinios, 2008, 25–27. ISBN 978-9955-460-81-7.
8. RAIŽIENĖ, S., ENDRIULAITIENĖ, A. *Efektyvus komandų formavimas: pricipai, metodai, įgūdžiai. Metodinė priemonė.* Vilnius, Mykolo Riomerio universitetas, 2008, 7–15. ISBN 978-9955-19-107-0.
9. RAMANAUSKAS, K. *Vadovo emocinio intelekto ir organizacijos veiklos efektyvumo sąryšis* [interaktyvus]. 2014, ISSN 1822-6760 [žiūrėta 2021-03-26]. Prieiga per: https://www.lituanistika.lt/content/48359.
10. SKARŽAUSKIENĖ, A., PARAŽINSKAITĖ, G. *Lietuvos įmonių vadovų intelekto kompetencijų raiška* [interaktyvus]. 2010 [žiūrėta 2021-02-05]. Prieiga per: https://etalpykla.lituanistikadb.lt/object/LT-LDB-0001:J.04~2010~1367170935151/.
11. ŠALKAUSKIENĖ, L., VVEINHARDT, J. *Komandinio darbo ypatumai skirtingo tipo Lietuvos organizacijose* [interaktyvus]. 2008, ISSN 1392-1142 [žiūrėta 2021-03-15]. Prieiga per: doi:https://www.vdu.lt/cris/handle/20.500.12259/36527.
12. ŠALKAUSKIENĖ, L., ŽALYS, L., ŽALIENĖ, I. *Komandinis darbas paslaugų sferoje: mokomoji knyga*. Liucijus, 2006, 16–38. ISBN 978-9955-655-96-1.
13. ŠIMANSKIENĖ, L., RAMANAUSKAS, K. *Organizacijos vadovo emocinio intelekto poveikis organizacinei kultūrai* [interaktyvus]. 2014, ISSN 2345-0355 [žiūrėta 2021-03-26]. Prieiga per: http://mts.asu.lt/mtsrbid/article/viewFile/834/858.
14. VILAKITĖ-VAITONĖ, N., SOSLOGUBAS, S. *Darbuotojų lojalumą lemiantys veiksniai verslo organizacijose: teorinės įžvalgos* [interaktyvus]. 2019, ISSN 1648-8776 [žiūrėta 2021-03-27]. Prieiga per: doi:10.21277/jmd.v49il.207.

SLAUGOS ADMINISTRATORIŲ KOMPETENCIJOS SLAUGOS DARBUOTOJŲ MIKROKLIMATO GERINIMO ASPEKTU

Masienė R.[1], Lipinskienė D.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: kompetencijos, slaugos administratorius, slaugos darbuotojai, mikroklimatas.

1. Įvadas

Bendrosios praktikos slaugytojai sveikatos priežiūros sistemoje yra be galo reikalingi specialistai. Sveikatos priežiūros įstaigose slaugytojai apima didžiausią specialistų grupę [1]. Šių modernių laikų bendrosios praktikos slaugytojų parengimas turi aprėpti ne tik slaugos moduliacinį mokymą, bet išugdyti motyvaciją nuolat kelti kompetencijas, ypač tik ką rinką papildžiusiems naujiems specialistams. Tai svarbu dėl darbo jėgos trūkumo, komplikuotos įstaigų veiklos ir sparčiai augančio pacientų kiekio [2].

Aukšti reikalavimai slaugos administratoriui gali sukelti stresą, emocinį išsekimą ir atsisakymą dirbti vadovaujančias pareigas. Aktualu, jog darbinį mikroklimatą lemiančių veiksnių valdymas būtų kuo efektyvesnis [3]. Pastaruoju metu, slaugos darbo aplinka tapo siejama su pacientų saugos kultūra. Slaugos personalo vadovo ir slaugos personalo vertybės, suvokimas, požiūris, kompetencijos ir elgesio modeliai daro įtaką tiek pacientų slaugai, tiek personalo mikroklimatui [4].

Tyrimų objektas – slaugos administratorių kompetencijos.

Tikslas – teoriškai pagrįsti slaugos administratorių kompetencijas slaugos darbuotojų mikroklimato gerinimo aspektu.

Uždaviniai:

1. Aptarti slaugos administratoriaus vaidmenį profesinėje veikloje.
2. Apžvelgti slaugos darbuotojų mikroklimatui įtaką darančius veiksnius.
3. Išanalizuoti slaugos administratorių kompetencijas mikroklimato gerinimo aspektu.

Tyrimų metodas – mokslinės literatūros analizė.

2. Slaugos administratorių vaidmuo profesinėje veikloje

Pasak Gunawan, Aungsuroch, Nazliansyah ir Sukarna [5], sveikatos priežiūros srityje vienas iš sunkiausių vaidmenų teikiant paslaugas tenka slaugos administratoriui ir jo vadybinis vaidmuo. Šis specialistas kasdieninėje praktikoje yra pagrindinis slaugos personalo asmuo formuojant ir užtikrinant slaugos personalo darbuotojų skaičių, prisiimant atsakomybę už tinkamą slaugą ir priežiūrą skyriuje, garantuojant slaugos misijos vykdymą.

Kiekviename sveikatos priežiūros skyriuje slaugos administratorius turi nustatyti ir įvertinti slaugos personalo darbo rezultatus, peržvelgti pildomas medicinines pacientų formas ir garantuoti efektyvų skyriaus darbo organizavimą [6]. Solbakken, Bondas, Kasen [7] teigimu, priklausomai nuo skyriaus specifikos slaugos administratoriaus vadovaujamą slaugos personalą gali sudaryti 30–50 asmenų – bendrosios praktikos slaugytojai, slaugytojų padėjėjai ir kiti darbuotojai be sveikatos priežiūros išsilavinimo.

Visgi, viena pagrindinių slaugos administratoriaus funkcijų, pasak Allah, Shrief ir Hageiz [8], yra teikiamos priežiūros ir slaugos kokybės užtikrinimas, pacientų ir šeimos narių pasitenkinimas slauga ir priežiūra, personalo tikslų siekimo produktyvumas ir slaugos personalo poreikių tenkinimas. Goliroshan, Babanataj ir Aziznejadroshan [9] teigimu, slaugos administratoriaus slaugos personalo valdymą lengvina slaugos personalo kompetencijų vertinimas, kurio procesą taip pat turi užtikrinti pats slaugos administratorius.

Slaugos administratorius dažnai patiria funkcijų konfliktą bandant balansuoti tarp bendrosios praktikos slaugytojo, kurio labiau tikisi slaugos personalas, ir vadybininko, kurio reikalauja sveikatos priežiūros įstaigos vadovybė, vaidmenų [3].

Apibendrinant galima teigti, jog būtina aiškiai apibrėžti slaugytojo funkcijas, kad slaugytojo vaidmuo profesinėje veikloje būtų reikšmingas.

3. Slaugos darbuotojų darbo aplinkos mikroklimatui darantys įtaką veiksniai

Kaip teigia Pedrosa, Sousa, Valentim Antunes [10], darbuotojų mikroklimatas – grupės darbuotojų santykiai, siejantys tam tikrą kontekstą ar patirtį. Darbuotojų mikroklimatą paveikia tokie veiksniai kaip darbuotojų elgesys, jų gyvenimo kokybė, kurie atsiskleidžia įstaigų darbinėje veikloje ir kultūroje.

Iyayi ir Kadiri [11] teigimu, darbuotojų mikroklimatas yra tiesiogiai susijęs su pasitenkinimu darbu. Slaugos srityje jį lemia individualūs (darbo sąlygos, krūvis, grafikas ir atlygis, tarpusavio santykiai) ir grupiniai (grįžtamasis ryšys, darbo vertė ir saugumas, atsakomybės jausmas bei komandos bendradarbiavimas) veiksniai. Atlikę tyrimą Ibrahim ir Habieb [4] išsiaiškino, jog didžioji dalis slaugos personalo darbuotojų mikroklimatą laiko

vidutiniu, o labiausiai jį veikia vadovo valdymo stilius, profesinis savarankiškumas ir tobulėjimo perspektyvos, subalansuotas darbo grafikas bei išteklių pakankamumas. Allvin ir kt. [12] tyrime pusė respondentų teigė, jog mikroklimatą lemia darbo krūvio ir grafikų pokytis, dažna darbuotojų kaita ir nedarbingumas.

Figueroa, Bowling, Cummings, Laporte ir Cohn [13] pabrėžia, jog darbuotojų mikroklimatas tampa geresniu, kai slaugos personalo vizija ir vertybės dera su darbuotoju žinių pritaikymu, įgūdžiais ir elgesiu. Kuomet kiekvienas slaugos personalo darbuotojas jaučiasi savarankišku ir reikalingu darbe, palaikoma jo autonomija ir atsakomybė, jis labiau įsitraukia į personalo vizijos ir vertybių palaikymą. Mikroklimatą darbe pagerina aukštesnių pareigų garantas ir motyvacija kelti kompetencijas [14]. Pasak Pedrosa ir kt. [10], gerą darbuotojų mikroklimatą užtikrina harmoninga kiekvieno slaugos personalo darbuotojo savivertė ir sauga, kuomet akcentuojama darbuotojo įtaka organizacijos kultūrai, užtikrinama organizacinio cinizmo, perdegimo ir patyčių reiškinių darbo aplinkoje kontrolė bei darbuotojų sveikata. Ibrahim ir kt. [4] teigimu, ypač prastą darbo mikroklimatą formuoja nepakankamas personalas, laiko planavimo įgūdžių stoka, prasta personalo komunikacija ir vadovo kompetencijos.

Apibendrinant galima teigti, kad darbuotojų mikroklimatą formuoja ne tik individualūs kiekvieno darbuotojo veiksniai, tokie kaip nepasitenkinimas darbu, darbo grafikas, atlyginimas ir pan. ar bendri komandos veiksniai, tokie kaip bendradarbiavimas, grįžtamasis ryšis ir atsakomybė, bet ir vadovo kompetencijos, kurios gali teigiamai paveikti kiekvieną iš elementų, kad būtų pagerintas darbuotojų mikroklimatas.

4. Slaugos administratorių kompetencijos mikroklimato gerinimo aspektu

Gunawan ir kt. [5] pažymi, kad slaugos administratoriaus kompetencijos – personalo užduočių ir slaugos priežiūros valdymo junginys. Allvin ir kt., [12] apibrėžia, jog kompetencija yra funkcinis pakankamumas ir gebėjimas integruoti žinias ir įgūdžius, asmenines savybes, požiūrį ir vertybes į konkrečias kontekstines praktikos situacijas, t. y. kompetencijos, suderintos su darbo tikslais, padeda skatinti organizacijos ar įstaigos sėkmę.

Mokslinės literatūros analizė leidžia teigti, kad siekiant gerinti mikroklimatą svarbios tokios asmeninės slaugos administratoriaus savybės kaip išskirtinė charizma, šis bruožas sukuria bendrą viziją, įkvepia savo vadovaujamam personalui pasididžiavimo savimi ir tikėjimą įveikiant kliūtis [15]. Slaugos administratorius turi būti vienareikšmiškai savo komandos lyderis [5, 8] ir panaudoti visas teigiamas savo asmenines savybes [1] – empatiškumas [5, 6], taktiškumas [8, 16], savikritiškumas, etiškumas, pozityvumas, pagarbumas, sąžiningumas ir teisingumas, kurios gali palaikyti gerą komandinį mikroklimatą [1].

Neatsiejama slaugos vadovavimo sveikatos priežiūros įstaigose kompetencija yra gebėti darbo aplinkoje nustatyti svarbiausias vertybes - motyvaciją [5, 8], toleranciją [1, 17], pasitikėjimą [12, 18], pagarbą [8], atjautą [18] ir įskiepyti komandai jomis vadovautis, taip formuojant netoksiškus darbuotojų santykius [19] ir tuo pačiu, teigiamą mikroklimatą.

Remiantis mokslinės literatūros analize galima teigti, kad siekiant formuoti pozityvų slaugos darbuotojų mikroklimatą slaugos administratoriui būtina formuoti organizacinio pasitikėjimo darbuotojais [5, 11], pozityvaus [11, 20], užtikrinto psichologinio [21], sveikatos priežiūros įstaigos kultūros kūrimo ir jos pokyčio [15, 16] požiūrį, susijusį su slaugos personalo valdymu, norint paskatinti efektyvų komandinį darbą, siekiant pagerinti ne tik slaugos rezultatus, bet ir darbuotojų mikroklimatą [19].

Komunikaciniai [20, 21], vadybiniai [6, 18], laiko planavimo [22], problemų sprendimo [8] slaugos administratoriaus įgūdžiai mažina profesinį konkurencingumą, didina profesinio tobulėjimo karjeros galimybes, gerina socialinę padėtį ir kuria motyvuojančią darbo aplinką [21], kartu ir teigiamą mikroklimatą.

Slaugos darbuotojų mikroklimatui daro poveikį slaugos administratoriaus žinios – išsilavinimo ir kvalifikacijos [3, 13], klinikinės [9, 12], vadybinės [6, 23] ir holistinės žinios palengvina kurti teigiamą darbuotojų mikroklimatą [23, 24].

Mokslinėje literatūroje analizuojami ir gebėjimai, reikalingi gero mikroklimato kūrimui – kuomet slaugos administratorius geba pastebėti personalo ugdymo poreikį ir motyvuoti [10] geba greitai prisitaikyti prie aplinkos [8, 25], valdyti konfliktus [8] vadovauti ir dirbti komandoje [4, 9] jis palengvina slaugos personalo tarpasmeninį ir tarpprofesinį bendravimą, motyvuoja darbuotojus siekti psichologinės, fizinės ir žmogiškos optimizacijos darbo aplinkoje [24].

Apibendrinant galima teigti, jog nors būtinos slaugos administratoriaus kompetencijos priklauso nuo darbo specifikos ir vaidmens slaugos personale, darbuotojų teigiamam mikroklimato formavimui didžiausias dėmesys turi būti skiriamas jo asmeninių savybių ir vertybių puoselėjimui bei žinių, požiūrių, gebėjimų ir įgūdžių tobulinimui [12].

5. Išvados

1. Mokslinės literatūros analizė atskleidė, jog slaugos administratoriaus vaidmuo sveikatos priežiūros sistemoje yra labai svarbus bei reikšmingas, kadangi slaugos administratorius yra atsakingas už sveikatos priežiūros įstaigos padalinio ar srities valdymą, ir nuolat balansuojantis tarp bendrosios praktikos slaugytojo bei vadybininko funkcijų.
2. Mokslinės literatūros analizė leido išskirti šiuos slaugos darbuotojų mikroklimatą gerinančius veiksnius – darbo krūvis, darbo sąlygos,

atlyginimas, tarpasmeniniai santykiai, autonomija darbe, profesinis tobulėjimas ir karjeros galimybės.

3. Atlikus mokslinės literatūros analizę galima teigti, jog pagrindinės mikroklimatą lemiančios slaugos administratoriaus kompetencijos yra tokios jo asmeninės savybės kaip lyderiškumas, empatiškumas ir charizmatiškumas, vertybės kaip motyvacija, tolerancija bei pasitikėjimas, pozityvus, užtikrintas psichologinis bei organizacinis pasitikėjimo požiūris į darbuotoją ir komandą, komunikaciniai, vadybiniai ir problemų sprendimo įgūdžiai, klinikinės, vadybinės ir holistinės žinios bei gebėjimai motyvuoti tobulėti darbuotojus, valdyti konfliktus ir dirbti komandoje.

Literatūra

1. ALOUSTANI, S., ATASHZADEH-SHOORIDEH, F., ZAGHERI-TAFRESHI, M., NASIRI, M., BARKHORDARI-SHARIFABAD, M., SKERRETT, V. Association between ethical leadership, ethical climate and organizational citizenship behavior from nurses' perspective: A descriptive correlational study. *BMC Nursing* [interaktyvus]. 2020, 19(15) [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: doi:https://doi.org/10.1186/s12912-020-0408-1.
2. STERNER, A., SÄFSTRÖM, E., PALMÉR, L., RAMSTRAND, N., HAGIWARA, M. A. Development and initial validation of an instrument to measure novice nurses' perceived ability to provide care in acute situations – PCAS. *BMC Nursing* [interaktyvus]. 2020, 19(1), 1–9 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: doi:10.1186/s12912-020-0406-3.
3. KIRCHHOFF, J. W., KARLSSON, J. C. Alternative careers at the first level of management. First-line nurse managers' responses to role conflict. *Leadership in Health Services* [interaktyvus]. 2018, 32(3), 405–418 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: doi:10.1108/LHS-11-2017-0067.
4. IBRAHIM, I. A., HABIEB, E. E. Associations between nursing work environment, patient safety culture, and missed nursing care among staff nurses. *Port Said Scientific Journal of Nursing* [interaktyvus]. 2020, 7(3), 244–263 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: doi:10.21608/pssjn.2021.50276.1065.
5. GUNAWAN, J., AUNGSUROCH, Y., NAZLIANSYAH, SUKARNA, A. The lived experiences of becoming first-line nurse managers: A phenomenological study. *Iranian Journal of Nursing & Midwifery Research* [interaktyvus]. 2017, 23(1), 66–70 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: doi:10.4103/ijnmr.IJNMR_1_17.
6. RUSHDY, F., AHMED, H. M. Clinical supervision factors as perceived by the nursing staff. *Journal of Nursing Education and Practice* [interaktyvus]. 2019, 9(6), 67–73 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: doi:10.5430/jnep.v9n6p67.

7. SOLBAKKEN, R., BONDAS, T., KASEN, A. First-line nurse managers' challenges at the crossroads of Norwegian health care reforms. *Nursing Administration Quarterly* [interaktyvus]. 2020, 44(3), 205–214 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: doi:10.1097/NAQ.0000000000000420.
8. ALLAH, A. R. G., SHRIEF, H. A. E., AGEIZ, M. H. Developing strategy: A guide for nurse managers to manage nursing staff work-related problems. *Asian Nursing Research* [interaktyvus]. 2020, 14(3), 1–37 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: doi:10.1016/j.anr.2020.07.004.
9. GOLIROSHAN, S., BABANATAJ, R., AZIZNEJADROSHAN, P. Investigating the self-assessment of clinical competency of nurses working in Babol university of Medical Sciences Hospitals. *Middle East Journal of Family Medicine* [interaktyvus]. 2018, 16(3), 274–279 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: doi:10.5742/MEWFM.2018.93331.
10. PEDROSA, J., SOUSA, L., VALENTIM, O., ANTUNES, V. Organizational culture and nurse's turnover: A systematic literature review. *International Journal of Healthcare Management* [interaktyvus]. 2020, 1–9 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: doi:10.1080/20479700.2020.1801160.
11. IYAYI, O., KADIRI, A. P. Work stress and job satisfaction among nursing staff in Public Hospitals in Nigeria. *OUSL Journal* [interaktyvus]. 2020, 15(2), 63–81 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: doi://doi.org/10.4038/ouslj.v15i2.7481.
12. ALLVIN, R., BISHOLT, B., BLOMBERG, K., BÅÅTH, C., WANGENSTEEN, S. Self-assessed competence and need for further training among registered nurses in somatic hospital wards in Sweden: A cross-sectional survey. *BMC Nursing* [interaktyvus]. 2020, 19(74) [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: doi:10.1186/s12912-020-00466-2.
13. FIGUEROA, S., BOWLING, J., CUMMINGS, J. L., LAPORTE, R. L. R., COHN, T. Nurses' perception of unit-based competency assessment compared to traditional skills fair. *MEDSURG* [interaktyvus]. 2018, 27(6), 373–378 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: EBSCO Publishing.
14. GUNAWAN, J., AUNGSUROCH, Y., FISHER, M. L., MCDANIEL, A. M., MARZILI, C. Managerial competence of first-line nurse managers in Public Hospitals in Indonesia. *Journal of Multidisciplinary Healthcare* [interaktyvus]. 2020, 2020(13), 1017–1025 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: doi:10.2147/JMDH.S269150.
15. KREPIA, V., KATSARAGAKIS, S., KAITELIDOU, D., PREZERAKOS, P. Transformational leadership and its evolution in nursing. *Progress in Health Sciences* [interaktyvus]. 2018, 8(1), 189–194 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: doi:10.5604/01.3001.0012.1114.
16. SHIN, J. H. Nursing staff characteristics on resident outcomes in Nursing Homes. *The Journal of Nursing Research* [interaktyvus]. 2019, 27(1), 1–9 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: doi:10.1097/jnr.0000000000000269.
17. LIN, M. H., CHANG, T. H., LEE, Y. H., WANG, P. Y. Developing and validating the nursing cultural competence scale in Taiwan. *PLoS ONE*

[interaktyvus]. 2019, 14(8) [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: doi:10.1371/journal.pone.0220944.
18. GUNAWAN, J., AUNGSUROCH, I., FISHER, M. L., MCDANIEL, A. M. Development and psychometric properties of managerial competence scale for first-line nurse managers in Indonesia. *SAGE Open Nursing* [interaktyvus]. 2019, 5, 1–12 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: doi:10.1177/2377960819831468.
19. KEOGH, T. J., ROBINSON, J. C., PARNELL, J. M. Assessing behavioral styles among nurse managers: Implications for leading effective teams. *Hospital Topics* [interaktyvus]. 2019, 97(1), 32–38 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: https://doi.org/10.1080/00185868.2018.1563460.
20. SAPRA, R. Social and emotional skills for health professionals. *Indian Journal of Health & Wellbeing* [interaktyvus]. 2020, 10(10–12), 410–413 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: EBSCO Publishing.
21. DU, M. L., DENG, W. X., SUN, W., CHIEN, C. W., TUNG, T. H., ZOU, X. C. Assessment of mental health among nursing staff at different levels. *Medicine* [interaktyvus]. 2020, 99(6) [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: doi:10.1097/MD.0000000000019049.
22. DEWALD, G., REDDY, N. Becoming a successful nurse manager. *Nephrology Nursing Journal* [interaktyvus]. 2020, 47(3), 259–265 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: NCBI Pubmed.
23. BROUSSEAU, S., BLAIS, R. Factors that influence the quality of worklife of first-line nurse managers in a French Canadian Healthcare system. *Journal of Hospital Administration* [interaktyvus]. 2019, 8(4), 1–10 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: doi:10.5430/jha.v8n4p1.
24. NAZARI, R., VANAKI, Z., KERMANSHAHI, S. M., HAJIZADEH, E. The meaning of managerial competency of ICU head nurses in Iran: A phenomenological study. *Iranian Journal of Nursing & Midwifery Research* [interaktyvus]. 2018, 23(5), 363–370 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: doi:10.4103/ijnmr.IJNMR_132_17.
25. CAPRIO, R. C., CASTRO, L. P., HUERTO, H. M., HIGHFIELD, M. E. F., Mendelson, S. Exploring resilience at work among first-line nurse managers. *The Journal of Nursing Administration* [interaktyvus]. 2018, 48(10), 481–486 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: doi:10.1097/NNA.0000000000000655.

SINCHRONINĖS GAMYBOS SISTEMOS TAIKYMO AUTOMOBILIŲ ELEKTRONIKOS KOMPONENTŲ SURINKIMO ĮMONĖJE YPATUMAI

Mikulskis D.[1], Mileris R.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: sinchroninė gamyba, inovacijos, LEAN, gamybos procesas.

1. Įvadas

Šiomis dienomis inovacijos yra vienas iš svarbiausių kiekvienos pramonės įmonės strateginių tikslų. Šioms įmonėms svarbu diegti naujus, bei tobulinti esamus gamybos procesus, stengtis technologiškai neatsilikti nuo savo konkurentų. Strategiškai atnaujinami gamybos procesai padeda pramonės įmonėms efektyviau vykdyti savo veiklą, įsitvirtinti rinkoje ir pritraukti potencialių klientų. Inovacijų diegimas suteikia konkurencinį pranašumą, pagerina darbo sąlygas darbuotojams, padidiną jų efektyvumą ir darbo našumą – taip yra sutaupomas įmonės kapitalas bei stiprinamas įmonės įvaizdis. Svarbu suprasti, kad inovacijų diegimas – tai neatsiejama sėkmingai veikiančios organizacijos dalis. Kuo inovatyvesnė organizacija, tuo sėkmingiau plėtos savo veiklą ir didins gaunamą pelną.

Pasirinktas metodas, naudojamas gamybos srautui didinti įmonėje suteikia ne tik konkurencinį pranašumą, bet ir pakelia jos įvaizdį klientams. Įmonei, siekiančiai sėkmingai plėtoti savo veiklą bei pritraukti vartotojų dėmesį, didinti gaunamą pelną, yra labai svarbu tinkamai apmokinti organizacijos darbuotojus pasirinkto metodo principų ir tada pritaikyti metodą gamybos srauto efektyvumo didinimui.

Tikslas – išanalizuoti sinchroninės gamybos sistemos taikymo automobilių elektronikos komponentų surinkimo įmonėje ypatumus.

Uždaviniai:

1. Apibūdinti inovacijų gamybos sistemose reikšmę gamybos įmonėse.
2. Išanalizuoti kaip LEAN metodika pasireiškia automobilių elektronikos komponentų surinkimo įmonėje.

Tyrimų metodai: mokslinės literatūros analizė, gamybos inovacijos projekto analizė.

2. Inovacijų reikšmė sinchroninės gamybos sistemos įmonėse

Gamybos proceso inovacijos – visos organizacijos mastu dedamos pastangos, susijusios su esminiu procesų permąstymu ir radikaliu su gamyba susijusių procesų ir sistemų pertvarkymu norint pasiekti teigiamų gamybos rodiklių, tokių kaip kaina, kokybė, paslaugos ir jų atlikimo greitis. Atliekami gamybos proceso patobulinimai ne tik žaliavų perdirbimo į produktus procese, bet ir įdiegiant papildomą procesą kuris pašalina klaidos galimybę [1].

Nuolatos kyla rizika, jog didėjant vartotojų poreikiams lygiagrečiai atsiras panašias paslaugas teikianti įmonė. Pastaroji vartotojui gali tapti priimtinesnė dėl efektyvesnio verslo modelio ar inovatyvesnių sprendimų. Inovacijų reikšmė susideda iš šių trijų dalykų:

1. Inovacijos kaip rezultatas.
2. Inovacijos kaip procesas.
3. Inovacijos kaip požiūris.

Organizacijos turi išsikėlusios sau tikslus ir siekiamą rezultatą, kuris akcentuoja ko yra siekiama iš gamybos įmonės, įskaitant produkto atnaujinimus, naujos sinchroninės gamybos sistemos pritaikymus, rinkodaros, verslo modelių, tiekimo grandinės, organizacinės naujoves ar kita. Inovacijos, kaip procesas, yra susijusios su inovacijų organizavimo būdais, kad rezultatai galėtų būti pasiekti efektyviau. Tai apima gamybos procesą, kur patobulinimai greitina darbą ar mažina gamybinio broko atsiradimą. Sėkmingai įvykdomi pakeitimai, kurie patobuliną organizacijos procesą yra laikomi inovaciniu sprendimu siekiant galutinio rezultato. Inovacijos kaip požiūris siejasi su organizacijos narių dalyvavimu naujovių įdiegime, kur naujovės diegiamos ir įtvirtintos, taip pat kuriama bei palaikoma organizacinė kultūra, leidžianti inovacijoms klestėti ir pasireikšti darbuotojų potencialui. Įmonės vadovybė turi suprasti būtinus elementus, reikalingus sprendimų priėmimams ir procesų tobulinimams, taip sudarant palankias sąlygas naujovėms [1].

Inovacijų diegimų metodika prisideda ne tik prie inovacijų diegimo naudos ar spartumo. Sėkmingai įdiegta sinchroninės gamybos sistema padeda organizacijai išlikti konkurencingai. Gerai veikianti metodika padeda įmonei siekti pagrindinių tikslų kaip kokybės kėlimas, sąnaudų mažinimas, gamybos ar paslaugos atlikimo laiko sutrumpinimas. Šių tikslų kūrybiški įgyvendinimai jau laikomi procesiniais inovaciniais sprendimais [2].

Inovacijos gali pareikalauti nemažai išlaidų bei ne visuomet pasiteisinti, tačiau jų dėka gamyba gali būti ne tik optimizuojama padidinant gamybos efektyvumą, bet ir taip, kad būtų išvengta galimų klaidų bei broko, taip užtikrinant kokybę.

3. Gamybos procesų tobulinimas inovacijomis įmonės veiklos efektyvumo didinimui

Sinchroninės gamybos sistemos pagrindą sudaro 12 esminių žingsnių (žr. 1 lentelę). Kiekvienas jų glaudžiai tarpusavyje susiję [3]. Jais remiamasis atliekami pakeitimai įmonės „X“ viduje. Tai yra pagrindas, iš kurio seka tolimesni gamybos srauto reguliavimo, patobulinimo etapai.

1 lentelė

Sinchroninės gamybos žingsniai [3]

Sinchroninės gamybos žingsniai
5S (darbo sandėliavimo vietų tvarkymasis)
Gamybos nevėlavimas ir išlyginimas
Vieno vieneto srautas
Gamyba srautiniu būdu
Partijų didžių mažinimas
Adresai ir sandėliavimo vietos
Gamyba takto laiku
Kiekio valdymas
Standartizuotas darbas
Kokybės valdymas
Įrengimų panaudojimo optimizavimas
Kanban

LEAN yra kilęs iš Japonijos pramonės, išgarsėjo „Toyota“ įmonėje. Sinchroninė gamybos sistema – apibūdina daugiausiai dėmesio sulaukusį, metodą, kuris gelbsti inovacijų diegime – LEAN. Sinchroninės gamybos sistemos (angl. *Synchonised Production System*, SPS) autoriumi laikomas Gamybos valdymo ekspertas Hitoshi Takeda [4].

Sinchroninė gamybos sistema susidaro iš vertės srauto žemėlapio (angl. *Value Stream Mapping*, VSM), nurodoma, kad „*Visi procesai kurie prideda vertę ir tie procesai kurie neturi pridėtinės vertės, bet yra vykdomi verčiant pradines žaliavas į galutinį produktą, yra pavaizduojamos vertės srauto žemėlapyje*“. „Stūmimo ir traukimo“ sistema susidaro iš dviejų elementų: „traukimo“ – kai vykdoma veikla pagal kliento poreikius ir „stūmimo“ – kai vykdoma veikla priklauso nuo iš anksto nustatyto grafiko [5, 6].

Kanban yra įrankis sinchroninei gamybos sistemai įgyvendinti. Jis kartu su standartizuotu darbu, užtikrinančiu žmonių valdymą, yra svarbus sinchroninės gamybos sistemos ramstis, be to ir svarbus *Kaizen* įrankis [3]. Paprastai tariant, *Kanban* yra tik paprastas popieriaus lapas, kuriame parašyta

kiek ir kokių detalių reikia panaudoti gaminiui pagaminti. Vėlesnis procesas visada „traukia“ tik jam reikalingas detales reikiamais kiekiais, reikiamu laiku, o ankstesnis gamina tik tai ko reikalauja vėlesnis procesas.

5S sistema leidžia užtikrinti darbų efektyvumą ir saugą. Ši sistema orientuota į darbo vietos švarą ir organizuotumą, viskas turi turėti savo vietą [7].

TPM (angl. *Total Productive Maintenence*) – tai savarankiškas įrenginių būsenos palaikymas kurios tikslas yra palaikyti gerą įrengimų būklę, svarbu, kad įrengimai būtų prižiūrėti ir negestu gamybos metu. Įrengimų paruoštumas darbui įmonėje sinchroninės gamybos įmonėje turi būti šimtaprocentinis. Tam tikslui yra būtinas jų reguliarus valymas, tepimas ir patikrinimas. Įrengimų defektai – taisomi, nustatomos priežastys ir pasikartojimo prevencija [3].

Įmonėje LEAN metodas taikomas 5 metus. Įmonė „X“ turi savo gamyklai priskirta LEAN vyresnįjį inžinierių, kuris bendradarbiauja su padalinių vadovais, darbuotojais, įgyvendinant LEAN procesų diegimą ir jų laikymąsi. Esant neatitikimams gamyboje – einama į darbo vietą ir stebimos neatitikimo priežastys, analizuojami duomenys, daromos išvados, ieškoma ką galima pakeisti mažiausiomis sąnaudomis. Įmonės „X“ valdymo struktūra – funkcinė, žmonių grupės, kurios siekia bendro, konkretaus, užsibrėžto rezultato. Funkcinei valdymo struktūrai būdinga tai, kad vyksta darbų pasidalijimas į padalinius (gamybos, inžinerijos, planavimo, pardavimų, logistikos, kokybės, pirkimų) kiekvienai jų priskiriant atsakingus vadovus, su skyriaus užduotimis ir pareigybėmis.

Šio inovacinio projekto poreikis atsirado automobilių komponentų gamybos įmonėje, kurios gamybos procese (žr. 1 pav.)pasitaikydavo, kad iš netinkamos pusės buvo uždedami guminio sandarinimo komponentai (žr. 2 pav.). Tai sąlygojo papildomo laiko poreikį, perdedant juos į taisyklingą pozicijąpakartotiną ir testavimą. Paskaičiavus laiką, per kurį 8 surinkimo linijose vidutiniškai trukdavo pataisymo ir papildomo testavimo užduotys, nustatyta, kad sausio mėnesį galutiniam produkto perdirbimui ir testavimui buvo sugaišta 18 valandų (žr. 3 pav.).

Suburta tarpfunkcinė komanda stebėjo gamybos procesą. Išanalizavus jį ir gamybos parametrus, buvo nuspręsta, jog patobulinimo planas toks: vietoj plastmasinio laikiklio, kuriame įstatomas guminis sandarinimo komponentas, įsigyjama testavimo detalė, kuri pašalintų galimybę operatoriui padaryti klaidą.

Sprendimo būdas – paskaičiavus mėnesinį atsiperkamumą buvo įsigytos 8 testavimo detalės visoms galutinio testavimo linijoms po 1 vnt. (žr. 4 pav.). Į kurią guminis sandarinimo komponentas įsistatydavo tik būdamas taisyklingoje pozicijoje, norint sėkmingai atlikti galutinį testavimą ant galutinio surinkimo testavimo stalo.

Įdiegus šį inovacinį projektą, kovo mėnesį gaminys į perdirbimo zoną nebuvo nei karto perkeltas, iš perdirbimo zonos užimtumo (žr. 3 pav.) kovo

mėnesį matyti, kad perdirbimo laikas sumažėjo 18 val. Rezultatas: pagerinta kokybė, sumažintas blogai pagamintų gaminių kiekis, sumažintas gaminių kiekis perdirbimo zonoje.

1 pav. Gamybos procesas

2 pav. Guminis sandarinimo komponentas

Sinchroninės gamybos problemos. Dėl periodiškai didėjančių „X“ tipo automobilių pramonės elektronikos komponentų gamybos apimčių (rugsėjo–lapkričio mėnesiai), susidaro didelis buferis, dirbami viršvalandžiai, todėl, kad gamyboje yra tik 1 testavimo stalas skirtas šio tipo gaminiams, o 7 kiti yra „Y“ tipo gaminiams. Apskaičiuotas nuostolis – 80 papildomų darbo valandų per mėnesį. Sprendimo būdas būtų perdaryti vieną iš „Y“ testavimo stalų, kuris galėtų testuoti „X“ ir „Y“ tipo gaminius. Tam reikėtų testavimo stalą papildyti testavimo įrangos praplėtimais, papildomomis atminties kortomis, 16 testavimo detalių.

Šio sprendimo įdiegimo galimas rezultatas – sklandus gamybos procesas, sumažintas buferis, sutaupytos 80 gamybos valandų per mėnesį, užtikrinta kokybė. Kadangi tai periodinė gamybos operacija, o pats gamybos procesas nuolat kintantis ir nestabilus, ilgalaikė investicija yra tik svarstoma ir galutinai nepatvirtinta. Šis atvejis yra vienas iš tų, kuomet darbo linijai vietoje naujos įrangos reikalingas tik nežymus patobulinimas [8].

3 pav. Perdirbimo laikas

4 pav. Testavimo detalė

Tai sutaupytų darbo valandų.

4. Išvados

1. Gamybinėse įmonėse daugiausiai formuojami ir įgyvendinami trumpalaikiai inovaciniai projektai, kurie yra skirti produktyvumui didinti, gamybos klaidoms mažinti, gamybos proceso sekai pakeisti technologinėmis inovacijomis.
2. Įgyvendinant inovacinį LEAN projektą: įsigytos 8-ios testavimo detalės 8-ioms galutinio testavimo linijoms, sutaupyta 18 valandų per mėnesį, 216 valandų per metus, bei panaikinta galimybė pagaminti nekokybišką gaminį.
3. Nevisi inovaciniai sprendimai yra patvirtinami organizacijos vadovybės.

Literatūra

1. KENNETH, B. K. *Business Horizons* [interaktyvus]. 2018, 453–460 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per doi:https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.01.011.
2. GRÖGER, Ch., NIEDERMANN, F., MITSCHANG, B. *Data Mining-Driven Manufacturing Process Optimization. Proceedings of the World Congress on Engineering*. 2012, 4–6.
3. TAKEDA, H. *The Synchronized Production System: Going Beyond Just-in-Time Through Kaizen*. Kogan Page Publishers, 2006, 187–189.
4. *Takeda Hitoshi ir sinchroninės gamybos sistema* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-04]. Prieiga per: http://leanprojektai.lt/lean-sistema/hitoshi-takeda-ir-sinchronine-gamybos-sistema/.
5. ROTHER, M., SHOOK, J. *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. The LEAN Enterprise Institute, Inc., Brookline, MA, 1999.
6. DENGIZ, B., AKBAY, K. S. Computer simulation of a PCB production line: Metamodeling approach. *International Journal Production Economics*. 2000, 63, 195–205.
7. RAHMAN, M. N. A., KHAMIS, N. K., ZAIN, R. M., DEROS, B. M., MAHMOOD, W. H. W. Implementation of 5S practices in the manufacturing companies: A case study. *American Journal of Applied Sciences* [interaktyvus]. 2010, 7(8), 1182–1189 [žiūrėta 2021-04-01]. Prieiga per: https://doi.org/10.3844/ajassp.2010.1182.1189.
8. *LEAN metodai* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-11]. Prieiga per: http://www.leansektorius.lt/lt/main/Paslaugos/Lean-metodai/.

TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO AKTUALIJOS

DARBUOTOJŲ PSICHOLOGINĖ GEROVĖ LYČIŲ POŽIŪRIU

Stanikūnienė B.[1], Petkevičienė D.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: psichologinė gerovė, darbuotojų psichologinė gerovė.

1. Įvadas

Žmogiškieji ištekliai – darbuotojai yra pagrindinis veiksnys, užtikrinantis šalies ekonominį ir socialinį vystymąsi, todėl siekti darbuotojo gerovės yra neatsiejama nuo asmens ir visuomenės gerovės puoselėjimo [1]. Nuo darbuotojų psichinės sveikatos gerovės priklauso ne tik bendroji sveikata, bet ir darbo našumas, psichologinis klimatas įmonėje. Organizacijai yra naudinga investuoti į darbuotojų gerovę, nes tai lemia ir organizacijos intelektinį kapitalą [2].

Psichologinė gerovė kelis dešimtmečius buvo nagrinėjama bei ieškoma kuo tikslesnių jos nustatymo modelių. Nemažai mokslinių šaltinių siekia apibrėžti teigiamą psichologinį individo funkcionavimą. Psichologinės gerovės sampratą nagrinėjo: Diener ir kt. [3], McDowel [4], Dodge, Daly, Huyton ir Sanders [5], Shanafelt ir kt. [6], Hermon, Hazler [7], Ryff, Singer [8]. Lietuvoje atlikti tik pavieniai moksliniai darbai, tyrinėjantys pozityvius darbuotojų (Daukantaitė, Žukauskienė [9]; Šilinskas, Žukauskienė [10]; Žukauskaitė [11]) ar organizacijų (Žukauskaitė [12]) psichologinius bei socialinius veiksnius, skatinančius palankios darbo vietos vystymą ir darbuotojų gerovės stiprinimą.

Tikslas – ištirti įmonės darbuotojų psichologinę gerovę lyčių atžvilgiu.

Uždaviniai:

1. Išanalizuoti darbuotojų psichologinės gerovės sampratą.
2. Atlikti įmonės darbuotojų psichologinės gerovės vertinimą lyčių požiūriu.

2. Darbuotojų psichologinės gerovės teorinė analizė

Mokslinėje literatūroje kalbant apie gerovę dažniausiai vartojami keli terminai, kurie iš dalies reiškia tą patį, tačiau pabrėžia kiek skirtingus gerovės ypatumus: psichologinė gerovė (angl. *Psychological Well-Being*), [13], subjektyvi gerovė (angl. *Subjective Well-Being*) [3], gyvenimo kokybė (angl.

Life Quality) [14]. Greve teigia, kad gerovės interpretacija priklauso nuo skirtingų požiūrio taškų, pvz., ar bus žiūrima į gerovę iš mikro-, ar iš makro-perspektyvos, ar ją siesime su individais, ar su kolektyvu, taip pat nuo kultūrinio ir istorinio konteksto [15].

Psichologinė gerovė darbe – tai sąvoka, sulaukianti vis daugiau dėmesio organizacinės psichologijos srityje. Darbuotojai praleidžia didžiąją dalį laiko darbe, todėl daugumai pagrindinis dėmesys skiriamas šiai gyvenimo sričiai. Dagenais-Desmarais ir Andre teigia, kad iš tiesų, darbas yra gyvenimo sritis, kuri skiriasi nuo kitų sričių, tokių kaip laisvalaikis, draugai ir šeima [16]. Hillier ir kitų teigimu, darbas yra žymiai daugiau nei vien būdas užsidirbti pragyvenimui – jis gali padėti asmeniui kurti savo tapatumą, socialinius kontaktus, teikti galimybes savo gyvenimo tikslams įgyvendinti ir būti naudingam [17]. 2006 metais PSO priėmė darbuotojų sveikatos deklaraciją. Joje šalys skatinamos skirti daugiau dėmesio šios gyventojų grupės sveikatos poreikiams [18]. Pasak mokslininkų [1], vis dažniau net valstybiniu mastu pripažįstama būtinybė organizacijose kurti gerovės kultūrą, kuri, savo ruožtu, lemia didesnį organizacijų efektyvumą ir produktyvumą, geresnę darbuotojų sveikatą, padeda įveikti ir išvengti daugelio negatyvių, su darbine veikla susijusių veiksnių: streso, diskriminacijos, patyčių, nesąžiningumo, pravaikštų ir kt.

Psichologinę gerovę nagrinėjantys autoriai ją sieja su teigiamomis emocijomis, laimės pojūčiu, pasitenkinimu įvairiomis gyvenimo sritimis, sveikatos (įvairių jos rūšių) balansu.

Psichologinės gerovės vertinimui naudojamos matavimo priemonės, tokios kaip pasitenkinimo gyvenimo skalė [3], psichologinės gerovės indeksas [19] ir psichologinės gerovės skalė [13]. Pasaulyje žinoma ir plačiai naudojama psichologinės gerovės įvertinimo skalė, kurią pagrindė mokslininkė Ryff. Ji išskiria šešias gerovės sritis: savęs priėmimą, pozityvius santykius su aplinkiniais, autonomiją, aplinkos valdymą, tikslą gyvenime ir asmeninį augimą [8]. Ryff ir Singer psichologinės gerovės modelis taip pat priskiriamas pozityviajam požiūriui į psichikos sveikatą.

1 paveikslo centre nurodyti šeši pagrindiniai psichologinės gerovės matmenys pagal Ryff ir Singer [8], kurių kiekvienas dažnai atspindi pagrįstus kriterijus, ką reiškia būti sveikam, gerai ir pilnai funkcionuojančiam individui (žr. 1 pav.). Šios autorės pateikia šių dedamųjų aiškinimą, grįstą įvairių psichologų ir tyrėjų, tokių kaip Jung, Maslow, Rogers ir kitų, mokslinėmis įžvalgomis.

Savęs priėmimas apibrėžiamas kaip pagrindinis psichinės sveikatos bruožas (Jahoda), kaip savirealizacijos (Maslow) savybė, optimalus funkcionavimas (Rogers) ir branda (Allport). Pasak Erikson ir Neugarten, itin svarbus savęs priėmimas tokiu, koks esi, įskaitant savo praeities įvykius. Individualizacijos procesas (pagal Jung) dar labiau pabrėžia būtinybę susitaikyti su tamsiąja savojo „aš“ šešėlio puse. Tai yra ilgalaikis savęs

vertinimas, pripažįstant bei priimant tiek asmenines stiprybes, tiek silpnybes [20].

Pozityvūs santykiai su kitais. Šio psichologinės gerovės elemento svarba pabrėžiama jau Aristotelio darbuose. Russell matė meilę kaip vieną iš dviejų didžiųjų laimės šaltinių. Jahoda argumentavo, kad meilė gali būti pagrindiniu psichinės sveikatos komponentu, o Maslow pabrėžė draugystės ir artimo susitapatinimo su kitais svarbą. Iš kultūrinės perspektyvos dauguma tyrėjų pritaria, kad pagrindinis gyvenimo aspektas yra geri santykiai [8].

1 pav. Pagrindiniai psichologinės gerovės matmenys, jų teoriniai pagrindai [8]

Asmenybės tobulėjimas. Tai teigiamas dinamiškas veiksmas plėtojant savo potencialą. Iš visų gerovės aspektų asmenybės augimas prilyginamas Aristotelio laimei arba eudaimoniai. Pasak Williams, Aristotelio vartojama eudaimonios sąvoka reiškia pastovią būseną bei skiriasi nuo šiuolaikinės laimės sampratos, jog vieną dieną žmogus yra laimingas, o kitą jau nelaimingas. Maslow, Norton ir Jahoda tvirtina, kad asmenybės tobulėjimas, susijęs su asmeninio potencialo realizacija, teigiamai veikia psichinę sveikatą.

Tikslas gyvenime. Nepriklausomai nuo užsibrėžto tikslo ilgaamžiškumo kiekvienam individui labai svarbu turėti gyvenimo tikslą ir jo siekti. Gyvenimo prasmės ir krypties kūrimas taip pat yra pagrindinis iššūkis gyventi autentiškai pagal Sartre. Pasak Jahodos, psichologinei sveikatai ypatingą įtaką turi asmens gyvenimo prasmės pojūtis. Tikslas gyvenime, pasak gyvenimo ciklo teoretikų, kinta skirtinguose individo gyvenimo etapuose.

Aplinkos valdymas. Pasak Jahodos, esminis psichologinės sveikatos kriterijus yra individo sugebėjimas susikurti arba pasirinkti aplinką, tinkančią jo psichikai. Nuolatinio tobulėjimo teorijos taip pat pabrėžia, kad itin svarbus

individo gebėjimas manipuliuoti ir valdyti daugialypę aplinką. Pagal Allport, į brandos kriterijų taip pat įeina individo sugebėjimas dalyvauti nepažįstamose ar naujose veiklose.

Autonomija. Šis daugialypis gerovės modelis (žr. 1 pav.) pabrėžia ir tokias savybes kaip apsisprendimas, savarankiškumas ir savikontrolė. Pagal Rogers apibrėžtį pilnai funkcionuojantis individas turi gebėti vertinti save, kad neieškant aplinkinių pritarimo save įvertintų pagal asmeninius standartus. Maslow išaukština individo sugebėjimą savarankiškai funkcionuoti ir atsparumą „bandos instinktui“. Jungas savarankiškumą įvardina, kaip sugebėjimą išsiskirti iš aplinkinių ir išsilaisvinimą iš kolektyvinių baimių ir nuostatų.

Visos šios dedamosios atskleidžia psichologinės gerovės sąvokos kompleksiškumą. Anot Dodge, Daly, Huyton ir Sanders, stabili gerovė yra tada, kai individas turi psichologinius, socialinius ir fizinius išteklius, kurių jam reikia patenkinti konkrečius psichologinius, socialinius ar fizinius poreikius [5].

3. Darbuotojų psichologinės gerovės tyrimas

Darbuotojų psichologinės gerovės tyrimui naudota anketinė apklausa. Šio tyrimo tikslas – įvertinti darbuotojų psichologinės gerovės dedamųjų raišką. Anketa sudaryta pagal mokslininkės Ryff psichologinės savijautos sampratą. Anketą sudaro 42 teiginiai, priklausantys šešioms psichologinės gerovės (pagal Ryff) dedamosioms: autonomija, aplinkos valdymas, asmenybės tobulėjimas, pozityvūs santykiai su kitais, tikslas gyvenime ir savęs priėmimas. Kiekvienas iš teiginių respondentų buvo vertinamas 1–5 balų skalėje, kur 1 reiškia „visiškai nesutinku“, 5 reiškia „visiškai sutinku“. Bendra psichologinė gerovė (kaip ir kiekviena iš dedamųjų) vertinama aritmetiniu atsakymų vidurkiu (nuo 1 iki 5). Tyrime, vykusiame 2021 m. kovo 4–18 dienomis, dalyvavo vienos įmonės, veikiančios atliekų tvarkymo srityje, administracijos darbuotojai, dirbantys Panevėžio regione. Įmonėje išdalinta 41 anketa, užpildytos 32 anketos (grįžtamumo procentas – 78). Anketas užpildė 17 moterų ir 15 vyrų. Respondentų pasiskirstymas pagal amžių ir lytį pavaizduotas 2 paveiksle.

Apklausoje aktyviau dalyvavo moterys (moterų anketų grįžtamumo procentas – 85, vyrų – 71 proc.).

Atliktas tyrimas parodė, kad vidutinis respondentų psichologinės gerovės (susidedančios iš šešių dedamųjų) vertinimo balas yra 3,89 iš 5 galimų. Vidutinė vyrų ir moterų psichologinė gerovė pavaizduota grafiškai (žr. 3 pav.).

Tyrimo rezultatų analizė atskleidė, kad vyrų psichologinės gerovės vidurkis – 3,73 balo, t. y. 0,16 balo mažiau nei bendras visų respondentų vidurkis. Tuo tarpu moterų vidutinis psichologinės gerovės balas yra 0,3 aukštesnis nei vyrų ir siekia 4,03 balo.

Kiekvienos psichologinės gerovės dedamosios raiška vyrų ir moterų imtyse atskirai yra pateikta 4 paveiksle.

2 pav. Respondentų pasiskirstymas pagal lytį

3 pav. Psichologinė gerovė pagal lytį

4 pav. Darbuotojų psichologinė gerovė

Diagramoje matyti, kad moterų visų psichologinės gerovės dedamųjų balų vidurkiai ženkliai viršija vyrų balų vidurkį (nuo 0,2 balo iki 0,5 balo). Atlikto tyrimo rezultatai sutampa su Ryff [13] tyrimo išvadomis, pagal kurias moterys surenka aukštesnius balus psichologinės gerovės skalėje. Žemą vyrų psichologinės gerovės įvertį parodo ir tai, kad tik asmenybės tobulėjimo ir tikslo gyvenime balų vidurkiai viršija bendrą visų respondentų psichologinės gerovės vidurkį. Skirtumas yra vos pastebimas ir aukščiausiame taške tesiekia vos 0,07 balo. Atkreiptinas dėmesys, kad tiek vyrų, tiek moterų stulpelių aukščių kitimo tendencijos pagal psichologinės gerovės dedamąsias yra panašios, t. y. tiek geriausiai, tiek blogiausiai vertinamos psichologinės gerovės dedamosios lyčių požiūriu sutampa, tik moterų išlieka vidutiniškai 0,3 balo aukščiau nei vyrų. Analizuojant žemiausiai grafike esantį tašką – vyrų autonomijos vidutinį balą (3,27), atkreiptinas dėmesys į žemiausiais balais atsakytus anketos klausimus:

- „*mano sprendimai paprastai nepriklauso nuo to, ką kiti daro*“ (vyrų atsakymų vidurkis – 2,47 balo);
- „*aš linkęs nerimauti dėl to, ką kiti žmonės apie mane pagalvos*“ (vyrų atsakymų vidurkis – 2,81 balo);
- „*aš linkęs daryti įtaką žmonėms, turintiems tvirtą nuomonę*“ (vyrų atsakymų vidurkis – 2,93 balo).

Tai rodo, kad tyrime dalyvavę vyrai nesiryžta priimti unikalių sprendimų, vengia įtakoti tvirtą nuomonę turinčius žmones. Jiems perdėtai rūpi aplinkinių nuomonė. Norint pagerinti darbuotojų psichologinę gerovę, įmonės vadovams reiktų atkreipti dėmesį į darbuotojų autonomiją (balų vidurkis nesiekia 3,4), skatinti jų savarankiškumo apraiškas, pasitikėjimą savo jėgomis, darbuotojų nuomonių įvairovę ir konstruktyvią diskusiją bei organizuoti

savarankiškumą ugdančius mokymus. Įmonėje tikslinga diegti darbuotojų gerovę skatinančius psichosocialinės darbo aplinkos veiksnius: darbuotojus įtraukti į bendros vizijos kūrimą, skatinti atvirą kolektyvo bendravimą [21]. Dirbantiems žmonėms ypač svarbus atviras ir pasitikėjimu grįstas bendravimas su kolegomis, bendradarbiavimo galimybės, žinojimas, kad jų vadovai linkę padėti ir palaikyti, suvokiamas teisingumas organizacijoje. Pasitikėjimu ir atvirumu grįsti kolektyvo santykiai kuria prasmingos darbo aplinkos jausmą, o tai teigiamai veikia darbuotojų gerovę [21].

4. Išvados

1. Mokslinėje literatūroje psichologinė darbuotojų gerovė apibrėžiama kaip teigiamos emocijos, laimės pojūtis, pasitenkinimas įvairiomis gyvenimo sritimis, sveikatos (įvairių jos rūšių) balansas. Darbuotojų psichologinei gerovei ištirti buvo pasirinktas mokslininkės Ryff psichologinės gerovės modelis. Šį modelį sudaro šešios psichologinės gerovės dedamosios: savęs priėmimas, pozityvūs santykiai su kitais, autonomija, aplinkos valdymas, tikslas gyvenime ir asmeninis augimas.
2. Atliktas įmonės darbuotojų psichologinės gerovės tyrimas parodė, kad pagal Ryff modelį darbuotojai prasčiausiai vertina savo autonomiją, tai parodo tokių savybių kaip apsisprendimas, savarankiškumas ir savikontrolė trūkumą. Vyrų ir moterų imtyse tiek geriausiai, tiek blogiausiai, tiek vidutiniškai vertinamos psichologinės gerovės dedamosios lyčių požiūriu sutampa, tik moterų išlieka vidutiniškai 0,3 balo aukščiau nei vyrų.

Literatūra

1. GUSTAITIENĖ, L., PRANCKEVIČIENĖ, A. Kokie veiksniai skatina darbuotojų gerovę ir palankią darbo aplinką? *Tarptautinis psichologijos žurnalas: biopsichosocialinis požiūris*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universiteto leidykla, 2010, 7, 137–142. ISSN2345-024.
2. ROSLENDER, R., STEVENSON, J., KAHN, H. Employee wellness as intellectual capital: An accounting perspective. *Journal of Human Resource Costing & Accountin* [interaktyvus]. 2008, 10(1), 48–64 [žiūrėta 2021-03-02]. Prieiga per: doi:10.1108/14013380610672675.
3. DIENER, E., RYAN, K. Subjective well-being: A general overview. *South African Journal of Psychology* [interaktyvus]. 2009, 39(4), 391–406 [žiūrėta 2021-03-12]. Prieiga per: doi:10.1177/008124630903900402 2008.
4. MCDOWELL, I. Measures of self-perceived well-being. *Journal of Psychosomatic Research* [interaktyvus]. 2010, 69(1), 69–79 [žiūrėta 2021-03-20]. Prieiga per: doi: 10.1016/j.jpsychores.2009.07.002.
5. DODGE, R., DALY, A., HUYTON, J., SANDERS, L. The challenge of

defining wellbeing. *International Journal of Wellbeing* [interaktyvus]. 2012, 2(3), 222–235 [žiūrėta 2021-03-18]. Prieiga per: doi:10.5502/ijw.v2i3.4.
6. SHANAFELT, T. D. ir kt. Relationship between increased personal well-being and enhanced empathy among internal medicine residents. *Journal of General Internal Medicine* [interaktyvus]. 2005, 20(7), 559–564 [žiūrėta 2021-03-10]. Prieiga per: doi:10.1111/j.1525-1497.2005.0108.x.
7. HERMON, D. A., HAZLER, R. J. Adherence to a wellness model and perceptions of psychological well-being. *Journal of Counseling and Development* [interaktyvus]. 1999, 77(3), 339–343 [žiūrėta 2021-03-20]. Prieiga per: doi:10.1002/j.1556-6676.1999.tb02457.x.
8. RYFF, C. D. ir SINGER, B. H. Know thyself and become what you are: A eudaimonic approach to psychological well-being. *Journal of Happiness Studies* [interaktyvus]. 2008, 9, 13–39 [žiūrėta 2021-03-17]. Prieiga per: doi:10.1007/s10902-006-9019-0.
9. DAUKANTAITĖ, D., ŽUKAUSKIENĖ, R. Swedish and Lithuanian employed women's subjective well-being. *International Journal of Social Welfare* [interaktyvus]. 2006, 15(1), 23–30 [žiūrėta 2021-03-18]. Prieiga per: doi:10.1111/j.1468-2397.2006.00441.x.
10. ŠILINSKAS, G., ŽUKAUSKIENĖ, R. Subjektyvios gerovės išgyvenimas ir su juo susiję veiksniai vyru imtyje. *Psichologija*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla. 2004, 30, 47–58, ISSN 1392–0359.
11. ŽUKAUSKAITĖ, I. Naujų darbuotojų kaita: ryšys su organizacine socializacija. *Organizacijų vadyba: sisteminiai tyrimai* [interaktyvus]. 2008, 48, 153 [žiūrėta 2021-03-18]. Prieiga per: http://www.ceeol.com/aspx/getdocument.aspx?logid=5&id=80e5dbae0bd44f659078680e18b55b1d.
12. ŽUKAUSKAITĖ, I. Naujų darbuotojų socializacijos organizacijoje veiksniai: mentoriaus vaidmuo. *Acta Paedagogica Vilnensia* [interaktyvus]. 2009, 33(79), 33 [žiūrėta 2021-03-18]. Prieiga per: doi:10.15388/ActPaed.2014.33.4390.
13. RYFF, C. D., KEYES, C. L. M. The structure of psychological well-being revisited. *Journal of Personality and Social Psychology* [interaktyvus]. 1995, 69(4), 719–727 [žiūrėta 2021-03-10]. Prieiga per: doi:10.1037/0022-3514.69.4.719.
14. KINDERMAN, P. The development and validation of a general measure of well-being: The BBC well-being scale. *Quality of Life Research* [interaktyvus]. 2011, 20(7), 1035–1042 [žiūrėta 2021-03-18]. Prieiga per: doi:10.1457/0302-3521.49.4.523.
15. GREVE, B. Macro-level understanding of welfare. *Central European Journal of Public Policy* [interaktyvus]. 2008, 2(1), 50–73 [žiūrėta 2021-03-12]. Prieiga per: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.879.5745&rep=rep1&type=pdf.

16. ANDRE, D. What is psychological well-being, really? A grassroots approach from the organizational sciences. *Journal Happiness Studies* [interaktyvus]. 2012, 13, 659–684 [žiūrėta 2021-03-14]. Prieiga per: doi:10.1007/s10902-011-9285-3.
17. HILLIER, D., FEWELL, F., CANN, W., SHEPHARD, V. Wellness at work: Enhancing the quality of our working lives. *International Review of Psychiatry* [interaktyvus]. 2005, 17(5), 419–431 [žiūrėta 2021-03-20]. Prieiga per: doi:10.1080/09540260500238363.
18. Who collaborating centres for occupational health, declaration on workers health. *World Heal Organization.* 2006, 1–4.
19. BERKMAN, P. L. Life stress and psychological well-being. *Journal of Health and Social Behavior* [interaktyvus]. 1971, 12(1) 35–45 [žiūrėta 2021-03-18]. Prieiga per: https://www.jstor.org/stable/2948452?seq=1#metadata_info_tab_contents.
20. SPRINGER, K. W., PUDROVSKA, T., HAUSER, R. M. Does psychological well-being change with age? Longitudinal tests of age variations and further exploration of the multidimensionality of Ryff's model of psychological well-being. *Social Science Research Journal* [interaktyvus]. 2011, 40(1), 392–398 [žiūrėta 2021-03-10]. Prieiga per: doi:10.1016/j.ssresearch.2010.05.008.
21. ŠORYTĖ, D., PAJARSKIENĖ, B. Darbuotojų gerovė ir ją skatinantys psichosocialinės darbo aplinkos veiksniai. *Visuomenės sveikata.* Vilnius: Higienos institutas, 2014, 2(65), 9–19. ISSN 1392-2696.

BALDŲ GAMYBOS ĮMONĖS PROCESŲ TOBULINIMAS VEIKLOS EFEKTYVUMO DIDINIMUI

Stačkūnaitė O.[1], Mileris R.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: procesų tobulinimas, veiklos efektyvumas.

1. Įvadas

Lietuvos baldų pramonė yra viena iš sėkmingai veikiančių ir plečiančių savo veiklą sričių [1]. Didžiąją dalį savo produkcijos įmonės eksportuoja į kitas Europos šalis [2]. Konkuruoti Europos rinkoje ir joje įsitvirtinti įmonėms padeda konkurencinga produktų kaina [3], tačiau vykstant pokyčiams, išorinėje aplinkoje, tokiems kaip ekonominė krizė, globalizacija, infliacija ir bei didėjantys klientų poreikiai, daro didelę įtaką baldų įmonėms. Dėl stiprėjančios išorinės aplinkos įtakos ir spaudimo [4], įmonės yra priverstos keistis, kad išliktų rinkoje, todėl procesų tobulinimas siekiant veiklos efektyvumo yra būtinybė norint plėsti savo veiklą bei išsilaikyti rinkoje [5].

Šiandienos gamybos įmonėms yra iššūkis kaip pagerinti produktų kokybę, tapti lakstesnėmis bei efektyviau išnaudoti išteklius, todėl požiūris į įmonės procesus yra ypač svarbus šių dienų įmonėms [6]. Dėl ekonomikos augimo Europoje, įmonių procesų tobulinimas veiklos efektyvumo didinimui išliks aktualus ir ateityje [7]. Įmonės procesų tobulinimas yra svarbus didinant įmonių veiklą ir konkurencingumą, todėl labai svarbu yra analizuoti proceso tobulinimą veiklos efektyvumo didinimui gamybos įmonėse [8].

Tyrimų objektas – procesų tobulinimas veiklos efektyvumo dindinimui.

Tikslas – atskleisti gamybos įmonių procesų tobulinimo ypatumus siekiant veiklos efektyvumo didinimo.

Uždaviniai:

1. Atskleisti baldų įmonių svarbą Lietuvoje.
2. Apžvelgti procesų tobulinimą.
3. Apžvelgti veiklos efektyvumo didinimą bei metodus.

Tyrimų metodas – mokslinės literatūros analizė.

2. Lietuvos baldų įmonių apžvalga

Baldų pramonė yra viena iš sparčiausiai augančių šakų Lietuvoje [1]. Ši pramonė sudaro 2,5 proc. bendrojo Lietuvos vidaus produkto [2], o tai yra gana didelė procentinė dalis lyginant su kitomis Europos šalimis. Remiantis „Eurostat“ duomenimis, Lietuva baldu eksportu ženkliai lenkia kitas Baltijos šalis [9].

Nuo 2016 m. baldų įmonių skaičius Lietuvoje išaugo 8 procentais. Remiantis 2020 m. pradžios duomenimis, Lietuvoje yra įregistruota 971 baldų įmonių, iš kurių 97,5 proc. yra vidutinio dydžio ir jose dirba virš 29 000 darbuotojų. Taigi tai parodo, kokia svarbą baldų pramonė turi Lietuvoje.

Lietuvos baldų įmonės savo produkciją daugiausiai eksportuoja į kitas Europos šalis: Švediją (17,6 proc.), Vokietiją (11,5 proc.), Jungtinę Karalystę (10,4 proc.), Norvegiją (8,2 proc.) ir Daniją (7,3 proc.) [9]. Lietuvoje gaminami baldai yra konkurencingi ne tik dėl konkurencingos kainos, bet ir dėl šalyje esančių senų gaminimo tradicijų, kurias pritaiko kartu su naujomis technologijomis, atitinkamą kvalifikaciją ir kompetencijų turintys žmonės [10].

Baldų įmonės Lietuvoje konkuruoja daugiausiai su Kinijos, Baltarusijos ir Lenkijos įmonėmis [2]. Lietuvos baldų įmonės yra jautrios žmogiškųjų išteklių pokyčiams. Dėl didėjančio darbo užmokesčio Lietuvoje ir lėtam naujų technologijų bei automatizavimo pritaikymo baldų gamybos įmonėse yra sudėtinga konkuruoti su kitų šalių įmonėmis, kurios turi daugiau žmogiškųjų išteklių ir joms pagaminti tokį patį produktą, reikalingi mažesni finansiniai ištekliai, dėl šalyje vyraujančio mažesnio darbo užmokesčio bei didesnio automatizavimo.

3. Gamybos įmonės procesų valdymas

Gamybos įmonės procesai dažniausiai skaidomi į tris tipus: pagrindiniai, palaikantys ir valdymo [11], jie tarpusavyje yra susiję ir turi tiesioginį ryšį įmonės procesų valdyme [8].

Gamybos įmonės procesų kokybė nulemia galutinio produkto kokybę [5], todėl į procesą kaip į visumą orientuotas požiūris pagerina įmonės sistemos veikimą, ko pasėkoje gerinama produkto kokybė ir veiklos efektyvumas [12, 8]. Patobulinimai viename procese, paprastai sumažina išlaidas kituose sektoriuose, todėl svarbu identifikuoti įmonės procesus ir nustatyti procesų sąsajas [7].

Proceso tobulinimas yra vienas iš procesų valdymo etapų, tačiau jis negali būti kaip atskira dalis, ji turi būti kartu derinama su procesų identifikavimu ir procesų matavimu (žr. 1 pav.). Identifikavus procesą bei jo sudedamąsias dalis, galima nustatyti ryšį tarp gretimai einančių procesų. Išmatavus procesą bei nustačius jo našumą, galima nustatyti siekiamą ribą bei tobulinimo tikslą ir kontrolės metu palyginti jį su patobulintu procesu [13].

1 pav. Procesų valdymas [13]

Svarbu visus įmonės procesus derinti su klientų poreikiais taip skatinant veiklos efektyvumą [12]. Verslo procesų valdymą sudaro: strateginis suderinimas, procesų valdymas, metodai, informacinės technologijos, žmonės ir kultūra [14]. Visi šie elementai yra nulemiantys procesų valdymo sėkmę ir procesų efektyvumą. Proceso valdymo elementai pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė

Procesų valdymo elementai

	Faktoriai (elementai)	**Veikla**
1.	Strateginis suderinimas [15]	Proceso tobulinimas, planavimas bei strateginis derinimas
2.	Procesų valdymas [12]	Atsakomybės, terminų nustatymas ir kontrolė
3.	Metodai [22]	Metodų parinkimas, pritaikymas bei palaikymas
4.	Technologijos [16]	Procesų analizė ir vykdymas
5.	Žmonės [14]	Nuolatinis žmonių įgūdžiu ir žinių tobulinimas
6.	Kultūra [14]	Aplinkos sukūrimas procesų tobulinimo įgyvendinimui bei procesų svarbos įvedimas į įmonės tikslus

Jeigu proceso valdymo elementuose bus trūkumų, kentės galutinis proceso rezultatas, todėl svarbu, kad elementai būtų suderinti su proceso tobulinimu [4].

Proceso turi galimybių ribas, kurios yra kintančios atitinkamai nuo žmonių, mašinų, metodų, medžiagų ir matavimų ir jų derinio, kurio pagalba gaminami produktai, atitinkantys nustatytiems reikalavimams [15]. Tobulinant procesus svarbu atsižvelgti į proceso galimybes, kurias riboja įmonės turimi resursai. Tik įvertinus proceso valdymo elementus bei patį procesą, galima įvertinti kiek realus ir įgyvendinamas yra tobulinimo planas pasirinktam procesui.

4. Proceso tobulinimo kryptis ir tikslai

Proceso tobulinimo esmė yra pasiekti palankius pokyčius didinant proceso našumo lygį, siekiant pridėtinės vertės klientui ir įmonei, per veiklos efektyvumo didinimą [8].

Norint pasiekti efektyvesnės baldų gamybos įmonės veiklos, galima procesų tobulinimą nukreipti į procesų kokybės gerinimą, laiko sąnaudų bei išteklių mažinimą (žr. 2 lentelę) [16].

2 lentelė

Procesų tobulinimo kryptis ir tikslai

	Tobulinimo kryptis	**Tikslas**	**Bendras tikslas**
1.	Procesų kokybės gerinimas	Proceso kokybės gerinimo pagalba, pagerinti galutinio produkto kokybę	Padidinti įmonės veiklos efektyvumą [17]
2.	Laiko sąnaudų mažinimas	Pagreitinti procesus, pašalinti nereikalingus veiksmus	
3.	Išteklių mažinimas	Pagerinti produktyvumą	

Nors pagrindinės tobulinimo kryptis išskirtos trys, tačiau jas galima derinti tarpusavyje. Kad ir kokią procesų tobulinimo kryptį pasirenka įmonė, procesų tobulinimas turės įtakos ir bus nukreiptas į bendrą įmonės veiklos efektyvumo didinimą [17]. Proceso tobulinimas turi apimti visą procesų sistemą. Patobulinus viena procesą ir neatsižvelgus į procesų visumą, galima pakenkti galutiniam rezultatui, todėl procesų valdymas neatsiejamas nuo holistinio požiūrio. Jeigu patobulintas procesas efektyviau yra vykdomas, nereiškia, kad gausime geresnį rezultatą, tai yra dėl to, kad nematant procesų visumos, vieno proceso patobulinimas gali neigiamai įtakoti likusiems procesams [18]. Todėl tobulinimas negali būti vykdomas remiantis vieno įmonės padalinio požiūriu į procesų tobulinimą.

Procesų tobulinimas norint pasiekti efektyvesnių veiklos rezultatų yra neatsiejamas nuo kokybės gerinimo. Lietuvos baldų įmonės norėdamos išlikti konkurencingomis daugiausiai resursų skiria produkto bei veiklos kokybės gerinimui [3].

5. Efektyvumo didinimo būdai ir metodai

Efektyvumas apibrėžiamas kaip santykis tarp pasiekto rezultato ir panaudotų išteklių [3], taip pat jis apibūdinamas kaip rezultato gavimas, teisingiausiu būdu, atsižvelgiant į turimus išteklius [5]. Dažniausiai efektyvumo sąvokose minimas produktyvus išteklių panaudojimas.

Efektyvumas pasiekiamas, kai proceso rezultatai viršija daugumą klientų reikalavimų [19]. Efektyvumas mokslinėje literatūroje glaudžiai

siejamas su tvariu ir ekologišku procesu valdymu [20]. Kadangi efektyvumas yra ištekliu sutelkimas į produkto sukūrimą, kuris yra paklausus vartotojams [19], todėl didinant veiklos efektyvumą būtiną atsižvelgti ir į vis didėjančius vartotojų poreikius bei visuomenės spaudimą. Vartotojų poreikiai taip pat yra susiję su gaminių kokybę. Todėl galima teigti, kad efektyvumas neatsiejamas nuo kokybiškos bei tvarios įmonės veiklos [5].

Įmonei koncentruojantis į pridėtinę vertę svarbiausi efektyvumo rodikliai yra pralaidumas ir investicinė grąža [3].

Efektyvumo didinimui ir procesų tobulinimui yra naudojamos IT sistemos, kurių pagalba analizuojami procesų duomenis, kuriais remiantis sistemingai tobulinami procesai, nesant tokios sistemoms gamybos įmonės susiduria su sunkumais analizuojant duomenis rankiniu būdu [8].

Procesų tobulinimo metodai yra plačiai taikomi įvairių dydžių ir sričių įmonių ir jų pritaikymas tampa pagrindiniu iššūkiu įvairaus dydžio įmonėms [12], nors gamybos įmonės turi panašų veikimo principą, tačiau priklausomai, nuo gaminamų produktų įvairovės [8], jos procesų valdymas ir struktūra gali ženkliai skirtis.

Didesnė įmonė savo procesus gali būti suskaidžiusi į smulkesnius, o mažesnė apjungusios, todėl dėl procesų gausos didesnių įmonių procesų tobulinimas yra žymiai sudėtingesnis ir reikalaujantis daugiau išteklių nei mažesnėse įmonėse [4].

Kadangi efektyvumo didinimas visais laikais buvo svarbus gamybos įmonių veikloje, todėl matoma įvairių metodų gausa, šių dienų literatūroje. Gamybos įmonių veiklos efektyvumui padidinti naudojami tiek teoriniai tiek praktiniai metodai, kurie pateikti 3 lentelėje [13].

Vienas iš populiariausių metodų yra LEAN sistema [21] ir Šešios sigmos [3], šiek tiek mažiau sutinkama SPS metodika, visiškas kokybės valdymas (TQM), bendra produktyvi priežiūra (TPM) bei efektyvumo matavimo rodikliai (TOC) [3], kurių metu matuojamas ir stebimas pralaidumas (*T*), investicijos (*I*) bei veiklos išlaidų (*OE*) kitimas.

Metodai, naudojami veiklos efektyvumui didinti, yra panašūs, nes yra nukreipti į mažesnį išteklių panaudojimą ir efektyvumo didinimą. Naudojant metodus ir norint pasiekti efektyvesnio proceso, reikia nuolat lyginti procesus tarpusavyje, norint rasti efektyvesnį proceso tobulinimo būdą [19]. Taigi, nuolatinis procesų lyginimas, palaiko nuolatinį jų tobulinimą.

Gerinant organizacijos veiklą, tobulinant procesus ir pritaikant juos sistemingam veikimui yra nemenkas iššūkis [7].

Procesų tobulinimas neturi būti sutelktas tik į metodus proceso tobulinimo metu ir tik aklai jais remtis, [7], tačiau reikia tobulinimo metodą taikyti atsižvelgiant į esamus įmonės procesus bei turimus išteklius ir taikyti metodologiją prie procesų, o ne procesus prie metodologijos, šis esminis skirtumas gali palengvinti ir pagreitinti procesų tobulinimo rezultatus išvengiant nereikalingų išteklių naudojimo.

3 lentelė

Efektyvumo didinimo metodai

	Metodai	Esminiai metodo principai
1.	LEAN sistema	Procesų trukmės mažinimas, aukštesnės kokybės siekimas, produktyvumo siekimas
2.	Šešios sigmos	Atliekų ir išlaidų mažinimas
3.	SPS	Visiškas nuostolių eliminavimas ir nuolatinis tobulinimo gamybos būdo siekimas
4.	TOC	Procesų efektyvumo užtikrinimas, matuojant pralaidumą, investicijas ir veiklos išlaidas
5.	TQM	Nuolatos nustatyti klaidas ir jas mažinti
6	TPM	Įrangos veikimo efektyvumo didinimas

Proceso tobulinimo sėkmė nepriklauso tik nuo metodo, tačiau priklauso nuo darbuotojų ir vadovo nusiteikimo ir suinteresuotumo vykdyti tobulinimą ir didinti veiklos efektyvumą [12].

6. Procesų tobulinimas veiklos efektyvumo didinimui

Procesų tobulinimas yra tęstinė veikla [18], kurios tikslas nuolatos tobulinti gamybos įmonės procesus. Įmonės plėtra gali būti pasiekta tik užtikrinant nuolatinį efektyvumo stebėjimą [22].

Remiantis atlikta mokslinės literatūros analize, buvo sudarytas gamybos įmonės procesų tobulinimo ciklas, kuris pateiktas 2 paveiksle. Jo tikslas tobulinimo pagalba, pasiekti efektyvesnių veiklos rezultatų.

2 pav. Proceso tobulinimo ciklas

Procesų tobulinimas atliekamas nustačius procesus, kurie daro didžiausią įtaką galutiniam rezultatui. Nustačius procesus, identifikuojamas proceso trūkumas, tai gali būti gausus defektų susidarymas proceso metu. Suradus kuriame procese daugiausiai yra neatitikimų, atliekama to proceso analizė ir parenkamas metodas procesui tobulinti. Atlikus proceso

patobulinimą matuojami veiklos efektyvumo pokyčiai ir gauti rezultatai yra lyginami su prieš tai buvusiais. Taip pat procesai nuolat stebimi bei atliekama proceso efektyvumo kontrolė [4].

7. Išvados

1. Baldų įmonių pramonė svarbi Lietuvos ekonominiam augimui, ši pramonė sudaro 2,5 proc. bendrojo vidaus produkto ir yra vis auganti sritis Lietuvoje, kuri daugiausiai savo produkcijos eksportuoją į Švediją. Baldų įmonėms konkuruoti Europos rinkoje padeda konkurencingą kainą turintys, kokybiškai gaminami produktai.
2. Procesų tobulinime labai svarbus holistinis požiūris, nes tik sistemingas valdymas gali padėti efektyviau pasiekti veiklos rezultatų.
3. Veiklos efektyvumas glaudžiai susijęs su procesų kokybės gerinimu, proceso laiko sąnaudų, išteklių mažinimu bei yra neatsiejamas nuo tvaraus įmonės veiklos.
4. Efektyvumui didinimui naudojami įvairūs metodai, iš kurių mokslinėje literatūroje daugiausiai minimi LEAN ir Šešių sigmų. Bendras visų metodų tikslas yra pasiekti didesnį įmonės veiklos efektyvumą.

Literatūra

1. *Eurostat Industry* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2021-04-04]. Prieiga per: https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do.
2. *Lietuvos medienos asociacija*. 2019 m. medienos sektoriaus analizė. [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2021-04-04]. Prieiga per: http://www.lietuvosmediena.lt/2019m-medienos-sektoriaus-analize/.
3. JASINAVIČIUS, R., KARLIENĖ, L. Darbo efektyvumo didinimo metodai ir jų vertinimas darniai ekonomikos plėtrai. *Societal Innovations for Global Growth*. 2012, 712–725.
4. SUJOVÁ, A., MARCINEKOVÁ, K. Improvement of business processes – A research study in wood-processing companies of Slovakia. *Procedia Economics and Finance*. 2015, 34, 296–302.
5. SIMANOVÁ, L., GEJDOŠ, P. The use of statistical quality control tools to quality improving in the furniture business. *Procedia Economics and Finance*. 2015, 34, 276–283.
6. SHAFAGATOVA, A. Towards process-oriented employee appraisals and rewards: an exploratory case study. *Twenty-Seventh European Conference on Information Systems (ECIS2019), AIS (Association for Information Systems)*, 2019.
5. MANFREDA, A. ir kt. Absorptive capacity as a precondition for business process improvement. *Journal of Computer Information Systems*. 2014, 54.2, 35–43.

6. FERNANDES, E. C. ir kt. Flexible production data generator for manufacturing companies. *Procedia Manufacturing*. 2020, 51, 1478–1484.
7. Lietuvos baldų sektoriaus eksporto plėtros tikslinėse rinkose strateginis dokumentas. *Versli Lietuva* [interaktyvus]. Vilnius, Lithuania, 2020 [žiūrėta 2021-04-04]. Prieiga per: https://www.verslilietuva.lt/wp-content/uploads/2020/09/Lietuvos-bald%C5%B3-sektoriaus-eksporto-pl%C4%97tros-tikslin%C4%97se-rinkose-strateginis-dokumentas.pdf.
8. STANKEVIČIŪTĖ, Ž., STANIŠKIENĖ, E., RAMANAUSKAITĖ, J. The impact of job insecurity on employee happiness at work: A case of robotised production line operators in furniture industry in Lithuania. *Sustainability*. 2021, 13.3, 1563.
9. VON ROSING, M., VON SCHEEL, H. S. *The Complete Business Process Handbook: Body of Knowledge from Process Modeling to BPM*. Morgan Kaufmann, 2014, 1.
10. KLUN, M., TRKMAN, P. Business process management – At the crossroads. *Business Process Management Journal*. 2018.
11. ROSING, M., SCHEER, A. W., SCHEEL, H. *The Complete Business Process Handbook: Body of Knowledge From Process Modeling to BPM*. Morgan Kaufmann, 2017.
12. ROSEMANN, M., VOM BROCKE, J. The six core elements of business process management. *Handbook on Business Process Management 1*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2015, 105–122.
13. JESTON, J., NELIS, J. *Business Process Management*. Routledge, 2014.
14. PENA, R. ir kt. LEAN manufacturing applied to a wiring production process. *Procedia Manufacturing*. 2020, 51, 1387–1394.
15. GHATTAS, J., SOFFER, P., PELEG, M. Improving business process decision making based on past experience. *Decision Support Systems*. 2014, 59, 93–107.
16. VON ROSING, M., VON SCHEEL, H., SCHEER, A-W. *The Complete Business Process Handbook: Body of Knowledge from Process Modeling to BPM*. Morgan Kaufmann, 2014, 1.
17. SUNDQVIST, E., BACKLUND, F., CHRONÉER, D. What is project efficiency and effectiveness? *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2014, 119, 278–287.
18. BAPTISTA, A. J. ir kt. MAESTRI efficiency framework: The concept supporting the total efficiency index. Application case study in the metalworking sector. *Procedia CIRP*. 2018, 69, 318–323.
19. RORIZ, C., NUNES, E., SOUSA, S. Application of LEAN production principles and tools for quality improvement of production processes in a carton company. *Procedia Manufacturing*, 2017, 11, 1069–1076.
20. KOVÁCS, G. *Methods for Efficiency Improvement of Production and Logistic Processes*. Vedecké Práce Materiálovotechnologickej Fakulty Slovenskej Technickej Univerzity v Bratislave so Sídlom v Trnave, 2018, 26.42, 55–61.

Enterprise Lithuania. *Lithuanian Furniture Industry; Enterprise Lithuania*. Vilnius, Lithuania, 2020 [žiūrėta: 2021-04-04]. Prieiga per: https://www.enterpriselithuania.com/wp-content/uploads/2021/01/Overview-of-Lithuanian-Furniture-Sector.pdf.

21. BALTUŠKA, T., TOLOČKA, E. Tarptautinės gamybos organizavimo galimybės stambiose Lietuvos baldų pramonės įmonėse. *Mokslas – Lietuvos ateitis*. 2016, 7.6, 664–668.

PEDAGOGŲ LOJALUMAS: TEORINĖS IR PRAKTINĖS ĮŽVALGOS

Šukienė O.[1], Kvedaraitė N.[1]

[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: lojalumas, pedagogų lojalumas, pedagogų lojalumą sąlygojantys veiksniai.

1. Įvadas

Pedagogų lojalumas nūdienos švietimo organizacijose tampa viena pagrindinių organizacijų sėkmingos veiklos organizavimo prielaidų, o pedagogo įsipareigojimas švietimo organizacijai yra siejamas ne tik su jo kompetencija ir siekiu dalyvauti pokyčių procesuose, bet ir švietimo institucijos kultūra, misija ir vizija.

Temos aktualumas. Šiuolaikinėse verslo įmonėse vyrauja nuostata, kad atsidavęs ir lojalus darbuotojas yra vienas svarbiausių organizacijos konkurencinių pranašumų, o tokio darbuotojo nauda ir reikšmė nepamatuojama. Visgi, Lietuvoje atlikti darbuotojų lojalumo tyrimai nedžiugina – Lietuvos darbuotojų lojalumo darbovietei indeksas yra vienas žemiausių Baltijos šalyse ir Europoje. Ne išimtis ir švietimo sektorius – pedagogo profesija tampa tokia, iš kurios vis daugiau žmonių nori pasitraukti ir vis mažiau į ją įsilieti.

Be to, atlikti Lietuvos mokyklų pedagogų lojalumo švietimo organizacijai tyrimai rodo, kad šios srities darbuotojams būdinga žemesnio lygmens racionali pragmatinė ištikimybė lyginant su verslo įmonių darbuotojais. Tai atskleidžia, kad pedagogų lojalumo vystymas yra vienas iš pagrindinių daugelio švietimo organizacijų iššūkių, kurio sprendimas būtų orientuotas į ilgalaikį pedagogų lojalumo vystymą, grįstą bendradarbiavimu, pasitikėjimu ir įsipareigojimu.

Įvertinant tai, šiame straipsnyje keliamas probleminis klausimas: kaip suvokiamas pedagogų lojalumas ir kokie veiksniai jį lemia?

Tikslas – atskleisti lojalumo sampratą ir identifikuoti pedagogų lojalumą lemiančius (formuojančius) veiksnius.

Tyrimų metodas – mokslinės literatūros analizė.

2. Lojalumo ir pedagogų lojalumo sampratų analizė

Kaip lojalumas suvokiamas šiuolaikinėje švietimo institucijoje? Ką iš tiesų reiškia būti lojaliu ir atsidavusiu savo organizacijai ir darbui pedagogu? Šie klausimai kyla ne tik tyrėjams, bet ir švietimo organizacijų vadovams, darbuotojams. Siekiant atskleisti lojalaus pedagogo sampratą, pirmiausia tikslinga nagrinėti bendrinę lojalumo apibrėžtį.

Pradinė lojalumo sąvoka buvo siejama su „*paklūstantis įstatymams darbuotojas*“ [1], tačiau keičiantis organizacijoms, keitėsi ir lojalaus darbuotojo supratimas. Larousse teigimu, lojalus darbuotojas – tai „*asmuo, kuris laikosi savo žodžio, kuris laikosi garbės ir sąžiningumo principų; asmuo, kuris yra ištikimas teisėtai valdžiai, santvarkai, bendram tikslui, šeimai ir pan.*“ [2]. Visgi, lojalumo nederėtų maišyti su paklusnumu, lojalumas – tai darbuotojo atsidavimas organizacijai, bet ne pareiga.

Darbuotojai, kurie yra lojalūs organizacijai, dažniausiai tapatina savo tikslus su organizacijos tikslais. Jie aukoja savo laiką organizacijai ir dirba ne dėl pinigų, o tam, kad sukurti pozityvią atmosferą ir santykius su kolegomis, vadovais, puoselėti organizacijos kultūrą ir daugelis kitų priežasčių, kurios nėra susijusios su materialiais aspektais [3]. Darbuotojo lojalumas dažniausiai yra susijęs su organizacijos lojalumu [4]. Jei darbuotojas dirba noriai ir su malonumu, galima daryti prielaidą, kad ta organizacija yra lojali. Lojalumą galima būtu apibūdinti kaip ištikimybę ir kasdienę motyvaciją, atsidavimą ne tik darbui, bet ir organizacijai.

Lojalumas tapatinamas ir su moraliniu įsipareigojimu ar materialiniu išskaičiavimu. Pastarasis yra suvokiamas kaip darbuotojo patiriama finansinė nauda iš organizacijos. Moralinį darbuotojų įsipareigojimą sąlygoja tokie veiksniai: organizacijos įvaizdžio vertinimas, įtaka organizacijos sprendimams, pasitenkinimas darbu, psichologinis saugumas, pasitikėjimas organizacija, darbo motyvacija [5]. Kiti autoriai išskiria darbuotojų emocinį lojalumą, kuris pasireiškia per jo identifikavimąsi su organizacinėmis vertybėmis, vizija, misija ir kas be ko, visu kolektyvu [6].

Gilinantis į pedagogų lojalumo sampratą, galima išryškinti net keletą esminių aspektų, kurie padeda identifikuoti nagrinėjamos temos problematiškumą ir yra reikšmingi pedagogų lojalumo vystymui.

2003–2006 m. atlikti tyrimai rodo, kad skirtingos profesinės kultūros, požiūriai ir vaidmenys pačioje organizacijoje sukuria bendradarbiavimo barjerus [9], kurie sąlygoja santykių tarp pedagogų ir jų lojalumo švietimo organizacijoms problemas. Be to, individualūs interesai ir socialinės gerovės priešprieša patiriama organizacijose taip pat sukuria papildomas įtampas pedagogų lojalumui ir raiškai [8]. Pažymėtina ir technologinių pokyčių bei tolimesnės karjeros galimybių įtaka pedagogų pasitikėjimui savimi, savojo *Aš* realizavimui, kas neišvengiamai yra susiję ir su pedagogų lojalumui švietimo institucijai.

Šių įtampų ir barjerų mažinimas turėtų prasidėti jau nuo pirmųjų žingsnių, kuomet į švietimo instituciją ateina jauni pedagogai [7]. Jų socializacijos ir adaptacijos procesų sėkmė švietimo institucijoje pirmiausia priklauso nuo įstaigos kultūros: kaip jį priima esami darbuotojai ir vadovai, kaip jam bus suteikta informacija ir pagalba, ar skiriamas mentorius. Tačiau, ne maža dalimi šių procesų sėkmę lemia ir paties naujo darbuotojo iniciatyvumas dalyvauti organizacijos pokyčių procesuose, motyvacija, jo asmeninės savybės ir charakteris, t. y. aktyvus dalyvavimas. Kitaip tariant, kiek jaunas pedagogas yra pasirengęs atiduoti savęs šiai profesijai? Kiek geros emocijos, jausmai, patirtis, pasididžiavimas savimi sieja jį su organizacija, kurioje jis dirba ir su kuria siejamas visas pedagogo gyvenimas. Tai rodo, kad šiais laikais pedagogo lojalumas siejamas su laisve, laisvu pasirinkimu, nuomonės išsakymu, aktyviu įsitraukimu į švietimo institucijos veiklą ir asmeniniu pedagogo pašaukimu šiai profesijai, taip akcentuojant moderniąją lojalumo sampratą ir atskiriant ją nuo ankstesnio lojalumo kaip paklusnumo suvokimo.

Šmaukštienė taip pat teigia, kad pedagogų lojalumas švietimo institucijai priklauso nuo jų motyvacijos ir organizacijos kultūros, vertybių, kokios galimybės suteikiamos naujovėms ir mokslinei veiklai [10]. Žvelgiant vadybiniu aspektu, pedagogams svarbu ir jų įvertinimas, skatinimas už pasiektus rezultatus, vadovų rodomas dėmesys jiems, tarpusavio bendradarbiavimas, konfliktų sprendimo būdai ir akademinės veiklos kontrolė. Visgi, kaip rodo tyrimai, dauguma švietimo institucijų neturi išgryninę vertybių sistemos ir organizacijos filosofijos, personalas nėra jų įsisavinęs, nėra bendro tarpusavio ryšio tarp kolegų, o kai kur atsispindi net autoritarinių ir humanistinių nuostatų susiliejimas (vertybinis disonansas) [10]. Visa tai apsunkina santykius su vadovu, kolegomis ir silpnina ryšį, bendradarbiavimą su mokiniais, o pedagogas jaučiasi nesaugus.

Todėl švietimo organizacijoje labai svarbu kurti pasitikėjimu ir abipuse pagarba vieni kitiems pagrįstą aplinką, kurioje pedagogai jaustųsi tvirtai ir puoselėtų organizacijos vertybes, jas perduotų savo ugdytiniams ir būtų įsipareigoję savo profesijai bei lojalūs savo organizacijai. Nes, tokioje organizacijoje buvimas jos nariu reiškia priklausomybę jai ir numatomą pedagogo karjeros kelią, užduočių ir atsakomybės aiškumą bei pastovumą, taip pat laipsnišką nuopelnų, kylant į viršų, kaupimą, t. y. norą mainais už lojalumą organizacijai įgyti asmeninį pastovumą ir aiškesnes pareigas [11].

3. Pedagogų lojalumo švietimo organizacijai tyrimų apžvalga

2007 m. atliktas „*Specialiojo ugdymo institucijų pedagogų požiūrio į organizacijos veiklą ir identifikavimosi su institucija raiška*“ tyrimas atskleidė, jog bendradarbiavimo santykiai su panašių dalykinių interesų kolegomis yra geri. Aukštas ir lojalių švietimo organizacijai darbuotojų procentas. Tyrimo autorė pažymi, kad jausminio identifikavimosi su institucija

duomenys parodė, jog pedagogų tarpusavio santykių darna stebima tik tarp turinčių panašius dalykinius interesus [10]. Pastebėtina ir tai, kad ne visi pedagogai teigiamai vertina švietimo organizaciją, kurioje jie dirba, o jiems labiau būdingas savimonės (asmeninis) identitetas, atitolinantis juos nuo kitų, taigi, ir nuo organizacijos. Mažesnė respondentų dalis identifikuoja save su specialiaisiais vaikų auklėjimo ir globos namais dalykine prasme. Tai reiškia, kad jie nėra patenkinti darbo sąlygomis, bibliotekos teikiamomis paslaugomis, kultūrine veikla, jų netenkina santykiai su ugdytiniais [10].

2009 metais atliktame lojalumo švietimo organizacijai veiksnių: profesijos mokytojų nuomonių tyrime nagrinėti keli veiksniai, per kuriuos buvo vertinamas pedagogų lojalumas organizacijai. Vertinant profesijos mokytojų dalyvavimo pedagoginių novacijų diegime motyvaciją ir karjeros galimybes nustatyta, kad 70 proc. respondentų (didžiausia dalis) mano, kad lojalumas, organizacijai diegiant pedagogines novacijas, priklauso nuo materialinio skatinimo. Pedagogams reikšmingiausi moralinio skatinimo būdai yra šie: galimybė eksperimentuoti (taip mano 92 respondentai), žodinė padėka (71 profesijos mokytojas), galimybė pačiam priimti sprendimus (teigia 35 profesijos mokytojai) [8]. Tyrimas atskleidė, kad dauguma profesijos mokytojų diegia pedagogines novacijas dėl savirealizacijos poreikio, o net 96 proc. profesijos mokytojų jaučiasi organizacijos dalimi. Organizacinių veiksnių poveikio darbuotojų lojalumui prasme reikšmingi duomenys atskleidžia labiau neigiamą nei teigiamą profesijos mokytojų požiūrį į karjeros galimybes. 61 proc. respondentų teigia, kad karjeros galimybės organizacijoje atspindi situaciją „*daug tokių norinčiųjų*“. Tai leidžia įžvelgti profesijos mokytojų lojalumo švietimo organizacijai problemiškumą [8].

2011 m. atliktas „*Bendrojo lavinimo mokyklų pedagogų lojalumo organizacijai nustatymas*“ tyrimas atskleidė, kad pedagogai lojalumą švietimo organizacijai suvokia kaip sąžiningą darbą, geros nuomonės apie darbovietę skleidimą, kokybišką užduočių atlikimą ir nuoširdų organizacijos tikslų siekimą [12]. Pastebėtina tai, kad didžioji dauguma bendrojo lavinimo mokyklų pedagogų didžiuojasi savo darbu, laiko save reikalingais organizacijai ir mano, jog mokykla didžiuojasi savo kolektyve turėdama tokį darbuotoją. Tai leidžia manyti, jog dauguma tyrime dalyvavusių respondentų yra lojalūs savo organizacijai. Tyrimas taip pat atskleidė, jog pedagogus tenkina jų užimamos pareigos, o didžiausią pasitenkinimą kelia šie darbo mokykloje aspektai: galimybė pritaikyti savo darbo metodus ir sugebėjimus, galimybė vadovauti mokiniams, bei organizuoti jų veiklą. Tyrime dalyvavę pedagogai pasitiki mokykla, žino deklaruojamas vertybes bei tikslus, jiems pritaria bei prisideda prie jų įgyvendinimo. Aukštą lojalumo lygį rodo ir daugumos respondentų mokyklos rekomendavimas savo vaikams bei pažįstamiems. Be to, tyrimo rezultatai atskleidė, jog pedagogai sutinka dirbti viršvalandžius, nepriklausomai nuo to, ar už juos yra papildomai mokama. Visa tai rodo, kad tyrime dalyvavusių bendrojo lavinimo mokyklų pedagogai yra lojalūs organizacijai [12].

2018 m. atliktame „*Bendrojo ugdymo mokyklų pedagogų pasitenkinimas komunikacija ir organizacinis įsipareigojimas*“ tyrime nustatyti organizacinio įsipareigojimo požymių tarpusavio statistiniai ryšiai. Tyrimo autorė teigia, kad didėjant pasitenkinimui organizacija, didėja emocinis (afektyvinis) įsipareigojimas, kitaip dar įvardijamas kaip lojalumas [3]. Afektyvinis požymis parodė, kad daugiau negu pusė pedagogų, dalyvavusių tyrime susieja save su švietimo įstaiga, identifikuojasi su organizacinėmis vertybėmis, misija, vizija, jos veikla bei kolektyvu. Kitai daliai pedagogų labiau būdingas normatyvinis požymis, kuris atskleidžia, kad šie tyrimo dalyviai jaučia kaltę palikdami organizaciją bei darbus savo kolegoms. Toks kaltės išgyvenimas neleidžia asmeniui priimti sprendimo dėl darbo keitimo manant, kad be jo darbo organizacijai bus blogiau. Tęstinumo požymis taip pat yra būdingas daliai apklaustųjų mokytojų, kurie sieja save su institucija ir nenori keisti darbovietės, nes bijo, kad naujoje darbovietėje gali kilti adaptacinių sunkumų [3].

4. Išvados

1. Moksliniuose šaltiniuose pateikiama didelė įvairovė lojalumo organizacijai ir lojalaus darbuotojo sampratų bei apibrėžčių, tačiau apibendrinus straipsnyje analizuotų autorių mintis galima teigti, kad lojalus darbuotojas – tai nuoširdžiai atsidavęs organizacijai ir įsitraukęs į jos veiklą darbuotojas, kuris savo tikslus tapatina su organizacijos tikslais. Tai rodo, kad pedagogo lojalumo koncepcija atskleidžia pedagogo ir jį samdančios švietimo organizacijos tarpusavio ryšius bei emocines sąsajas, o tokių darbuotojų nauda švietimo institucijai neišmatuojama – toks pedagogas padeda objektyviai vertinti organizacijos veiklos rezultatus, vertina vartotojų poreikius, kūrybingiau sprendžia problemas, visą save atiduoda darbui, jaučia stiprų ryšį su organizacija ir retai svarsto apie darbo santykių nutraukimą.
2. Straipsnyje pristatyti skirtingų autorių atliktų pedagogų lojalumo švietimo organizacijai tyrimų rezultatai atskleidžia, kad didžioji dalis tyrimuose dalyvavusių pedagogų (specialiojo ugdymo institucijų ir bendrojo lavinimo mokyklų pedagogai, profesijos mokytojai) teigiamai vertina švietimo institucijas, kuriose dirba ir yra lojalūs joms. Tai atskleidžia, kad lojalūs pedagogai didžiuojasi savo darbu, pasitiki švietimo institucija ir laiko save reikalingais šiai organizacijai, jie žino deklaruojamas vertybes bei tikslus, jiems pritaria bei prisideda prie jų įgyvendinimo, juos tenkina jų užimamos pareigos, o didžiausią darbo švietimo organizacijoje pasitenkinimą kelia šie aspektai: galimybė pritaikyti savo darbo metodus ir sugebėjimus, galimybė vadovauti mokiniams, bei organizuoti jų veiklą. Visgi, tyrimuose identifikuoti ir negatyvūs aspektai: dalis pedagogų ne taip pozityviai vertina švietimo organizaciją, kurioje jie dirba, o jiems labiau būdingas savimonės (asmeninis) identitetas, atitolinantis juos nuo kitų, taigi, ir nuo

organizacijos. Be to, daliai pedagogų yra būdingesni normatyvinis ir tęstinis lojalumas organizacijai, kas rodo, kad šie darbuotojai identifikuojasi su švietimo institucija tik dėl to, kad nenori keisti darbovietės dėl adaptacijos naujoje švietimo institucijoje baimės ar kaltės jausmo paliekant organizaciją.

Literatūra

1. MAČIULIS, D. Kaimo mokytojas tarpukario Lietuvoje: lojalus valdžiai ir autoritetas visuomenei. *Lituanistica* [interaktyvus]. 2005, 1, 1–24 [žiūrėta 2021-03-09]. Prieiga per: doi: https://etalpykla.lituanistikadb.lt/object/LT-LDB-0001:J.04~2005~1367152405184/J.04~2005~1367152405184.pdf.
2. *Grand Dictionaire Larousse de la Langue Frangaise* [interaktyvus]. 2005 [žiūrėta 2021-03-09]. Prieiga per: doi:https://www.cairn.info/revue-ela-2005-1-page-39.htm.
3. GRIGORIEVA, I. *Bendrojo ugdymo mokyklų pedagogų pasitenkinimas komunikacija ir organizacinis įsipareigojimas* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2021-03-09]. Prieiga per: https://www.vdu.lt/cris/bitstream/20.500.12259/115814/1/irina_grigorieva_md.pdf.
4. BUČIŪNIENĖ, I. Sėkmės veiksniai, lemiantys darbuotojų įsipareigojimą organizacijai. *Vadovo pasaulis*. 2006, 4.
5. GIRDAUSKIENĖ, L. Ar reikia kūrybinės organizacijos lyderiams ugdyti darbuotojų lojalumą? *Ekonomika ir vadyba*. 2007, 16, 743–752.
6. ALLEN, N. J., MEYER, J. P. The measurement and antecedents of affective, continuance and normative commitment to the organization. *Journal of Occupational Psychology*. 1990, 63(1), 1–18.
7. PUSKUNIGIENĖ, J. Jaunųjų pedagogų adaptavimo sistema mokykloje. *Master's Thesis* [interaktyvus]. 2012 [žiūrėta 2021-03-09]. Prieiga per: https://www.vdu.lt/cris/bitstream/20.500.12259/122772/1/jolita_puskunigiene_md.pdf.
8. VERŠINSKIENĖ, R. Lojalumo švietimo organizacijai veiksniai: profesijos mokytojų nuomonių tyrimas. *Jaunųjų mokslininkų darbai*. 2009, 4, 203–213.
9. VEČKIENĖ, N. P., BRUNEVIČIŪTĖ, R., BRAŽDŽIONYTĖ, J., PADAIGA, Ž. Creation the environment for learning to communicate in an intercultural team. *European Conference on Educational Research, University of Crete* [interaktyvus]. 2004, 22–29 [žiūrėta 2021-03-15]. Priega per: https://www.vdu.lt/cris/bitstream/20.500.12259/30877/1/ISSN2029-0470_2011_N_8_2.PG_113-134.pdf.
10. ŠMAUKŠTIENĖ, L. *Specialiojo ugdymo institucijų pedagogų požiūrio į organizacijos veiklą ir identifikavimosi su institucija raiška* [interaktyvus]. 2007 [žiūrėta 2021-03-09]. Prieiga per:

https://www.vdu.lt/cris/bitstream/20.500.12259/119551/1/letute_smauksti ene_md.pdf.
11. HARGREAVES, A. *Keičiasi mokytojai, keičiasi laikai*. Vilnius: Tyto alba, 1999.
12. RIŠKUTĖ V. Bendrojo lavinimo mokyklų pedagogų lojalumo organizacijai nustatymas. *Magistro darbas*. Šiauliai, 2011.

PERFEKCIONIZMAS: AR JIS GALI BŪTI SUPRANANTAMAS VIENAREIKŠMIŠKAI?

Urbonaitė K.[1], Bubnys R.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: perfekcionizmas, perfekcionizmo samprata.

1. Įvadas

Šiuolaikinėje visuomenėje aktualu ir prasminga nusistatyti realiai pasiekiamus ir įgyvendinamus tikslus bei uždavinius tiek savo profesinėje veikloje tiek asmeniniame. Kiekvienam iš mūsų aiškūs ir konkretūs tikslai padeda aiškiau suprasti ir įsivardinti, kokio rezultato tikimės bei ko konkrečiai norime pasiekti. Žinoma, tai reikalauja iš kiekvieno asmens nemažai asmeninių pastangų, apgalvojant uždavinių įgyvendinimo galimybes, sąlygas, išteklius ir kt. Pasitenkinimą gautu rezultatu, o ir patį šių tikslų siekimo pobūdį dažnai lemia individualios žmogaus savybės. Perfekcionizmas dažnai įvardinamas kaip vienas iš pagrindinių asmenybės bruožų, kuris lemia kaip žmogus vertina savo veiksmus ir pasiekimus, įgyvendinant numatytus tikslus [1]. Perfekcionizmo konstruktas yra apibrėžiamas skirtingai, atskleidžiant skirtingas šio reiškinio ypatybes ir turinį. Analizuojant perfekcionizmo reiškinį pastebima, kad ankstyvojoje mokslinėje literatūroje [2] perfekcionizmas nagrinėtas kaip vienmatis reiškinys, kuriuo būtų galima įvertinti perfekcionistinių tendencijų mąstą bei nerealistinius lūkesčius ir netinkamą prisitaikymą. Žvelgiant iš istorinės perspektyvos, iki 1990-ųjų daugiausia dėmesio skiriama į save nukreiptam perfekcionizmui [3, 4, 5]. Pastarųjų tyrėjų darbuose išryškėja bendros savybės charakterizuojant perfekcionistus, kurie kelia nerealiai aukštus tikslus ir jų siekia bet kokiomis priemonėmis, griežtai vertindami save pagal „viskas arba nieko“ mąstymo stilių, per daug apibendrindami nesėkmių patirtį.

Daugėjant perfekcionizmo tyrimų, pastebima ir kitokių nuomonių [3]. Vieniems perfekcionistinėmis savybėmis pasižymintys asmenys yra idealizuojamas pavyzdys, atrodo, jog šie asmenys atlieka viską tobulai, geba sėkmingai planuoti ir įgyvendinti veiklas, siekiant numatytų rezultatų. Kitiems tai – trukdanti ir sukelianti daug abejonių, galbūt net neigiamų asociacijų savybė. Taigi perfekcionizmą galima suvokti kaip asmens savybę,

tačiau perfekcionizmo kaip reiškinio samprata yra kur kas platesnė. Egzistuoja dvejopas perfekcionizmo kaip reiškinio aiškinimas, kuris gali būti siejamas su adaptyvaus ir neapdaptyvaus perfekcionizmo tipais bei jų charakteristikomis [6]. Adaptyvaus perfekcionizmo bruožais pasižymintis žmogus charakterizuojamas kaip keliantis sau aukštus standartus, tačiau nedvejojantis, kad poelgiai gali būti ir ne tokie tikslūs, suprantantis, kad tai gali priklausyti ir nuo situacijos. Adaptyvūs perfekcionistai vertina savo pasiekimus, taip pat suteikia sau lankstumo daryti nedideles klaidas. Gana dažnai, pernelyg savikritiškas elgesys, negebėjimas toleruoti netobulumo, šiurkštus savęs kritikavimas dėl mažų neatitikimų paveikia asmens bendrąją savijautą, jis tampa labiau pažeidžiamu bei sunkiau prisitaikantis prie esamų situacijos sąlygų, o tai jau būdinga neadaptyvaus perfekcionizmo tipui [6, 7]. Adaptyvaus ir neadaptyvaus perfekcionizmo ypatybių išskyrimą patvirtina gausūs šio reiškinio empiriniai tyrinėjimai [8, 9, 10, 11, 12], kurie padeda aiškiau suprasti perfekcionizmo reiškinį ir jo struktūrą [13]. Šiame straipsnyje detaliau nagrinėjama perfekcionizmo kaip daugiadimensinio reiškinio samprata, atskleidžiant dažniausiai mokslinėje literatūroje sutinkamus požiūrius, juos palyginant ir siekiant atsakyti į klausimą, ar galima vienareikšmiškai paaiškinti šį reiškinį.

Tikslas – išanalizuoti mokslinę literatūrą, atskleidžiant perfekcionizmo kaip daugiadimensinio reiškinio sampratas ir turinį.

2. Perfekcionizmo kaip daugiadimensinio reiškinio samprata

Analizuojant mokslinę literatūrą [14, 15, 16, 17], išryškėja dvi pozicijos, kuriomis remiantis aiškinamas ir tiriamas perfekcionizmas kaip reiškinys. Laikydamiesi pirmosios pozicijos tyrėjai perfekcionizmui apibrėžti pateikia apibūdinimą, kuris atspindi vieną konkretų požymį, paaiškinantį šį reiškinį. Dažniausiai perfekcionizmas aiškinamas ir suprantamas kaip:

- asmenybės bruožas ar savybė [14];
- aukštų standartų išsikėlimas, nusistatymas ir jų siekis [15];
- tobulumo siekis [16];
- gyvenimo stilius ar būdas [17].

Autoriai apibūdinantys perfekcionizmą kaip asmenybės bruožą ar savybę, sieja jį su asmens ypatybe, sąžiningai ir nuosekliai siekti užsibrėžtų standartų ar tikslų tiek gyvenime, tiek ir profesinėje savo veikloje [18]. Atstovaujantys šią poziciją mokslininkai pabrėžia, kad šie išsikelti tikslai dažnu atveju yra pernelyg idealizuoti ir realioje praktikoje sunkiai įgyvendinami [19]. Kiti mokslininkai teigia, kad tobulumo siekis dažnu atveju yra priverstinis, nulemtas noro ar pastangų įtikti ar patikti kitiems, pasireiškiantis dėl kitų pozicijos, aukštesnio statuso ar pareigų. Neretai šisnenumaldomas tobulumo siekio jausmas, kyla ir iš asmens vidinių paskatų, siekti pranašumo dėl patirtų išgyvenimų ar kitų aplinkybių [20].

Perfekcionizmas gali būti suvokiamas kaip funkcionavimo ar gyvenimo būdas [21], kuris atspindi polinkį būti ar pasirodyti esant tobulam. Gyvenimo stilius, santykyje su perfekcionizmo reiškiniu, dažniausiai nusako būdus, kuriais žmogus stengiasi pasiekti reikšmingumo ir priklausymo jausmą. Tai galima sieti su Adlerio teorija [22], teigiančia, kad pagrindinė žmogų motyvuojanti jėga yra poreikis jaustis reikšmingam, o kai žmogus patiria nuvertinimą, įgimta galia automatiškai skatina siekti pranašumo. Tobulumo siekimas yra pozityvus reiškinys žmogaus gyvenime, bet iki tos ribos, kol tikslai realūs ir nesiekiama „dieviškumo“ taško.

Vyrauja požiūris grindžiantis perfekcionizmo įvairiapusiškumą ir daugelis autorių (žr. 1 lentelę) analizuoja perfekcionizmą kaip daugiadimensinį reiškinį, apibendrinantį ankščiau išskirtas perfekcionizmo dimensijas. Perfekcionizmas kaip daugialypis reiškinys savo sampratoje talpina anksčiau išskirtų dimensijų komponentus, apima kelias dimensijas.

Pateiktoje 1 lentelėje matyti, kad Frost, Marten, Lahart, Rosenblate [18] vieni iš pirmųjų apibūdino perfekcionizmą kaip daugiamatį reiškinį, atspindintį neigiamą reakciją į klaidas, abejojimą dėl kokybės atlikties, aukštus asmeninius standartus, tėvų kritiškumo suvokimą, tėvų lūkesčius bei organizuotumą. Visi išvardinti požymiai buvo išskirti kuriant Frost daugiadimensinę perfekcionizmo skalę ir analizuojami kaip turintys daugiausiai įtakos perfekcionizmo raiškai. Neigiamos reakcijos į klaidas požymis apibūdinamas dideliu susirūpinimu dėl nesėkmės ir kitų žmonių neigiamo vertinimo baime. Abejonėms dėl sugebėjimų priskiriamos individo dvejonės dėl turimų įgūdžių ir sėkmingo užduoties įvykdymo. Aukštų asmeninių standartų požymis atspindi aukštų standartų nustatymą, siekį juos įgyvendinti ir savęs vertinimą, pagrįstą pasiekimais. Tėvų kritiškumo ir tėvų lūkesčių požymiai atspindi tėvų keliamus aukštus tikslus ir pernelyg didelį jų kraštutinumą. Organizuotumo požymis pabrėžia pernelyg didelę organizuotumo svarbą ir įtaką asmens perfekcionizmo reiškai. Stoeber [23] nuomone perfekcionizmas atspindi asmens charakteristikas, susidedančias iš perfekcionistinių nuostatų, tokių kaip rūpinimasis dėl klaidų, neigiamo socialinio vertinimo baimė, neatitikimas lūkesčiams bei neigiamos reakcijos į netobulumą. Autoriaus išskiria, kad perfekcionizmas taip pat priklauso ir nuo turimų asmeninių standartų. Amaral, Soares, Pereira, Bos, Marques, Valente, Nogueira, Azevedo ir Macedo [24] teigia, kad perfekcionizmą reiktų suvokti, kaip konstruktą, kuris susideda iš interpersonalinių ir tarpasmeninių dimensijų, kur tarpasmeninė dimensija atspindi emocijas ir elgesį nukreiptą į save, tuo tarpu tarpasmeninė dimensija apibūdina santykius su kitais. Santykiai su kitais ir į save nukreiptos emocijos grįstos tobulumo siekiu. [24]. Hewitt ir Flett [25] apibūdino perfekcionizmą, kaip sudėtingą konstrukciją, kuri savyje talpina, išsikeltus aukštus standartus, savęs nuvertinimą nesėkmės atveju, pernelyg akcentuojamus klaidingus poelgius, ne visada įvertinamus asmeninius pasiekimus bei ypatingas dėmesys skiriamas kryptingam tikslų siekimui.

Egan, Piek, Dyck ir Rees [26] perfekcionizmo kaip sudėtingo psichologinio konstrukto sampratą išskiria jį į teigiamą ir neigiamą komponentus. Negatyvus šio reiškinio aspektas siejamas su emociniais išgyvenimais, didinanančiais streso ir nerimo lygį, o teigiamas su pozityviomis emocijomis ir mažesniu streso lygiu.

1 lentelė

Perfekcionizmas kaip daugiamatis reiškinys

Autorius, metai	**Apibrėžimas**
Frost, R. O., Marten, P., Lahart, C., Rosenblate, R. (1990)	Perfekcionizmas – daugiamatė asmenybės nuostata, susidedanti iš neigiamos reakcijos į klaidas, abejojimo dėl kokybės atitikties aukštų asmeninių standartų, tėvų kritiškumo suvokimo, tėvų lūkesčių ir organizuotumo.
Hewitt, P., Flett, G. (1991)	Perfekcionizmas yra sudėtinga konstrukcija, kuriai būdingas nerealių asmeninių standartų nustatymas, savęs nuvertinimas jei šie standartai nėra tenkinami, didelis dėmesys klaidoms, abejonės svarstant asmeninius pasiekimus, bei ypatingas dėmesys skiriamas kryptingam tikslo siekimui.
Egan, S. J., Piek, J. P., Dyck, M. J., Rees, C. S. (2007)	Perfekcionizmas – sudėtingas psichologinis darinys, kuris gali būti suprantamas iš skirtingų perspektyvų. Viena iš perspektyvų, kad perfekcionizmas gali būti teigiamas, siekiant aukštų standartų, nevertinant savo poelgių kritiškai, tuo tarpu neigiamas perfekcionizmas suvokiamas kaip negailestingas savo elgesio vertinimas, kuris gali sukelti emocinius išgyvenimus.
Stoeber, J. (2012)	Perfekcionizmas – daugialypė asmens charakteristika susidedanti iš perfekcionistinių nuostatų ir asmeninių standartų.
Amaral, A. P. M., Soares, M. J., Pereira, A. T., Bos, S. C., Marques, M., Valente, J., Nogueira, V., Azevedo, M. H., Macedo, A. (2013)	Perfekcionizmas – daugiadimensinis konstruktas su interpersonalinėmis ir tarpasmeninėmis dimensijomis, kur interpersanaliniai ryšiai nukreipti į save, tuo tarpu tarpasmeninė dimensija grįsta santykiais su kitais.
Gnilka, P. B., Broda, M. D. ir *Spit for Science Working Group* (2019)	Perfekcionizmas yra daugiamatė asmenybės kontrukcija, kuri dalija reiškinį į dvi dimensijas: perfekcionistinius rūpesčius (savikritiškumą atlikimo atžvilgiu) ir perfekcionistinius siekius (aukštų atlikimo standartų nustatymas).
Flett, G. L., Hewitt, P. L. (2020)	Perfekcionizmas – daugiadimensinis reiškinys apibūdinamas trejomis dimensijomis: į save orientuotas perfekcionizmas, į kitus orientuotas perfekcionizmas ir socialiai priskirtas perfekcionizmas.

Autoriai [27] taip pat išskiria du komponentus apibūdinančius perfekcionizmą, pirmasis apimantis perfekcionistinius rūpesčius, sąlygojamą savikritiškumą atliekamų veiksmų atžvilgiu bei antrąjam priskirimi perfekcionistiniai siekiai, apimantys aukštus reikalavimus keliamus sau. Flet ir Hewitt [28] nuomone perfekcionizmo daugiadimensiškumas pagrindžiamas trijomis dimensijomis: į save orientuotas, į kitus ir socialiai priskirtas perfekcionimas. Į save orientuotas perfekcionizmas atspindi polinkį nusistatyti aukštus arba sunkiai įgyvendinamus asmeninius standartus bei siekius. Į kitus

orientuotas perfekcionizmas būdingas asmenims, kurie turi didelių lūkesčių tiems, kurie gyvena jų socialinėje aplinkoje. Socialiai priskirtas perfekcionizmas yra susijęs su suvokiamu aplinkos poveikiu. Asmenys, kuriems būdingas socialiai priskirtas perfekcionizmas, suvokia kitų spaudimą laikytis pernelyg aukštų standartų siekimo [16].

Šiame kontekste išryškėja trys pagrindiniai perfekcionistinių asmenybių tipai, pasižymintys išskirtinėmis savybėmis:

1. Socialiai priskirtino tipo asmenys yra labai savikritiški ir susieti su savo socialiniu vaidmeniu ar pareigomis, kurias atlieka. Jie jaučia didžiulį spaudimą būti geriausiais ir jaudinasi, kad kiti juos nuvertins ar nepriims [16]. Suvokiami išoriniai standartai, kurie gali atsirasti dėl šeimos, darbo kultūros, visuomenės ir kt. gali sukelti nerimą ir žemą pasitikėjimą savimi.
2. Į kitus orientuoti perfekcionistai laikosi aukštų standartų, gali būti labai kritiški ir teisiantys bei vertinantys kitus ir jų veiklą [29]. Šiomis sąlygomis sunku užmegzti bei palaikyti darbinius santykius, o tai yra viena iš priežasčių, kodėl šis tipas nėra priimtinas, o kartais net žalingas organizacijai.
3. Į save orientuoti perfekcionistai yra organizuoti ir sąžiningi. Jie kelia sau aukštus gyvenimo ir karjeros standartus [30].

Didelis į save orientuotas perfekcionizmas paprastai siejamas su „adaptyviausiais“ bruožais, susijusiais su didesniu produktyvumu ir sėkme, įskaitant išradingumą ir tvirtumą. Jiems būdingos teigiamos emocijos ir aukštas motyvacijos lygis. Dažnai egzistuoja ir kelių tipų derinys, kuomet priklausomai nuo situacijos gali būti būdingos vieno ar kito tipo bruožai ar savybės.

Siekiant apibendrinti perfekcionizmo kaip daugiadimensinio reiškinio sampratos turinį parengtas perfekcionizmo sampratos žemėlapis, kuris iliustruoja sąsajas su anksčiau iškirstomis perfekcionizmo dimensijomis, siekiant pagrįsti reiškinio įvairiapusiškumą (žr. 1 pav.).

Apibendrinant galima teigti, jog perfekcionizmas gali būti tyrinėjamas kaip vienmatis reiškinys, aiškinant jį kaip asmenybei būdingų bruožų ar savybių rinkinį. Ši dimensija žemėlapyje pažymima centre, pažymint tai, jog tai dažniausiai tyrėjų pasirenkamas požiūrio taškas. Kita dimensija susijusi su asmens gyvenimo būdu, siekiant tobulumo ir laikantis principo „viskas arba nieko“. Pastaroji dimensija tiesiogiai susijusi ir su kitomis žemėlapyje pažymėtomis dimensijomis siejamomis su perfekcionistinio elgesio apraiškomis: aukštų standartų ir tobulumo siekiu. Siekiant susieti dimensijas ir atskleisti jų panašumus atitinkami požymiai, pavaizduoti ant vertikalios ir horizontalios ašies.

Atskiri požymiai sudaro sąlygas susieti skirtingas dimensijas per juos vienijančius požymius, pavaizduotus vertikalioje ir horizontalioje ašyse, pavyzdžiui asmenybės nusiteikimas, priskiriamas gyvenimo būdo dimensijai, kurioje perfekcionizmas apibūdinamas kaip asmenybės nusiteikimas ir įsipareigojimas siekti standartų, o tai betarpiškai siejasi ir su aukštų, kartais

nerealių ir neatitinkančių galimybių standartų išsikėlimo / nusistatymo dimensija.

1 pav. Perfekcionizmo sampratos žemėlapis

pagrindinė sampratos dimensija, išskirta atlikus mokslinės literatūros analizę; apibendrinančioji sampratos dimensija;

požymiai, atspindintys reikšminius žodžių junginius, priklausančius dimensijoms;

požymiai, atspindintys išskirtinius autorių požiūrius, pagal turinį priskirtus dimensijoms.

Kraštutinis sąžiningumas šiuo atveju gali būti įvardinamas kaip asmenybės savybė, aktuali ir reikšminga siekiant tobulumo. Dažnu atveju pastaroji savybė taip pat yra integruojama kaip daugiadimensinio perfekcionizmo sudedamoji dalis.

Perfekcionizmo sampratos žemėlapis, kurį sudaro esminiai raktiniai žodžiai, sudaro sąlygas perfekcionizmą suprasti kaip daugiadimensinį konstruktą ir atveria galimybę aiškiau suprasti skirtingus turinio elementus.

3. Išvados

1. Tiriant perfekcionizmo reiškinį moksliniuose darbuose egzistuoja įvairūs požiūriai ir vertinimo prieigos. Analizuojant perfekcionizmą kaip vienmatį reiškinį dominuoja keturios pagrindinės šio reiškinio dimensijos: aukštų standartų nusistatymo ir siekimo procesas, tobulumo siekis, gyvenimo

būdas bei asmenybės būdo bruožas / savybė. Pastaroji dimensija dominuojanti perfekcionizmo tyrėjų darbuose.

2. Pataruoju metu perfekcionizmo kaip daugiadimensinio reiškinio konceptas yra dominuojantis. Toks perfekcionizmo sampratos turinio aiškinimas, ieškant skirtingų šio reiškinio dedamųjų, kurios tyrimuose dažnai analizuotos tik iš vieno požiūrio taško sudaro sąlygas įvairiapusiškai įvertinti ir analizuoti šį reiškinį. Autoriai pagrindžia perfekcionizmo daugidimensiškumą išskirdami jo tipus ir požymius. Viena iš tipologijų skirstant perfekcionizmą į save orientuotą, kuriam būdingas auštų tikslų ir tobulumo siekis nukreiptas į save, į kitus orientuoti dideli lūkesčiai bei socialiai priskirtas ir kitų diktuojamas nepriekaištingumo troškimas. Egzistuoja ir adaptyvus (teigiamas) bei neapdatyvus (neigiamas) perfekcionizmo skirstymas, tiek adaptyvūs tiek neadaptūvus asmenys siekia aukštų standartų, tačiau adaptyvūs perfekcionistai yra lankstesni ir ne taip kritiškai vertina savo poelgius lyginant su neadaptyviais perfekcionistais. Vienas iš plačiausiai šiomis dienomis naudojamų autorių požiūrių išskiriantis perfekcionizmo požymius (neigiamos reakcija į klaidas, abejojimas dėl kokybės atitikties aukšti asmeniniai standartai, tėvų kritiškumo suvokimas, tėvų lūkesčiai ir organizuotumas.), leidžiančius iš skirtingų perspektyvų įvertinti daugiadimensinio reiškinio svarbą ir raišką.
3. Skirtingos perfekcionizmo dimensijos viena kitą papildančios ir tarpusavyje integruotos pagrindžia reiškinio daugiadimensiškumą ir leidžia teigti, kad perfekcionizmas negali būti suprantamas vienareikšmiškai, tačiau prieiga kaip jis galėtų būti aiškinamas priklauso nuo tyrėjų pasirinkimo ir konkrečios teorinės pozicijos, kurią jis pasirenka.
4. Perspektyvoje, siekiant analizuoti perfekcionizmo apraiškas organizacijos vadybos kontekste, aktualu šį reiškinį nagrinėti laikantis daugiadimensinio požiūrio, kuris sudaro galimybes išsamiau paaiškinti skirtingų požymių poveikį organizacijos veiklos efektyvumui.

Literatūra

1. KONTRIMIENĖ, S. *Studentų adaptyvaus ir neadaptyvaus perfekcionizmo ir patirto auklėjimo stilių ryšys*. Acta Paedagogica Vilnensia, 2014, 33, 96–115.
2. TERRY-SHORT, L. A. ir kt. *Positive and Negative Perfectionism. Personality and Individual Differences*. 1995, 18, 663–668.
3. BURNS, D. D. The perfectionist's script for self-defeat. *Psychology Today*. 1980, 14(6), 34–52.
4. ELLIS, A. *Reason and Emotion in Psychotherapy*. 1962.
5. PACHT, A. R. Reflections on perfection. *American Psychologist*. 1984, 39(4), 386.
6. GANSKE, K. H., ASHBY, J. S. Perfectionism and career decision making self-efficacy. *Journal of Employment Counseling*. 2007, 44(1), 17–28.

7. SOMMERFELD, E. MALEK, S. Perfectionism moderates the relationship between thwarted belongingness and perceived burdensomeness and suicide ideation in adolescents. *Psychiatric Quarterly*. 2019, 90(4), 671–681.
8. KUNG, C. S., CHAN, C. K. Differential roles of positive and negative perfectionism in predicting occupational eustress and distress. *Personality and Individual Differences.* 2014, 58, 76–81.
9. KANTEN, P., YESILTAS, M. The effects of positive and negative perfectionism on work engagement, psychological well-being and emotional exhaustion. *Procedia Economics and Finance*. 2015, 23, 1367–1375.
10. RICE, K. G., PREUSSER, K. J. The adaptive / maladaptive perfectionism scale. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*. 2002, 34(4), 210–222.
11. ULU, I. P., TEZER, E. Adaptive and maladaptive perfectionism, adult attachment, and big five personality traits. *The Journal of Psychology.* 2010, 144(4), 327–340.
12. WANG, H., LI, J. Positive perfectionism, negative perfectionism, and emotional eating: The mediating role of stress. *Eating behaviors*. 2017, 26, 45–49.
13. FLAMARIQUE, I. ir kt. Comparison of perfectionism dimensions in adolescents with anorexia nervosa or obsessive-compulsive disorder. *Journal of the Canadian Academy of Child and Adolescent Psychiatry.* 2019, 28(2), 45.
14. ROZENTAL, *A.* Beyond perfect? A case illustration of working with perfectionism using cognitive behavior therapy. *Journal of Clinical Psychology*. 2020, 76(11), 2041–2054.
15. AFFRUNTI, N. W., WOODRUFF-BORDEN, J. The roles of anxious rearing, negative affect, and effortful control in a model of risk for child perfectionism. *Journal of Child and Family Studies*. 2017, 26(9), 2547–2555.
16. GUIGNARD, J. H., JACQUET, A. Y., LUBART, T. I. Perfectionism and anxiety: A paradox in intellectual giftedness? *PloS one.* 2012, 7(7), e41043.
17. SADOUGHI, M. The relationship between personality traits, perfectionism and job burnout: The case of Iranian high-school teachers. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development.* 2017, 6(1), 64–77.
18. BESHARAT, M. A. Development and validation of Tehran multidimensional perfectionism scale. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2011, 30, 79–83.
19. BUTT, F. M. The role of perfectionism in psychological health: A study of adolescents in Pakistan. *Europe's Journal of Psychology*. 2010, 6(4), 125–147.
20. MOLNAR, D. S., SIROIS, F. M., FLETT, G. L., JANSSEN, W. F.,

HEWITT, P. L. *Perfectionism and Health: The Roles of Health Behaviors and Stress-Related Processes*. 2018.
21. STOLTZ, K., ASHBY, J. S. Perfectionism and lifestyle: Personality differences among adaptive perfectionists, maladaptive perfectionists, and nonperfectionists. *Journal of Individual Psychology*. 2007, 63(4).
22. ADLER, A., ANSBACHER, H. L., & ANSBACHER, R. R. *The Individual Psychology of Alfred Adler.* 1964, 1154.
23. STOEBER, J. The 2×2 model of perfectionism: A critical comment and some suggestions. *Personality and Individual Differences*. 2012, 53(5), 541–545.
24. AMARAL, A. P. M., SOARES, M. J., PEREIRA, A. T., BOS, S. C., MARQUES, M., VALENTE, J., NOGUEIRA V., AZEVEDO M. H., MACEDO, A. Frost multidimensional perfectionism scale: The Portuguese version. *Archives of Clinical Psychiatry (São Paulo).* 2013, 40(4), 144–149.
25. HEWITT, P. L., FLETT, G. L. Perfectionism in the self and social contexts: Conceptualization, assessment, and association with psychopathology. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1991, 60(3), 456.
26. EGAN, S. J., PIEK, J. P., DYCK, M. J., REES, C. S. The role of dichotomous thinking and rigidity in perfectionism. *Behaviour Research and Therapy*. 2007, 45(8), 1813–1822.
27. GNILKA, P. B., BRODA, M. D., SPIT FOR SCIENCE WORKING GROUP. Multidimensional perfectionism, depression, and anxiety: Tests of a social support mediation model. *Personality and Individual Differences.* 2019, 139, 295–300.
28. FLETT, G. L., HEWITT, P. L. Reflections on three decades of research on multidimensional perfectionism: An introduction to the special issue on further advances in the assessment of perfectionism. *Journal of Psychoeducational Assessment*. 2020, 38(1), 3–14.
29. MAGSON, N. R., OAR, E. L., FARDOULY, J., JOHNCO, C. J., RAPEE, R. M. The preteen perfectionist: an evaluation of the perfectionism social disconnection model. *Child Psychiatry & Human Development.* 2019, 50(6), 960–974.
30. ROSS, R. Managing perfectionism in the workplace. *Employment Relations Today*. 2012, 39(3), 1–6.

NEMOKUMO (BANKROTO) ADMINISTRATORIŲ KOMPETENCIJŲ PORTFELIS

Vaitkevičiūtė V.[1], Repečkienė A.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: nemokumo administratorius, kompetencijos, kompetencijų portfelis, gebėjimai, kvalifikacija.

1. Įvadas

Šiandieniniame besikeičiančiame rinkos ekonomikos pasaulyje nemokumas yra neišvengiamas reiškinys. Nemokumo procedūras atlieka, jas koordinuoja bei valdo nemokumo administratoriai. Nemokumo administratorių veikloje reikalingos ne tik profesinės žinios ir atitikimas kvalifikaciniams reikalavimams, bet ir kitos kompetencijos. Pirmoje straipsnio dalyje analizuojami nemokumo administratoriams keliami kvalifikaciniai reikalavimai, kuriuos reguliuoja Lietuvos Respublikos teisės aktų nuostatos. Antroje dalyje analizuojama nemokumo administratorių veiklos specifika, pristatant nemokumo administratoriaus funkcijas, apimančias ūkinę – komercinę, administravimo, teisinę, vadybinę, finansinę ir kitas sritis. Trečioje dalyje analizuojama vadybinių gebėjimų svarba nemokumo administratoriaus veikloje.

Tikslas – išnagrinėti nemokumo administratorių kompetencijų portfelį.

Tyrimų metodas – mokslinės literatūros analizė.

2. Nemokumo administratorių kvalifikaciniai reikalavimai

Lietuvos Respublikoje nemokumo administratoriais turi teisę dirbti fiziniai ir juridiniai nemokumo administratoriai. Būtina apžvelgti ir palyginti kokie kvalifikaciniai reikalavimai yra keliami fiziniams ir juridiniams asmenims, siekiantiems įgyti teisę teikti nemokumo administravimo paslaugas. Nemokumo administratorių kvalifikaciniai reikalavimai yra apibrėžti teisės aktuose – Lietuvos Respublikos juridinių asmenų įstatyme. Vadovaujantis šiuo įstatymu, reikalavimai, kuriuos privalo atitikti ar įgyvendinti kiekvienas fizinis

ir juridinis asmuo, pretenduojantis įgyti teisę teikti nemokumo paslaugas yra pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė

Reikalavimų fiziniams ir juridiniams asmenims palyginimas [1]

<table>
<tr><th>Reikalavimai fiziniams asmenims</th><th>Reikalavimai juridiniams asmenims</th></tr>
<tr><td>Nepriekaištingos reputacijos</td><td>Nepriekaištingos reputacijos</td></tr>
<tr><td>Turi ne žemesnį kaip magistro kvalifikacinį laipsnį arba jam lygiavertę aukštojo mokslo kvalifikaciją</td><td>Yra juridinis asmuo</td></tr>
<tr><td>Turi ne trumpesnę kaip 2 metų nemokumo administratoriaus padėjėjo darbo patirtį per paskutinius 3 metus arba yra pripažintas advokatu ar paskirtas antstoliu, arba turi ne trumpesnę kaip 5 metų įmonės vadovo darbo patirtį per paskutinius 7 metus</td><td rowspan="2">Turi vadovą, įgijusį teisę administruoti nemokumo procesus Lietuvos Respublikoje, arba, kai pagal atitinkamos teisinės formos juridinius asmenis reglamentuojančius teisės aktus juridinis asmuo neprivalo turėti darbuotojų, dalyvį, įgijusį teisę administruoti nemokumo procesus Lietuvos Respublikoje</td></tr>
<tr><td>Yra išlaikęs nemokumo administratorių kvalifikacinius egzaminus per ne ilgesnį kaip 3 metų laikotarpį nuo pirmo kvalifikacinio egzamino išlaikymo dienos</td></tr>
</table>

Taigi, iš 1 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad nėra esminių skirtumų reikalavimams fiziniams ir juridiniams asmenims, norintiems įgyti teisę administruoti nemokumo procesus. Pažymėtina, kad abiem subjektams reikalavimas būti nepriekaištingos reputacijos – yra prioritetinis asmenims, siekiantiems teikti administravimo paslaugas.

Subjektas, kuris atitinka aukščiau išvardintus reikalavimus, privalo išlaikyti kvalifikacinius egzaminus ir profesinio tinkamumo testus. Kvalifikacinių egzaminų klausimynas ir profesinio tinkamumo testas reikalauja iš kandidato specifinių žinių. Norint tapti nemokumo administravimo specialistu, būtina buhalterinės apskaitos patirtis, fundamentalios teisinės žinios ir gebėjimas jas pritaikyti nemokumo procese. Nemokumo administratoriams būtinos kompleksinės vadybos, informatikos, ekonomikos žinios. Teigtina, kad nemokumo administratoriams keliami reikalavimai yra panašūs į reikalavimus, keliamus kitiems aukščiausios kvalifikacijos subjektams – advokatams, teisėjams, antstoliams, notarams ir kt.

Apžvelgus kvalifikacinius reikalavimus, tikslinga išnagrinėti kiek asmenų vidutiniškai per pastaruosius 5 metus išlaikė egzaminus ir įgijo teisę administruoti nemokumo procesus (žr. 1 pav.) [2].

Analizuojant duomenis, matyti, kad 2015 m. teisę teikti įmonių bankroto administravimo paslaugas fizinių asmenų įgijo 76,9 procentais, juridinių asmenų – 87,4 procentais daugiau nei 2016 m. Pažymėtina, kad 2015

m. sparčiai išaugo naujų juridinių asmenų, kuriems buvo suteikta teisė administruoti nemokumo procesus.

1 pav. 2015–2020 m. suteikta teisė administruoti nemokumo procesus naujiems asmenims [2]

Darytina prielaida, kad aktyvų juridinių asmenų siekimą įgyti teisę administruoti nemokumo procesus 2015 m. lėmė taisyklių, kurių pagrindu veikia bankroto administratorių atrankos kompiuterinė programa, spragos skaičiuojant administratorių krūvius. Ištaisius taisyklių trūkumus, kaip matyti iš 1 paveikslo, 2017–2020 m. situacija normalizavosi [2].

Remiantis Audito, apskaitos, turto vertinimo ir nemokumo valdymo tarnybos duomenimis [3], 2020 m. pabaigoje turėjo teisę administruoti nemokumo procesus 424 fiziniai asmenys ir 287 juridiniai asmenys (žr. 2 pav.).

Apžvelgus keliamus kvalifikacinius reikalavimus asmenims, norintiems įgyti administruoti nemokumo procesus, tikslinga apžvelgti dirbančių subjektų kvalifikacinius tobulinimosi reikalavimus.

Administratorius kvalifikaciją tobulina dvejopai, kaip klausytojas, dalyvaudamas mokymuose, kursuose, seminaruose, konferencijose ar kaip pranešėjas, skaitydamas paskaitas renginiuose [3]. Kvalifikacijos tobulinimo tvarkos apraše apibrėžta, kad nemokumo administratoriai privalo tobulinti kvalifikaciją, dalyvaujant kvalifikacijos tobulinimo renginiuose nemokumo administratorių atestavimo programos temomis ne mažiau kaip 24 akademines valandas per kalendorinius metus [3]. Tai leidžia nustatyti vienodus nemokumo administratorių rengimo, veiklos ir tobulinimo kriterijus, būtinus jų profesinėje veikloje.

Audito, apskaitos, turto vertinimo ir nemokumo tarnyba organizuoja mokymus, kursus, diskusines grupes, seminarus nemokumo rinkos dalyviams aktualiais klausimais: finansiniais, baudžiamosios, civilinės, administracinės atsakomybės teisės, mokesčių aktualijų, teismų praktikos ir kt. klausimais.

2 pav. Nemokumo administratorių skaičiaus kaita 2016–2020 m. [3]

Nemokumo administratorių mokymai skirti administratorių profesinėms žinioms plėsti ir įgūdžiams formuoti, siekiant analizuoti nemokumo reguliavimo pokyčius, tarpinstitucinio bendradarbiavimo poreikius (VMI, SODRA, FNNT ir kt.). Kiekvienas nemokumo administratorius dalyvavęs mokymuose, kursuose ar seminaruose privalo pateikti administratoriaus nuolatinio kvalifikacijos tobulinimo ataskaitą priežiūros tarnybai. Tarnyba savo veiklos ataskaitose analizuoja, vertina, skiria nuobaudas už reikalavimų nevykdymą kvalifikacijos kėlimo srityje. Remiantis Audito, apskaitos, turto vertinimo ir nemokumo valdymo tarnybos atlikto nemokumo administratorių kvalifikacijos kėlimo analize, nustatyta, kad 2019 m. 27 bankroto administratoriai kvalifikaciją kėlė nepakankamai, o 118 bankroto administratorių nepateikė duomenų apie kvalifikacijos kėlimą. Atitinkamai 2018 m. 157 administratoriai pažeidė teisės aktų, reglamentuojančių administratorių kvalifikacijos tobulinimą, nuostatas. Už nepakankamai tobulintą kvalifikaciją 2018 m. skirtos nuobaudos 14 nemokumo administratoriams [4]. Įvertinant galima teigti, kad nemokumo administratoriams vis dar trūksta sąmoningumo, atsakingo požiūrio į kvalifikacijos kėlimą bei savo žinių gilinimą. Galima manyti, kad administratorių nenorą dalyvauti mokymuose gali lemti asmeninių lėšų skyrimas, apmokant seminarus.

3. Nemokumo administratorių veiklos specifika

Kavalnė teigia, kad bankrutuojančios įmonės administratorius – tai teismo paskirtas fizinis ar juridinis asmuo, įstatymo nustatyta tvarka valdantis, naudojantis bankrutuojančios įmonės turtą, bankuose esamas lėšas ir jomis disponuojantis, privalantis užtikrinti bankrutuojančios įmonės turto apsaugą, vadovaujantis įmonės ūkinei ir komercinei veiklai, privalantis ginti visų kreditorių ir bankrutuojančios įmonės interesus, organizuojantis ir vykdantis visus būtinus bankroto procedūros darbus [5]. Sprendimą dėl nemokumo administratoriaus skyrimo bankroto byloje priima teismas, naudojant kompiuterizuotą atrankos programą, kuri yra integruota Audito, vertinimo ir nemokumo informacinės sistemos dalis. Teismas nutartimi iškelti bankroto bylą kartu paskiria ir nemokumo administratorių. Teismo paskirtas administratorius tampa bankrutuojančios įmonės vadovu, perimdamas visas funkcijas, taip pat ir ūkinę – komercinę veiklą. Nemokumo administratorius yra vienintelis įmonės skolininkės interesų atstovas bankroto procese. Nemokumo administratoriaus veiklos schema pateikta 3 paveiksle.

3 pav. Veiklos schema [sudaryta darbo autoriaus]

Apžvelgus nemokumo administratorių veiklą matyti, kad tai sudėtingas ir atsakingas procesas, reikalaujantis ne tik profesinių ar specialių kompetencijų vykdant bankroto procedūras, bet ir planavimo, organizavimo, situacijos valdymo, įvairiapusiško komunikavimo gebėjimų. Nemokumo administratorius turi mokėti sukurti ir palaikyti santykius, keistis informacija, prisitaikyti prie įvairaus charakterio žmonių. Teigtina, jog administratoriaus veikloje yra svarbi santykių (bendravimo) kompetencija. Nemokumo administratorius viso proceso metu turi įvertinti rizikas, grėsmes, gebėti būti apdairus, kritiškas, įžvelgti proceso šalių siekius ir juos identifikuoti ir veikti tokiu būdu, kuris labiausiai atitiktų tiek bankrutuojančios įmonės, tiek kreditorių kaip visumos naudą [6]. Pažymėtina, kad nemokumo administratorius bankroto proceso metu atstovauja keliems subjektams, skolininko ir kreditoriaus.

Atstovaujant dviem priešingoms pusėms, proceso metu nemokumo administratoriui tenka labai svarbus vaidmuo kaip skolininko atstovo ir kreditoriaus gynėjo, kaip mediatoriaus.

4. Vadybinių gebėjimų svarba nemokumo administratorių veikloje

Išanalizavus nemokumo administratorių keliamus kvalifikacinius reikalavimus, veiklos specifiką, tikslinga išskirti vadybinės kompetencijos svarbą nemokumo administravimo veikloje. Nemokumo administratoriams būdingos vadovams priskiriamos kompetencijos. Vadovavimo gebėjimai kaip komandos formavimas, pokyčių valdymas, konsultavimas, sprendimų priėmimas ir derybų vedimas yra būdingi nemokumo administratorių veikloje. Perimdamas bankrutuojančios įmonės valdymą, nemokumo administratorius laikinai tampa šios įmonės vadovu. Siekiant sėkmingo nemokumo administravimo proceso veiklos valdymo, administratoriui reikalinga organizacinė kompetencija. Tai mokėjimas organizuoti, planuoti, gebėti kaupti, sisteminti ir analizuoti turimus duomenis ir reikšmingas aplinkybes savo veikloje. Administratorius iš esmės vykdo funkciją, kuri užtikrina nepriekaištingą bankroto proceso veikimą esamojoje aplinkoje. Kad veiksmas vyktų sklandžiai, reikalinga ir konceptualioji kompetencija, kuri apima sisteminį mąstymą, gebėjimą modeliuoti situaciją, pasitelkiant įvairias žinias ir aiškų nemokumo proceso suvokimą.

Administratoriaus veikloje yra būtina ir socialinė kompetencija. Tai siejama su sklandžiu komunikavimu, aktyviu veikimu, pakantumu konfliktinėms situacijomis, savireguliavimu, savikontrole bei pasitikėjimu savimi. Gebėjimas komunikuoti padeda išvengti konfliktų, taikiai išspręsti ginčus ar nesutarimus tarp šalių.

Gebėjimas valdyti iškylančias problemas, išlaikyti profesinius, etiškumo standartus, kurie yra griežtai apibrėžti Nemokumo administratorių elgesio kodekse, parodo nemokumumo administratoriaus profesionalų požiūrį į savo veiklą. Lietuvos Aukščiausiojo Teismo teisėjų kolegija civilinės bylos

nutartyje išaiškino, jog bankroto administratorius yra savo srities profesionalas, kuriam teisės aktais nustatyti specialieji kvalifikaciniai reikalavimai, taikomi aukštesni veiklos bei atsakomybės standartai, jį saisto specialiosios etikos taisyklės ir bendrieji teisės principai [7].

Dabartinėje teorijoje ir praktikoje bankroto administravimas – tai skirtingų sektorių atstovų dialogas, bendradarbiavimas, siekiant viešosios vertės rezultatų būtinybės: įmonių bankroto procesuose neišvengiamas daugiakryptis bendradarbiavimas tarp teismo, verslo atstovų, valstybės institucijų, interesų grupių – kreditorių. Šiuo atveju nemokumo administratorius atlieka tam tikro tinklaveikos koordinatoriaus, informacijos laidininko vaidmenį [8].

Apibendrinant galima teigti, jog nemokumo administratorių veikloje svarbios yra ne tik profesinės žinios, įgyta patirtis, bet ir vadybiniai gebėjimai – atsakomybės jutimas už teisišką sprendimų priėmimą, darbo rezultatus, situacijos, konfliktų valdymą, komunikavimą su įvairiomis institucijomis, atstovavimą dviem priešingoms interesų grupėms – bankrutuojančios įmonės ir kreditorių – interesams. Nemokumo administratorius, atstovaudamas minėtas interesų grupes turi veikti itin sąžiningai, rūpestingai, atidžiai ir kvalifikuotai tam, kad bankroto procedūros būtų naudingos kreditoriams ir skolininkui (bankrutuojančiai įmonei).

5. Išvados

1. Efektyvų nemokumo procesą sąlygoja ne tik konkretus ir aiškus šio proceso reglamentavimas įstatymo nustatyta tvarka, bet ir nemokumo administratorių kvalifikacija ir kompetencija. Atsižvelgiant į darbo specifiką, kvalifikacijos kėlimo, mokymosi bei tobulinimosi sistemos ypatumus, tikslinga skatinti ir savarankišką, sąmoningą nemokumo administratorių mokymąsi.
2. Nemokumo administratoriams organizuojami mokymai turėtų apimti tokias sritis kaip vadyba, psichologija, sociologija ir kt. Tai leistų vystyti(-s) nemokumo administratorių kompetencijas tokias kaip strategines, komunikacines, organizacines, socialines, kurios ypatingai reikalingos efektyviam darbui ir nemokumo procesų valdymui.

Literatūra

1. *Lietuvos Respublikos juridinių asmenų įstatymas* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2021-02-15]. Prieiga per: https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/56df69a293fa11e9aab6d8dd69c6da66
2. *Audito, apskaitos, turto vertinimo ir nemokumo valdymo tarnybos 2017 m. veiklos ataskaita* [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2021-03-10]. Prieiga per: https://avnt.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/nemokumas-1/nemokumo-administratoriu-prieziura/prieziuros-ataskaitos.

3. *Audito, apskaitos, turto vertinimo ir nemokumo valdymo tarnybos prie Lietuvos Respublikos finansų ministerijos direktoriaus įsakymas* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2021-03-10]. Prieiga per: https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/e55852922b4511ea8f0dfdc2b5879561.
4. *Audito, apskaitos, turto vertinimo ir nemokumo valdymo tarnybos 2020 m. veiklos ataskaita* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: https://avnt.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/nemokumas-1/nemokumo-administratoriu-prieziura/prieziuros-ataskaitos.
5. KAVALNĖ, S., MIKUCKIENĖ, V., NORKUS, R., VELIČKA, R. *Bankroto teisė*. Pirmoji knyga. Vilnius: Justitia, 2009. ISBN 9789955616481.
6. FRIEDEN, M., WIELENBERG, S. Insolvency administrators incentives and the tradeoff between creditor satisfaction and efficiency in bankruptcy procedures. *Business Research* [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2021-03-24]. Prieiga per: https://link.springer.com/article/10.1007/s40685-017-0047-x.
7. *Lietuvos aukščiausiojo teismo 2014 m. gruodžio 30 d. nutartis civilinėje byloje Nr. 3K-3-605/2014* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2021-04-10]. Prieiga per: https://eteismai.lt/byla/130114893193678/3K-3-653-695/2015.
8. RAIPA, A., MOGENYTĖ, V. Bankroto administratorių profesinė veikla: motyvacijų aspektai. *Viešasis administravimas* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2021-03-24]. Prieiga per: https://etalpykla.lituanistikadb.lt/object/LT-LDB-0001:J.04~2019~1578899412915/J.04~2019~1578899412915.pdf.

TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO AKTUALIJOS

ORGANIZACINĖS KULTŪROS SAMPRATA IR JOS TYRINĖJIMŲ TEORINĖS ĮŽVALGOS

Vareikienė I.[1], Bubnys R.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: organizacinė kultūra, organizacija, tyrinėjimo metodai.

1. Įvadas

Greitai besikeičianti aplinka ir joje vykstantys pokyčiai skatina organizacijas ieškoti sprendimų, kaip išlaikyti konkurencingumą ir pasiekti norimų veiklos rezultatų. Dažni pokyčiai lemia organizacijos struktūrinius ir technologinius pasikeitimus, todėl dėmesys koncentruojamas į valdžios, struktūros ir kitas įvairias procedūras. Siekiant, kad organizacija taptų sėkminga ir stipri, reikia kurti tokią aplinką, kurioje vyrautų visiems nariams bendros vertybės ir nuostatos, padedančios kurti įkvepiančią atmosferą, užsitikrinti darbuotojų lojalumą ir sėkmingą komandinį darbą.

Vienu svarbiausių veiksnių, padedančių efektyvinti organizacijos darbą, tampa darbuotojai, jų vertybės ir nuostatos, bendravimas ir lyderystė. Pastarieji elementai formuoja organizacinę kultūrą, kuri sudaro sąlygas sukurti savo išskirtinumą, būti atpažįstamai klientų bei pozicionuoti save rinkoje [1]. Organizacinė kultūra daro įtaką tiek individualiai, tiek ir grupinei elgsenai, todėl nėra taip paprasta ją palaikyti ir puoselėti. Organizacinė kultūra yra vienas iš organizacijos valdymo būdų, kai vadovai kartu su darbuotojais kuria bendras vertybes, normas, istorijas ir tradicijas [2–6].

Puoselėjant organizacinę kultūrą labai svarbu visiems organizacijos nariams surasti bendrus aspektus, kurie darytų teigimą įtaką ne tik veiklos rodikliams, bet ir stiprintų darbuotojų pasitenkinimą darbu bei pasitikėjimą organizacija. Atsižvelgiant į kultūros suvokimą šiandieninėse organizacijose ir kuriamą pridėtinę vertę jos darbuotojams, lyderiams svarbu sukurti tokią darbinę aplinką, kuri palaikytų tvirtą moralę ir etišką elgesį. Todėl labai svarbu tinkamais metodais įvertinti organizacinę kultūrą. Užsienio mokslininkai yra sukūrę nemažai vertinimo metodikų, kurios padeda tinkamai identifikuoti organizacinės kultūros aspektus ir priimti sprendimus dėl jos tolesnio vystymo [7–12].

Tikslas – atskleisti organizacinės kultūros sampratą, pabrėžiant jos svarbą organizacijai, identifikuojant pagrindinius organizacinės kultūros tyrimo metodus.

2. Organizacinės kultūros samprata ir jos svarba organizacijai

Kultūros sąvoka Lietuvių kalbos žodyne [13] apibūdinama kaip „*visa, kas sukurta žmonių visuomenės fiziniu ir protiniu darbu arba tobulumo laipsnis, pasiektas kurioje nors srityje*“. Kultūra yra svarbi siekiant suprasti žmonių gyvenseną ir jų formuojamas grupes. Organizacijoje kultūros formavimasis yra dualistinis procesas, t. y. ji gali formuotis tiek savaime, objektyviai veikiant išoriniams ir vidiniams veiksniams. Taip pat ji gali būti formuojama, keičiama dirbtinai, todėl panaudojant tam tikrus simbolius, sukūrus tam tikras vertybes ir normas, atspindimos visos organizacijos narių bendros nuostatos, kaip reikia dirbti, kad organizacija patenkintų jų (visų organizacijos narių) poreikius bei didintų motyvaciją darbui [1, 8].

Dabartinės organizacijos turi veikti nuolat besikeičiančioje aplinkoje ir prie jos prisitaikyti bei siekti geresnių rezultatų nei konkurentai. Tai galima padaryti tik kryptingai valdant pokyčius ir formuojant organizacinę kultūrą. [10, 14]. Organizacijos vadovų ir lyderių pagrindinė užduotis – kurti tokią aplinką organizacijos nariams, kurioje būtų siekiama bendrų tikslų, motyvuojama įgyti, taikyti ir keistis naujomis žiniomis [15]. Moderni organizacija turi nuolat gerinti savo veiklos rezultatus sukaupdama būtiną kokybiškų žinių kiekį, generuodama naują informaciją ir tinkamiausiais būdais panaudodama šias žinias [16]. Organizacijos gebėjimas lanksčiai ir atvirai mokytis, kurti įvairius projektus su išorės partneriais, padeda jai vystytis, o tikslingai naudojant personalo įgytas žinias šis procesas tampa sklandus ir veiksmingas [2, 17–18].

Analizuojant mokslinę literatūrą sutinkamos dvi sąvokos: organizacijos ir organizacinė kultūra, todėl siekiant atskirti ir charakterizuoti šių kultūrų sampratą, kyla probleminis klausimas – ar kultūrą, kuri formuojasi organizacijoje galime vadinti organizacijos, ar organizacine [7, 9]. Mokslo šaltiniuose apie organizacinę kultūra pastebima, kad daugelyje jų dominuoja labai panaši šios kultūros apibrėžtis, kad tai yra ne savaiminė, o specialiai ir sąmoningai vadovų kuriama kultūra, kuri padeda organizacijai išsiskirti kitų organizacijų, prisitaikyti aplinkoje, formuojanti esmines vertybes, kurios padeda siekti bendrų organizacijos tikslų [9, 19]. Pagrindiniu šių sąvokų skirtumu galime įvardinti tai, kad organizacinė kultūra mokslinėje literatūroje yra apibūdinama kaip labiau formali kultūra kuri yra kuriama dirbtinai, siekiant tam tikrų tikslų [7].

Apibūdinant organizacijos kultūrą (angl. *Culture of Organization*) mokslininkai [10, 12, 20–21] pabrėžia, kad ji yra tik tos organizacijos darbuotojams priimtinas bendravimo modelis, kuris atspindi bendrą visų darbuotojų suvokimą apie darbą, padeda veikti pagal tam tikras taisykles. Tai

savaime susiklosčiusios žmonių elgesio normos, vertybės, tradicijos, požiūriai, kurie susiformuoja bendraujant tarpusavyje. Organizacijos kultūros dermė su įmonės tikslais, vizija, misija ir vertybėmis padeda lengviau išsiskirti iš kitų organizacijų. Kultūra suvokiama kaip dinamiškas, nuolat kintantis reiškinys, kuris ne tik lemia darbuotojų lojalumą bet ir tiesiogiai veikia daugelį kitų organizacijos sričių – reputaciją, darbo našumą, kokybę. Kultūra išreiškiama per tokias dedamąsias dalis kaip organizacijos filosofija, simboliai, mitai, herojai, istorijos, tradicijos, ritualai, ceremonijos ir organizacijos nariams būdingų nuostatų, įsitikinimų, vertybių, idealų, principų, lūkesčių, normų, požiūrių, įpročių visumą. Organizacijos kultūros elementai – dvasingumas, filosofija, įsitikinimai, mąstysena, nuostatos, pasaulėvoka, scenarijai. Šie elementai natūraliai jungia organizaciją su bendruomene [9–10].

Organizacinė kultūra (angl. *Organizational Culture*) vaidina svarbų vaidmenį organizacijos valdyme, todėl ja domisi ne tik mokslininkai bet ir verslo atstovai. Jau XX amžiaus viduryje JAV ir Vakarų Europos valdymo praktikai ir teoretikai atkreipė dėmesį į organizacinę kultūrą, kaip į svarbiausią veiksnį, kuris organizacijoje padeda didinti veiklos efektyvumą ir telkia visus dirbančiuosius. 1970–1990 metais nagrinėjant kultūros problemas buvo suformuota nuostata, kad ji nusako bet kurios organizacijos esmę ir yra pastovus jos bruožas. Sėkmingai vystosi ir klesti tos, įmonės, kurios turi susiformavusią organizacinę kultūrą, todėl ji turi būti vertinama kaip teigiamas dabarties aspektas [22–23]. Organizacinės kultūros kūrimo, jos įdiegimo ir vystymo mechanizmas būtinas kiekvienoje organizacijoje bei laikytinas efektyviu valdymo pagrindu [1, 12]. Šiuolaikinėms organizacijoms svarbu, kad jų darbuotojai dirbtų noriai ir produktyviai, rūpintųsi klientais, būtų iniciatyvūs, tačiau viso šito neįmanoma pasiekti be tinkamai kuriamos organizacinės kultūros, kuri ir yra viena iš priemonių organizacijos darnai ir socialinei atsakomybei pasiekti. Organizacinės kultūros puoselėjimas bei bendrų darbuotojų ir organizacijos vertybių suderinimas yra svarbi tiek mokslinė, tiek praktinė problema [24].

Organizacijoje kultūra dažniausiai prasideda nuo aukščiausių vadovų, kurie geba daryti stipriausią įtaką visai jos veiklai, skatinti inovacijas, formuoti pasitikėjimu ir atvirumu grįstą organizacinę aplinką [25–27]. Valdymo kultūra yra sudedamoji organizacinės kultūros dalis, kuri leidžia formuoti skiriamąją organizacinę politiką, atskirti organizacijas vienas nuo kitų ir tikslingai didinti organizacijos efektyvumą [28].

Organizacijose narių tarpusavio santykiai, požiūriai, tradicijos ir nuostatos formuojasi lėtai, todėl ir organizacinės kultūros kūrimas yra ilgalaikis procesas, kurio metu labai svarbu visus šiuos elementus sujungti į visumą ir kreipti palankia organizacijai linkme. Šio proceso rezultatas – susiformavusi ilgalaikė organizacinė kultūra, tampa sėkmės garantu vystant organizacijos veiklą [29].

Mokslininkai [9, 30] sutinka, kad organizacinė kultūra praktikoje lieka viena sudėtingiausių, sunkiausiai apibrėžiamų organizacijos vadybos

kategorijų, todėl ją kurti ir palaikyti yra sudėtingas darbas, o tai padariusios organizacijos pasižymi sėkme ir efektyvumu. Kultūra remiasi kolektyvine tradicija, taip pat bendrais elgesio įpročiais, pasaulėžiūra. Kuo ši tradicija gilesnė, tuo yra sudėtingiau kultūrą keisti.

Organizacinė kultūra apibrėžiama kaip specifinis vertybių ir normų rinkinys, kuriuo dalijasi žmonės. Ji skatina darbuotojus nuolat tobulėti, teikia vidinę motyvaciją, formuoja vertybes, elgseną ir papročius. Organizacinė kultūra yra tarsi asmenybė individui – paslėpta, tačiau vienijanti, suteikianti prasmę ir kryptį, tiesiogiai veikianti organizacijos interesus – reputaciją, darbo našumą ir kokybę, darbuotojų geranoriškumą ir jų motyvaciją [21].

Organizacinėje kultūroje šalia vyraujančių vertybių, normų ir tradicijų svarus vaidmuo tenka komunikacijai, kurios dėka vyksta sprendimų priėmimai, įgyvendinami tikslai ir bendri susitarimai, kuriuose išsiskiria papročiai ir įsitikinimai [7]. Taip pat svarbu išskirti pastebimą organizacinę kultūrą, kuri apima ritualus, ceremonijas, tradicijas ir visa tai, kas formuoja darbo grupės istoriją. Tyrinėjant organizacinę kultūrą atskleidžiančius elementus, atkreipiamas dėmesys į giliai įsišaknijusias ir organizacijoje vyraujančias prielaidas, prasmes ir įsitikinimus, mitologiją, pasakojimus, fizinę aplinką, žargono ir ritualų komponentus [10, 31].

Mokslinėje literatūroje galime rasti ir tokius organizacinę kultūrą apibrėžiančius elementus, kaip nuostatas, žaidimo taisykles arba įmonės politiką, tikslus, viziją, misiją. Organizacijoje svarbus kultūros vertybių įasmeninimas, kuris atskleidžiamas per lyderius, herojus ir pasakojimus, o materialūs įmonės simboliai – vėliavos ir kita heraldika suteikia informacijos apie organizacijoje esamą vidinę organizacinę kultūrą. Taip pat išskiriama kalba ir kultūrinis ryšių tinklas, kuriais galima perduoti informaciją [32]. Organizacinei kultūrai atpažinti yra svarbūs atributai – akivaizdžios ar paslėptos taisyklės, elgsenos modeliai, istorinės aplinkybės bei vertybių visuma [22].

Apibendrinant mokslinę literatūrą, galime teigti, kad svarbiausi organizacinės kultūros elementai – vertybės, nuostatos, normos, politika, vizija ir misija, ideologija, filosofija, herojai ir pasakojimai, ritualai ir ceremonijos, materialūs simboliai, kalba, kultūrinis ryšių tinklas yra tarpusavyje susiję, padeda organizacijai išsiskirti iš bendros organizacijų visumos, leidžia veikti tikslingai ir daro didelę įtaką visų organizacijos narių mąstymui, jausmams ir elgesiui [9, 12, 20, 33, 34].

3. Organizacinės kultūros tyrinėjimų apžvalga

Organizacijose kultūrą analizuoti yra pakankamai sudėtinga, nes tyrėjo atėjimas į organizaciją yra tarsi intervencija į jos gyvenimą. Tokioje situacijoje yra sudėtinga surinkti objektyvius duomenis, nes darbuotojai gali persistengti pateikdami informaciją [29], todėl organizacinės kultūros tyrimo sėkmę lemia teisingai pasirinktas įvertinimo metodas [32]. Tiriant organizacinę

kultūrą taikomi kokybiniai metodai yra labiau orientuoti į interpretavimus, proceso vertinimą, išryškina subjektyvumą bei situacijos ir elgesio ryšius, kurie yra svarbūs formuojant bendrą patirtį. Kiekybiniai tyrimai leidžia atlikti matavimus, vertinti rezultatą, pabrėžia objektyvumą [5], [35]. Siekiant atlikti kuo tikslesnius tyrimus mokslininkai siūlo tyrimui naudoti kelias metodikas ar metodus, kuriuos tarpusavyje tinkamai suderinus galima susidaryti tikrąjį organizacinės kultūros vaizdą [12].

Mokslinėje literatūroje aptinkame, kad organizacijos kultūra juntama intuityviai ir todėl jos negalima išmatuoti. Tačiau egzistuoja ir kita nuomonė, kad organizacijos kultūrai atskleisti labiausiai tinkamas būtų etnografinis tyrimas, kuris gali būti taikomas įvairaus pobūdžio kultūrai, kurią sudaro tam tikros žmonių grupės, kurią jungia bendri interesai tapatumas, elgsena, nuostatos, tirti. Tyrimo metu užmegztas kontaktas su tyrimo dalyviais padeda atskleisti kaip organizacijos darbuotojai dalijasi patirtimi, dėsto savo mintis [6, 9, 34]. Tokio tyrimo metu galima stebėti žmonių elgseną, jų bendravimą, kalbą, kaip atliekamos bendros veiklos, ko išmoksta vieni iš kitų ir kaip tą patirtį naudoja. Siekiama gauti kuo daugiau artefaktų įrodymų, atrasti istorijas, ritualus ir mitus bei kitus kultūros elementus [5, 36].

Mokslininkas Ott'as siūlo stebėti įmonės darbo procesą, studijuoti įvairius straipsnius apie įmonę ir jos dokumentus, kultūrinius ryšius, simbolius, istorijas, herojus ir anekdotus, kas gali atskleisti užslėptas organizacinės kultūros prasmes. Svarbu išsiaiškinti įmonės hierarchinę struktūrą, nes kiekvienoje organizacijoje ji pasižymi savitu vadovavimo stiliumi bei požiūriu į darbuotojus. Atlikus pavienių ar grupės darbuotojų apklausą ir norint patikrinti rezultatus, siūloma stebėti organizacijos veiklą ir taip atskleisti ar tikrai darbuotojų žodžiai nesiskiria nuo jų darbų. Tyrėjas pabrėžia, kad įmonės organizacinė kultūra yra pastebima ne tik jos viduje bet ir išorėje, todėl labai svarbu informaciją rinkti ir iš įmonės klientų ar svečių [23, 32].

Organizacinę kultūrą tirti 10-čia charakteristikų siūlo Robbins. Atsiskleidžiamas organizacijos kultūros vaizdas analizuojant darbuotojų asmeninę atsakomybę, vertinanti rizikos laipsnį, veiksmų suderinamumą ir kryptingumą, vadovų palaikymą, nustatytas kontrolės normas, identifikuoti darbuotojų susitapatinimo su organizacija laipsnį, darbuotojų skatinimo ir apdovanojimų kriterijus, ginčų ir nesutarimų sprendimų būdus bei valdymo struktūrą [23].

Tyrinėjant organizacinę kultūrą svarbu ne tik išskirti jos elementus, kuriuos ištyrus būtų galima įvertinti konkrečios organizacijos kultūrą, bet ir numatyti jos koregavimo galimybes. Šiam procesui įvertinti išsamų modelį pateikė Denison (angl. *Denison Organizational Culture Survey*), kuriame organizacinė kultūra nagrinėjama per keturias pagrindines charakteristikas: darbuotojų įsitraukimą ir komandinio darbo tobulinimo galimybes, prisitaikymą prie pokyčių, organizacinį mokymąsi ir orientaciją į klientą, nuoseklumą, kuris atskleidžiamas per pagrindines vertybes, susitarimus,

koordinaciją bei integraciją ir misiją, strategines kryptis, siekius, tikslus bei viziją [5, 35, 37].

Dar vienas labai dažnai naudojamas organizacinės kultūros tyrimui anketinės apklausos instrumentas sukurtas mokslininkų Cameron ir Quinn įvardijamas kaip Konkuruojančių vertybių modelis (angl. *Competing Values Framework*, CVF). Šis profesionalus klausimynas pripažintas daugelio tyrėjų, nes leidžia objektyviai ir tiksliai įvertinti gautus rezultatus ne pagal asmenines tyrėjo nuostatas, bet remiantis mokslininkų parengtu instrumentu [20, 22–23, 26].

Mokslininkai Reilly, Chatman ir Caldwell bandydami aiškintis, kurie tyrimų metodai tinkamiausi tiriant organizacinę kultūrą1991 m. sukūrė Organizacinės kultūros suderinamumo metodą (angl. *Organizational Culture Profile*). Metodas dažniausiai naudojamas vertinant organizacinę kultūrą, jo pagrindą sudaro 7 organizacinių vertybių grupės, pagal kurias tiriama darbuotojo ir organizacijos suderinamums. Tyrimas apima 3 etapus ir padeda išaiškinti organizacijos puoselėjamas vertybes ir darbuotojo poziciją jų atžvilgiu [7, 35, 38–39].

Cooke ir Lafferty esamai organizacinei kultūrai įvertinti sukūrė Organizacinės kultūros aprašymo (angl. *Organizational Culture Inventory*, OCI) klausimyną, kuriame 12 esminių elgesio normų grupuoja į tris pagrindinius kultūros tipus: konstruktyvų, pasyvų / gynybinį ir agresyvų / gynybinį. Keturios elgesio normos priskirtos pirmajam tipui, o likusios aštuonios – gynybos (pasyvus ir agresyvus) kultūros tipui. Šio metodo esmę sudaro 120 teiginių, kurie apibūdina organizacijos narių elgesį, ir nustato esamos organizacijos ar grupės elgesio normas ir pageidaujamos. Praktiškai pritaikius šį metodą organizacijos nariams galima aiškia pamatyti ar šiuo metu organizacijoje vyraujanti kultūra skiriasi nuo tų vertybių ir normų, kurios padėtų organizacijai pasiekti nusistatytų tikslų. Tyrimo rezultatai padeda atkreipti dėmesį į konkrečias tobulintinas sritis ir susitelkti į organizacijos vizijos įgyvendinimą [12, 22].

Atlikta teorinė mokslinių šaltinių analizė rodo, kad organizacinei kultūrai tampant vis svarbesniu elementu vystant organizacijų veiklą, mokslininkai tyrinėdami šią sritį kuria instrumentus, padedančius tiksliau atlikti tyrimus ir analizuoti gautus rezultatus. Daugeliu atvejų naudojami jau klasikiniais tapę klausimynai, ir tik nedaugelis tyrėjų patys sudaro tyrimo instrumentus arba dalinai adaptuoja senus metodus naujam tyrimui [22].

4. Išvados

1. Organizacijai sėkmingai veikti ir užimti lyderiaujančias pozicijas rinkoje padeda sukurta ir vadovų palaikoma organizacinė kultūra, kuri formuoja organizacijos įvaizdį, skatina darbuotojų bendruomeniškumą bei stiprina jų atsakomybę už atliekamas darbo funkcijas. Daugumos organizacijos narių

pripažįstama ir palaikoma organizacinė kultūra daro įtaką visai organizacijos veiklai bei stabilumo užtikrinimui.

2. Organizacinė kultūra yra sąmoningai kuriama organizacijos narių bendrų įsitikinimų ir požiūrių sistema, padedanti spręsti kylančias problemas bei siekti užsibrėžtų tikslų, o organizacijos kultūra yra savaime susiformavęs darbuotojams priimtinas bendravimo modelis, atspindintis žmonių elgesio normas, vertybes, tradicijas, požiūrius ir bendrą suvokimą apie darbą.
3. Organizacinės kultūros svarbiausi elementai yra vertybės, nuostatos, normos, politika, vizija ir misija, ideologija, filosofija, herojai ir pasakojimai, ritualai ir ceremonijos, materialūs simboliai, kalba, kultūrinis ryšių tinklas. Kuriant ir vystant organizacinę kultūrą tikslinga įvertinti esamą situaciją ir numatyti reikiamus pokyčius, kurie padėtų papildyti ir išplėsti organizacinės kultūros elementus bei leistų ją modeliuoti norima linkme.

Literatūra

1. PATAPAS, A., LABENSKYTĖ, G. Organizacinės kultūros ir vertybių tyrimas N apskrities valstybinėje mokesčių inspekcijoje. *Viešoji politika ir administravimas*. Vilnius: Mykolo Romerio universitetas, 2011, 10(4), 589–603. ISSN 1648-2603.
2. TRAKŠELYS, K. Besimokančios organizacijos esmė ir nauda: andragogo požiūris. *Pedagogika*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas, 2011, 101, 98–106. ISSN 1392-0340.
3. PIKTURNAITĖ, I., PAUŽUOLIENĖ, J. Organizacinės kultūros institucionalizavimas. *Tiltai*. Klaipėda: Klaipėdos universitetas, 2014, 65(4), 93–108. ISSN 1392-3137.
4. VVEINHARDT, J., BARTAŠIŪNAITĖ, A. Organizacinės kultūros skirtumų prekybos įmonės padaliniuose analizė. *Jaunųjų mokslininkų darbai*. Šiauliai: Šiaulių universiteto leidykla, 2012, 1, 34. ISSN 1648-8776.
5. OSTROFF, C., KINICKI, A. J., MUHAMMAD, R. S. *Handbook of Psychology*. *Second Edition* [interaktyvus]. JAV: John Wiley & Sons, 2012 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: https://goal-lab.psych.umn.edu/orgpsych/readings/15.%20Climate%20&%20Culture/Ostroff,%20Kinicki,%20&%20Muhammad%20(2012).pdf.
6. CHATMAN, J. A., O'REILLY, C. A. Paradigm lost: Reinvigorating the study of organizational culture. *Research in Organizational Behavior* [interaktyvus]. University of California, 2016, 36, 199–224 [žiūrėta 2021-04-08]. Prieiga per: https://escholarship.org/uc/item/2bs5g897.
7. STUNDŽĖ, L. Organizacinės kultūros ir komunikacijos sąsajos lyties aspektu. *Informacijos mokslai*. Vilnius: Vilniaus universitetas, 2010, 53, 63–85. ISSN 1392-0561.

8. POCIŪTĖ, E. *Organizacijos kultūros veiksnių įtaka darbuotojų motyvacijai: teorinis aspektas* [interaktyvus]. Kaunas: Akademija, 2011, 126–130, ISSN 1822-9913 [žiūrėta 2021-04-08]. Prieiga per: http://jaunasis-mokslininkas.asu.lt/smk_2011/JM_2011_straipsniu_rinkinys.pdf.
9. VVEINHARDT, J. Organizacijos kultūros ir organizacinės kultūros charakteristikos. *Vadybos mokslas ir studijos – kaimo verslų ir jų infrastruktūros plėtrai*. Kaunas: Aleksandro Stulginskio universitetas, 2011, 5, 221–230. ISSN 1822-6760.
10. ŠVAGŽDIENĖ, B., ČEPIENĖ, K., BRADAUSKIENĖ, K. Diagnostinės organizacijos kultūros prielaidos turizmo sektoriuje. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos*. Šiauliai: Šiaulių universitetas, 2011, 1, 108–121. ISSN 1648-9098.
11. MADU, B. C. Organization culture as driver of competitive advantage. *Journal of Academic and Business Ethics* [interaktyvus]. 2012, 5, 1 [žiūrėta 2021-04-08]. Prieiga per: https://is.muni.cz/el/econ/podzim2018/MPH_AMA2/um/58872692/Organization_culture_as_driver_of_competitive_advantage.pdf.
12. JANIĆIJEVIĆ, N. Methodological approaches in the research of organizational culture. *Economic Annals*. Belgradas: Belgrado universitetas, 2011, 56(189), 69–99. ISSN 0013-3264.
13. *Lietuvių kalbos žodynas* [interaktyvus]. 2008 [žiūrėta 2021-04-01]. Prieiga per: http://www.lkz.lt/?zodis=kult%C5%ABra&id=17246460000.
14. ATKOČIŪNIENĖ, Z. Žinių vadybos įtaka tobulinant organizacijos kompetencijas. *Informacijos mokslai*. Vilnius: Vilniaus universitetas, 2010, 52, 14–22. ISSN 1392-0561.
15. VAITKEVIČIUS, V. Lyderystės vaidmuo formuojant žinių valdymui palankią organizacijos kultūrą: atvejo analizė. *Informacijos mokslai*. Vilnius: Vilniaus universitetas, 2016, 76, 123–138. ISSN 1392-0561.
16. ZAKAREVIČIUS, P. Modernios organizacijos bruožai. *Organizacijų vadyba: sisteminiai tyrimai*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas, 2012, 64, 135–144. ISSN 1392-1142.
17. SANDU, L. Atlaidžios organizacinės kultūros bruožai. *Konferencijų darbai*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas, 2014, 139. ISSN 1822-6736.
18. IŠORAITĖ, M. Žmogiškieji ištekliai – svarbiausias konkurencinio pranašumo šaltinis strategiškai valdant organizaciją. *Socialinių mokslų studijos*. Vilnius: Mykolo Romerio universitetas, 2011. ISSN 2029–2236.
19. AHMED, M., SHAFIQ, S. The impac to fo rganizational culture on organizational performance: A case study on telecomsector. *Global Journal of Management and Business Research* [interaktyvus]. United States of America, 2014, ISSN 2249-4588 [žiūrėta 2021-04-08]. Prieiga per: https://www.journalofbusiness.org/index.php/GJMBR/article/view/1254.

20. STANIULIENĖ, S., DILIENĖ, D. Organizacijų kultūrų tyrimai: problemos ir galimybės. *Organizacijų vadyba: sisteminiai tyrimai*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas, 2014, 72. ISSN 1392-1142.
21. GRUBLIENĖ, V., URBONAITĖ, A. Organizacinės kultūros stiprinimas ir darbuotojų motyvavimo tobulinimas. *Vadybos mokslas ir studijos -kaimo verslų ir jų infrastruktūros plėtrai*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas, 2014, 36(3), 507–515. ISSN 1822-6760.
22. ŠIMANSKIENĖ, L., GARGASAS, A., RAMANAUSKAS, K. Organizacinės kultūros vaidmuo organizacijos veikloje. *Vadybos mokslas ir studijos – kaimo verslų ir jų infrastruktūros plėtrai*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas, 2015, 37(2), 310–320. ISSN 1822-6760.
23. DILIENĖ, D. Organizacinės kultūros vystymo modelis. *Konferencijų darbai*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas, 2014, 45. ISSN 1822-6736.
24. GIEDRAITIS, A. Gamybinės įmonės darnus vystymasis per organizacinės kultūros ir darbuotojų vertybių suderinamumą. *Management Theory & Studies for Rural Business & Infrastructure Development*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademija, 2011, 26(2), 69–75. ISSN 1822-6760.
25. SUKACKAITĖ, R., ATKOČIŪNIENĖ, Z. O. Inovacinės organizacijos kultūros ir lyderystės sąsajos Lietuvos įmonėse. *Informacijos mokslai*. Vilnius: Vilniaus universitetas, 2016, 74, 38–49. ISSN 1392-0561.
26. ŠIMANSKIENĖ, L., TARASEVIČIUS, T. Organizacinės kultūros ir vadovų tipų sąsajos. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademija, 2010, 20(1), 1–8. ISSN 1822-6760.
27. STRIPEIKIS, O., RAMANAUSKAS, J. Inovacijoms palankios organizacinės kultūros veiksniai. *Vadybos mokslas ir studijos – kaimo verslų ir jų infrastruktūros plėtrai*. Kaunas: Aleksandro Stulginskio universitetas, 2011, (1), 224–230. ISSN 1822-6760.
28. ŽUKAUSKAS, P., VVEINHARDT, J., ANDRIUKAITIENĖ, R. *Management Culture and Corporate Social Responsibility* [interaktyvus]. BoD–Books on Demand, 2018 [žiūtėta2021-04-08]. ISBN 978-1-78923-008-6. Prieiga per: https://etalpykla.lituanistikadb.lt/object/LT-LDB-0001:B.03~2018~1579697069794/B.03~2018~1579697069794.pdf.
29. KAZILIŪNAS, A. Visuomenei teikiamų paslaugų kokybės ir organizacinės kultūros sąveika. *Viešoji politika ir administravimas.* Vilnius: Mykolo Romerio universitetas, 2015. ISSN 1648-2603.
30. RAIŠIENĖ, A. G., VANAGAS, R., ŽUROMSKAITĖ, B., STASIUKYNAS, A., STANCIKIENĖ, A., GIRČYS, A. P., TAMOŠIŪNAITĖ, R., BILEIŠIS, M. *Veiksmingos vadybos gairės: teorinės įžvalgos ir Lietuvos organizacijų atvejai*: *mokslo studija* [interaktyvus]. Vilnius: Mykolo Romerio universitetas, 2014, ISBN 978-9955-19-619-8 [žiūrėta 2021-04-08]. Prieiga per:

https://repository.mruni.eu/bitstream/handle/007/16881/9789955196181.pdf?sequence=1.
31. BANDZEVIČIENĖ, R. *Inovacijų vadybos psichologija: metodinė priemonė* [interaktyvus]. Vilnius: Mykolo Romerio universitetas, 2011, ISBN 978-9955-19-330-2 [žiūrėta 2021-04-08]. Prieiga per: https://repository.mruni.eu/bitstream/handle/007/16783/9789955193357.pdf?sequence=1.
32. ŠIMANSKIENĖ, L., SANDU, L. Organizacinės kultūros vertinimo metodai. *Regional Formation and Development Studies*. Klaipėda: Klaipėdos universitetas, 2013, 2, 201–210. ISSN 2029-9370.
33. LUNENBURG, F. C. Understanding organizational culture: A key leadership asset. *National Forum of Educational Administration and Supervision Journal* [interaktyvus]. United States of America: Houston, 2011, 29, 4, 1–12 [žiūrėta 2021-04-08]. Prieiga per: http://www.curriculumandlearning.com/upload/Organizational%20Culture%201_1426304929.pdf.
34. ČEKUOLYTĖ, A. Etnografinio metodo taikymas sociolingvistiniuose (jaunimo kalbos) tyrimuose. *Taikomoji kalbotyra*. Vilnius: Vilniaus universitetas, 2012, 1, 1–18. ISSN 2029-8935.
35. VVEINHARDT, J., BARTAŠIŪNAITĖ, A. Organizacinės kultūros skirtumų prekybos įmonės padaliniuose analizė. *Jaunųjų mokslininkų darbai*. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas, 2012, 1, 34. ISSN 1648-8776.
36. KARDELIS, K. *Mokslinių tyrimų metodologija ir metodai: edukologija ir kiti socialiniai mokslai*. Šiauliai: Liucilijus, 2007. ISBN 9955655356.
37. DENISON, D., NIEMINEN, L., KOTRBA, L. Diagnosing organizational cultures: A conceptual and empirical review of culture effectiveness surveys. *European Journal of Work and Organizational Psychology* [interaktyvus]. Taylor & Francis, 2014, 23(1), 145–161 [žiūrėta 2021-04-01]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/profile/Dan-Denison/publication/241684068_Diagnosing_organizational_cultures_A_conceptual_and_empirical_review_of_culture_effectiveness_surveys/links/55229a7c0cf2f9c13052fcab/Diagnosing-organizational-cultures-A-conceptual-and-empirical-review-of-culture-effectiveness-surveys.pdf.
38. VVEINHARDT, J., GULBOVAITĖ, E. Asmeninių ir organizacinių vertybių kongruencijos modelis. *Vadybos mokslas ir studijos – kaimo verslų ir jų infrastruktūros plėtrai*. Kaunas: Aleksandro Stulginskio universitetas, 2012, 33, 113–124. ISSN 1822-6760.
39. GULBOVAITĖ, E. Asmeninių ir organizacinių vertybių kongruencijos vertinimo klausimynų apžvalga. Konferencijų darbai. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas, 2014, 53. ISSN 1822-6736.

KOMPLEKSINĖ KOKYBĖS VALDYMO SISTEMA GAMYBOS ĮMONĖJE

Vėtienė A.[1], Mileris R[1].
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: kokybė, kokybės valdymas.

1. Įvadas

Šiuolaikinėje rinkoje įmonės, siekiančios tapti savo srities lyderėmis, privalo nuolat prisitaikyti prie rinkos pokyčių, tobulinti gamybos organizavimą, siekiant gerinti gaminio kokybę. Kokybės tobulinimas gaminamoje produkcijoje neatsiejamas etapas, būtina atsižvelgti į klientų poreikius, technologinius pokyčius, bei konkurentus. Nuolatinis tobulėjimas gamybos procese reikalauja nuoseklaus ir nenutrūkstamo operacijų stebėjimo ir kontroliavimo ieškant kokybės tobulinimui tinkamiausių modelių. Autorius Giedraitis [1] teigia, kad pagrindinė gamybos funkcija yra gaminti produkciją, kuri yra konkurencinga ir pelninga, teikti kokybiškas paslaugas, užtikrinant vartotojų poreikius, todėl produktų gamybos procesą sudaro tarpusavyje susijusių užduočių srautas.

Tikslas: išsiaiškinti kokybės ir kokybės valdymo sampratų teorinius aspektus ir išanalizuoti kompleksinės kokybės valdymo sistemos taikymo aspektus gamybos įmonėje.

2. Kokybės samprata

Mokslinėje literatūroje kokybės sąvoka turi daug apibrėžimų ir yra plačiai nagrinėjama daugelyje sričių, priklausomai nuo paslaugos, gaminamos produkcijos ar objekto. Autorius Ruževičius [2] teigia kokybės sąvoka gali būti apibrėžiama kaip standartų bei gamybos reikalavimų atitiktis, tinkamumas naudoti, klientų poreikio patenkinimo laipsnis. Mokslinėje literatūroje gausu bandymų kokybės sąvokas sugrupuoti pagal tam tikras grupes ar kategorijas, taip suformuoti galimybę aiškiau suvokti kokybės apibrėžimą [2]. Pasak Garvin [3] išskiriami 5 pagrindiniai požiūriai į kokybę:

1. Transcendentinis. Transcendentiniu požiūriu kai kurie produktai yra vertingesni ir kokybiškesni už kitus tam tikru požymiu.

2. Produkto kokybė. Produkto kokybė gana tiksliai išmatuojama savybių bei požymių kiekiu.
3. Kokybė vartotojui. Reikalavimų atitikimas vartotojui gana sudėtingai pamatuojamas dėl skirtingų poreikių.
4. Kokybė gamyboje. Atitikčių standartų laikymasis, kiekvienas nukrypimas laikomas defektu.
5. Vertės požiūris. Kokybės apibrėžimas tapatinamas su kainos ir kaštų sąvokomis.

Kokybės vadyboje Ruževičius [2] įvardina 5 svarbiausius elementus jungiančius kokybės vadybą (žr. 1 pav.).

1 pav. Kokybės vadybos elementai

Autoriaus Vanago [4] nuomone, praktikoje dažniausiai dominuoja „kokybė gamyboje“ požiūris, kuris suvokiamas kaip tikslus operacijų atitikimas pagal tam tikras specifikacijas technologiniuose dokumentuose, standartuose bei dokumentacijoje. Jeigu pagaminta produkcija atitinka parametrus be nukrypimų, tada gaminys laikomas kokybišku. Remiantis Ruževičiaus nuomone [2], kokybę taipogi galima vertinti pagal tai, kokį poreikį tenkina produktas, analizuojant ir vertinant gaminių funkcionalumą, ekonomiškumą, patikimumą, atitikimą socialinių, ekonominių, aplinkosaugos reikalavimų. Gamybos pramonėje kokybės sąvoka labai susiaurinama iki tam tikrų atitikties, savybių ar standartų atitikimo kokybės.

3. Kokybės valdymas įmonėje

Kokybės valdymo pagrindinius aspektus akcentuoja ISO standartai taikomi paslaugų bei gaminamos produkcijos kokybei reglamentuoti. Autorius Ruževičius [2] teigia, kad kokybės valdymas – tai kokybės vadybos dalis, sutelkta kokybės reikalavimams įgyvendinti. Pasak Kaziliūno [5], kokybės valdymą sudaro nuolatinis įvairių operacijų atlikimo stebėjimas, lyginimas su numatytais reikalavimais ir tam tikrų priemonių taikymas, jeigu atlikimas per

daug skiriasi nuo numatytų reikalavimų. Galima drąsiai teigti, jog tinkamai vykdant kokybės valdymą, sėkmė įmonėje garantuota. Taipogi Kaziliūnas [5] pateikia kokybės valdymo schemą (žr. 2 pav.).

2 pav. Kokybės valdymo sistema

Nepriklausomai nuo gaminamos produkcijos pobūdžio, yra išskiriama kokybės valdymo sistemos veiksmų seka [5]:

- valdymo objekto pasirinkimas;
- valdymo parametrų, matavimo vienetų parinkimas;
- valdomo objekto valdymo tikslo suformavimas;
- sensoriaus, kuris galėtų išmatuoti valdomą objektą numatytais matavimo vienetais, parinkimas arba sukūrimas;
- gamybinių ir negamybinių operacijų faktinio atlikimo matavimas;
- atliekamo ir numatyto operacijų atlikimo skirtumo įvertinimas;
- atitinkamų priemonių taikymas, jeigu skirtumas per didelis.

Tinkamas veiksmų plano pasirinkimas daro įtaką sėkmingam kokybės valdymo sistemos taikymui ir kokybės gerinimui gamybos procese. Kokybės valdymo objektų yra daug, dėl to jie dažniausiai sugrupuojami išskiriant dvi grupes, kurios apima technologinius kokybės valdymo bei vadybinius objektus. Kita kokybės valdymo schemos sudedamoji dalis „sensorius / matavimas“ – tai technologiniai instrumentai, kurie leidžia pamatuoti, palyginti jų stebėjimas, bei tinkamas proceso valdymas užtikrina kokybės valdymo efektyvumą. Kaziliūno [5] nuomone, visi valdomi objektai turi turėti konkrečius tikslus, kurie remiasi ankstesne patirtimi bei analizėmis. Analizėje labai svarbu įvertinti, taikant įvairius statistinius metodus, kurie leistų patikrinti, ar nėra nukrypstama nuo standartų bei normų, esant nežymiam nuokrypiui, galima teigti, jog procesas yra valdomas. Jei nuokrypiai yra viršijantys normas, sekantis etapas – koregavimas. Koregavimas gamybos procese – neatitikimas, tikslas jį pašalinti ir atrasti priežastis, tai tikslingas būdas „užkirsti kelią“ pasikartojančioms klaidoms gamyboje.

Autorė Anužienė [6] teigia, kad įmonės vadovybė turi suformuoti įmonės kokybės ir jos gerinimo gaires. Darbuotojai, susipažinę su pareigybinėmis instrukcijomis, sužino, kokia atsakomybės dalis jiems priskiriama, siekiant kokybės tobulinimo technologiniuose procesuose. Kiekvienoje gamybos įmonėje, gaminamas produktas turi tam tikras technologijas, dėl to kokybė turi būti vertinama kaip procesas, o ne kaip rezultato gavimas.

4. Kompleksinės kokybės valdymo sistemos taikymas gamybos įmonėje

Sparčiai auganti konkurencija gamybos procesuose skatina ieškoti būdų tobulinti gamybos organizavimą ir ieškoti kokybės tobulinimo galimybių. Autorių Zakarevičiaus ir Burgio [7] nuomone, norint veikti sėkmingai, naujomis, sparčiai kintančiomis sąlygomis, organizacijoms tenka nuolat tobulinti visus organizacijoje vykdomus procesus, taikyti naujausius technologinius laimėjimus tiek gamybos sektoriuje, tiek valdyme. Čereškos ir Paužos [8] teigimu, kompleksinė kokybės sistema – tai visuma renginių, metodų bei priemonių, reikalingų tinkamam produkcijos kokybės lygiui pasiekti, jam užtikrinti ir palaikyti gaminant, saugant, transportuojant bei eksploatuojant. Svarbu tinkamai įvertinti įmonės technologines galimybes, gamybos kaštus bei sudaryti sąlygas kokybės tobulinimui, automatizuojant gamybos procesus. Anot Ruževičiaus ir Klimo [9], vis daugiau įmonių, siekdamos produkto kokybės gerinimo, būna priverstos, netgi operatyviai, pertvarkyti savo veiklas, optimizuoti procesus, bei atsisakyti nepelningų sričių.

Pasak Čereškos ir Paužos [8], tobulinti gamybos organizavimą, kelti jos techninį lygį ir efektyvumą – toks kompleksinės kokybės valdymo sistemos tikslas. Kokybės valdymo sistemos taikymo efektyvumą užtikrina įmonės darbuotojai ir padaliniai / skyriai, tiesiogiai dirbantys gamybos procese. Kiekvienas darbuotojas prisideda tinkamai atlikdamas jam priskirtas kokybės gerinimui tikslingas funkcijas. Autoriai Čereška ir Pauža [8] pateikia gamybos įmonėse taikomas priemones, tikslingas kompleksinės kokybės valdymo sistemos įgyvendinimui:

- gaminių techninio, ekonominio lygio prognozavimas;
- produkcijos kokybės gerinimo planavimas;
- technologinis, metrologinis ir materialinis techninis kokybės užtikrinimas;
- produkcijos atestavimas;
- produkcijos kokybės kontrolė;
- informacijos apie gaminių kokybę ir kaupimas visais egzistavimo etapais;
- moralinis ir materialinis skatinimas gerinti produkcijos kokybę;
- personalo parinkimas, rengimas ir mokymas.

Kompleksinės kokybės sistema įmonėje yra įgyvendinama trimis etapais (žr. 3 pav.).

Pirmajame etape atsakingi asmenys pradeda darbus, analizuodami technologijų aprašus, gamybos metodinius reikalavimus, kurie leidžia išskirti indikatorius, nuo kurių labiausiai ir priklauso kokybė, taip pat vertina konkurentus, išskirdami rinkos lyderius, jų sėkmės pavyzdžius. Labai svarbu tinkamas pasiruošimas šiam etapui ir išsami visų reikalingų duomenų analizė. Autorius Serafinas [10] teigia, kad kuriant ir kokybės vadybos teorijas, pirmiausia yra pasitelkiama į stebėjimo ir statistinės analizės metodus.

3 pav. Kompleksinės kokybės sistemos įgyvendinimo etapai

Kitame etape, remiantis pirmo etapo rezultatais, numatomos konkrečios priemonės kokybės gerinimui. Technologiniame lygyje numatomos tobulinimo gairės, gamybos linijų modernizavimas, numatomas planas kokybės kontrolės skyrių atsakingam personalui.

Paskutinis etapas yra pats svarbiausias, kadangi parengiamas kompleksinės kokybės valdymo sistemos techninis projektas su konkrečiomis techninėmis užduotimis. Pasak autorių Čereškos ir Paužos [8], pradėjus funkcionuoti šiai kompleksinei kokybės valdymo sistemai, efektyvumas pasižymi naudojant mažiau darbo ir materialinių išteklių, ryškėja papildomi gamybos ištekliai.

Kompleksinė kokybės valdymo sistema yra sudėtingas procesas, reikalaujantis išsamios analizės pasirengimo etape, tikslingų priemonių, reikalingų tinkamam produkcijos kokybės lygiui pasiekti, nustatymo ir efektyvaus bei optimaliai veiksmingo paruošto sistemos įgyvendinimo.

5. Išvados

1. Kokybės sąvoka mokslinėje literatūroje turi daug apibrėžimų, todėl yra išskiriami penkti pagrindiniai požiūriai į kokybę – transcendentinis, produkto kokybė, kokybė vartotojui, kokybė gamyboje, bei vertės požiūris. Kokybės suvokimas gamyboje, kokybės sąvoka sutrumpina ir teigia, kad kokybė – tikslus operacijų atitikimas pagal tam tikras technologijas ir standartus.
2. Kokybės valdymas tai vadybos dalis sutelkta kokybės reikalavimams įgyvendinti. Tinkamas veiksmų plano pasirinkimas gamybos įmonėje užtikrina efektyvų kokybės gerinimą ir tobulinimą gamybos procesuose.
3. Kompleksinė kokybės valdymo sistema yra sudėtingas procesas vykdomas trimis etapais. Pirmajame etape išsami analizė tiek vidinių tiek išorinių veiksnių, antrajame etape tikslingų priemonių plano sudarytas kokybės gerinimui, trečiajame etape įgyvendinamas kompleksinės kokybės valdymo sistemos projektas.

Literatūra

1. GIEDRAITIS, A. Gamybos proceso kontrolės sistema gamybos įmonėje – vadovų ir vykdytojų nuomonių tyrimas. *Regional Formation and Development Studies* [interaktyvus]. Lietuva: Klaipėdos universitetas, 2015, 1(15), 47–55, ISSN 2029-9370 [žiūrėta 2021-04-01]. Prieiga per: http://journals.ku.lt/index.php/RFDS/article/view/978/pdf.

2. RUŽEVIČIUS, J. *Kokybės vadybos metodai ir modeliai: vadovėlis* [interaktyvus]. Vilnius: Vilniaus universitetas, 2006, 23–30, ISBN 9955-665-57-2 [žiūrėta 2021-04-01]. Prieiga per: http://www.kv.ef.vu.lt/wp-content/uploads/2010/10/KNYGA-2-JR.pdf?fbclid=IwAR32MV_-4kGXOJvKUk6m1BO5Lm05M4hHCM3vZ7xMX_4VJcyKhnNNs4CnbM0.
3. GARVIN, D. A. *Managing Quality. The Strategic and Competitive Edge*. New York: Free Press, 1988, 318–319. ISBN 0029113806.
4. VANAGAS P. *Visuotinės kokybės vadyba*. Kaunas: Technologija, 2004, 18-20. ISBN 9955-09-748-5.
5. KAZILIŪNAS, A. *Kokybės vadyba*. Vilnius: Mykolo Romerio universitetas, 2007, 101–107. ISBN 978-9955-19-071-4.
6. ANUŽIENĖ, A. *Savikontrolė tobulinimo veiksnys gamybos procese* [interaktyvus]. Kauno verslo ir technologijų kolegija, 2021 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: http://elibrary.lt/resursai/Konferencijos/VLVK_051028/2%20sekcija/II01_Anuziene.pdf.
7. ZAKAREVIČIUS, P., BURGIS, D. Pažangių planavimo sistemų ir taupios gamybos kompleksinio taikymo galimybės. *Regional Formation and Development Studies* [interaktyvus]. Lietuva: Vytauto Didžiojo universitetas, Klaipėdos universitetas, 2015, 1(15), 116–125, ISSN 2029-9370 [žiūrėta 2021-04-01]. Prieiga per: http://journals.ku.lt/index.php/RFDS/article/view/1090.
8. ČEREŠKA, A., PAUŽA, V. *Kokybės analizė ir valdymas: mokomoji knyga* [interaktyvus]. Vilnius: Technika, 2005, 37–66. ISBN 9988-05-894-5. [žiūrėta 2021-04-01]. Prieiga per: http://elibrary.lt/resursai/Mokslai/VGTU/Leidiniai/Leidinukai/2.pdf.
9. RUŽEVIČIUS, J., KLIMAS, D. Procesinio valdymo ir pokyčių diegimo organizacijoje metodologiniai aspektai. *Verslo ir teisės aktualijos: mokslo darbai 2*. 2009, 72–87.
10. SERAFINAS, D. *Kokybės vadybos teorijos praktinis taikymas XXI amžiaus organizacijose: mokomoji knyga* [interaktyvus]. Vilnius: Vilniaus universitetas ekonomikos ir verslo administravimo fakultetas, vadybos katedra, 2018, 10–15 [žiūrėta 2021-04-01]. Prieiga per: http://www.kv.ef.vu.lt/wp-content/uploads/2010/10/Serafinas-2018 Kokybes-vadybos-teorijos-praktinis-taikymas-mokomoji-knyga-short-ver.pdf.

ETANOLIO GAMYBOS PROCESO PROBLEMŲ PRIEŽASČIŲ ANALIZĖ

Voraitė D.[1], Mileris R.[1]

[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: etanolis, gamyba, proceso problemos.

1. Įvadas

Šiais laikais ekologija, tvarumas ir energijos taupymas yra vieni iš svarbiausių dalykų pasaulyje. Augant vartotojiškumui, kasmet sunaudojama vis daugiau išteklių, todėl ieškoma įvairių atsinaujinančios energijos rūšių arba siekiama pakeisti tvaresnėmis ir labiau tausojančiomis gamtą. Vienas iš energijos šaltinių, be kurių, ko gero, šių dienų pasaulis neišgyventų – kuras.

Etanolis yra patraukli priemonė, kaip pakaitalas alternatyviam kurui dėl to, kad jis gaminamas iš atsinaujinančių šaltinių [1]. Pasaulyje daugiausia etanolio pagaminama Amerikoje ir Brazilijoje, po kelis procentus pagaminamo etanolio priklauso Kinijai, Argentinai, Kanadai, daliai Europos šalių, Indijai, Tailandui ir kt. [2]. Straipsnyje nagrinėjama, su kokiomis problemomis susiduriama etanolio gamykloje išskiriant fermentacijos ir distiliacijos procesus. Aptariamos tik didžiausios ar labiausiai įtaką produktui darančios problemos. Tolimesnėje veikloje būtų galima nagrinėti kaip reikėtų išvengti tokių problemų, kiek reikėtų investicijų diegiant naujas technologijas arba tobulinant esamas.

Tikslas – išnagrinėti atvejį, su kokiomis problemomis susiduria etanolio gamykla.

Uždaviniai:

1. Aprašyti pateikti, kaip vykdomas fermentacijos procesas etanolio gamykloje.
2. Aptarti pagrindines fermentacijos proceso problemas ir jų priežastis.
3. Apibūdinti etanolio distiliavimo procesą.
4. Apžvelgti problemas, su kuriomis susiduriama distiliacijos proceso metu.

2. Fermentacijos proceso problemų analizė

Nagrinėjant etanolio gamybą – viskas prasideda fermentacijos proceso metu. Nagrinėjamame atvejyje etanolis gaminamas naudojant

kvietrugius ir kukurūzus. Šios grūdinės kultūros naudojamos dėl savo krakmolingumo, nes kuo daugiau krakmolo turi grūdai, tuo didesnė etanolio išeiga gaunama. Gamybai superkami grūdai ypač atidžiai patikrinami, kad žaliava atitiktų standartus. Norint geriau suprasti procesą, žemiau pateikiama iliustracija, vaizduojanti vykstančius procesus (žr. 1 pav.).

1 pav. Etanolio fermentacijos procesas

Fermentacijos procesas prasideda nuo grūdų paruošimo gamybai: viskas sumalama, sumaišoma su šiltu vandeniu ir papildoma fermentais – *α*-amilaze, celiulaze ir gliukoamilaze. Šie komponentai naudojami tam, kad grūdų miltuose esantis krakmolas būtų suskaldomi į mažesnės molekulinės masės molekules – dekstrinus, o gliukoamilazės metu, pastarieji, suskaidomi iki gliukozės molekulių. Pastarieji procesai supaprastintai dažnai vadinami suskystinimu ir apcukrinimu. Masė iš vienos talpos keliauja per šilumokaičius į kitą talpą tam, kad būtų pakeliama temperatūra, reikalinga skaidyti krakmolui. Vėliau ši pakaitinta masė šiek tiek pravėsinta keliauja į talpą, vadinamą fermentatoriumi, ir ten sumaišoma kartu su mielėmis bei likusiais fermentais. Tokia masė vadinama raugalu ir laikoma pastovioje 30–34 ^{o}C laipsnių temperatūroje apie 50–70 val., iki kol pilnai išrūgsta ir keliauja į tarpinę talpą prieš distiliaciją.

Didžiausios problemos su kuriomis susiduriama fermentacijos proceso metu, tai nerūgstantys raugalai fermentatoriuose. Ši problema atsiranda dėl to, kad, kai kurie fermentai, padedantys skaidyti medžiagas ir greitinti rūgimo procesą, dėl dalinio rankinio dozavimo, būna tiesiog pamirštami supilti. Žmogiškasis faktorius lemia labai daug, nes nagrinėjamoje įmonėje nėra pilnai viskas automatizuota: reikia gamyboje dirbantiems operatoriams patiems atsukti reikalingas sklendes, sudozuoti reikiamas medžiagas ir panašiai. Iš vieno išdistiliuoto fermentatoriaus pagaminama maždaug 30 m^3/val. etanolio, todėl, bet kokie nuokrypiai nuo standarto, yra nuostolingi. Dėl vienokių ar kitokių priežasčių nerūgstantį fermentatorių dar

galima išgelbėti, papildomai į juos sudozuojant fermentų arba mielių. Šios medžiagos padeda visiškai neprarasti raugalo ir iš jo dar išgauti etanolį. Tačiau, bet koks pridėtinių medžiagų dozavimas į fermentatorių, įvykus klaidoms, kainuoja daugiau nei naudojant įprastus medžiagų kiekius raugiant fermentatorius.

Be nerūgstančių raugalų fermentatoriuose, kiek rečiau susiduriama su krakmolo kleisterizacija. Tai procesas, kurio metu, kaitinant pasiekiama tokia temperatūra, kad krakmolo molekulės sušoka į bendrą masę ir tampa klampia, tiršta mase, vadinama – krakmolo kleisteriu. Tokie atvejai pasitaiko tuomet, kai įvyksta gedimai ir nepavyksta tinkamai išlaikyti temperatūros, kad ši nepasiektų krakmolo kleisterizacijos taško. Paprastai kleisterizacijos temperatūros taškas „peršokamas“ staigiai užkaitinant košelę, taip pat prisideda ir fermentų veikla, tad masė pasiekia reikiamą temperatūrą ir netampa klampi [3]. Šis procesas gali sukelti pakankamai nemažai problemų. Tokią masę tenka šalinti iš talpos, dėl to reikia stabdyti gamybą. Dėl šios priežasties atsiliekama nuo raugalo paruošimo plano. Visas sugadintos masės turinys pašalinamas, išvalomos talpos ir vamzdynai.

Grūdų kokybė, paruošimas ir sumalimas taip pat turi nemažai reikšmės fermentacijos procesui. Nuo žaliavų kokybės priklauso išgaunamo etanolio kiekis. Kuo kokybiškesni grūdai, turintys daugiau krakmolo, tuo daugiau išgaunama produkto. Problemų sukelia grūdų švarumas. Pasitaiko, kad į žaliavas patenka įvairių priemaišų: akmenų, metalo skeveldrų, kitų šiukšlių. Nors grūdai, prieš patenkant į malūnus, išvalomi per sietus, pasitaiko, kad didesnės priemaišų dalys užkemša ar net prakerta juos. Tokiu atveju stabdoma gamyba ir sprendžiamos iškilusios problemos. Kruopščiai stebimas ir periodiškai tikrinamas grūdų malimas. Kuo prasčiau sumalami grūdai, tuo prasčiau rūgsta misa. Didesnės žaliavų dalys nėra taip gerai išskaidomos fermentų, dalis žaliavų realiai nėra panaudojamos, tad natūralu, kad rūgimas vyksta prasčiau.

3. Etanolio distiliacija

Distiliacijos proceso metu, išrūgusi misa vamzdynais keliauja į distiliacijos koloną. Čia, temperatūrų skirtumų dėka, kaitinant, atskiriamas etanolis kartu su vandeniu. Išskirtame skystyje yra apie 65–75 proc. etanolio. Tam, kad labiau išgryninti etanolį ir pašalinti vandenį, viskas keliauja į rektifikacijos koloną, kurioje, taip pat remiantis etanolio ir vandens virimo temperatūrų skirtumu, šios medžiagos dar labiau atskiriamos ir pasiekiama 94–96 proc. etanolio koncentracija. Natūraliai veikiant distiliacijos metu temperatūrų skirtumu etilo alkoholio ir vandens mišinį, jo išgryninti iki didesnės koncentracijos jau nebeįmanoma, todėl vanduo pašalinamas mišinį veikiant cikloheksanu. Jis sumaišomas su skysčiu, tada vėl veikiant kaitinimu ir remiantis virimo temperatūromis, etanolis gali būti išgryninamas iki 99,99 proc. (žr. 2 pav.).

2 pav. Etanolio distiliacijos procesas

Distiliacijos procesas yra daug sudėtingesnis. Šiame etape labiausiai susiduriama su įvairiausių siurblių gedimais. Sugedus bent vienam, tenka stabdyti distiliaciją ir šalinti gedimus.

Dar viena problema, su kuria susiduriama – cikloheksano kiekio reguliavimas. Etanolio išgryninti distiliacijos proceso metu labiau nebeįmanoma, todėl pasitelkiamos pagalbinės priemonės. Ši medžiaga reikalinga tam, kad būtų kuo labiau pašalinamas vandens kiekis iš galutinio produkto ir šis pasiektų kokybės reikalavimus atitinkančius standartus.

4. Išvados

1. Apžvelgta kaip vykdomas etanolio fermentacijos procesas naudojant grūdines kultūras.
2. Išskirtos vienos dažniau pasitaikančių fermentacijos problemų, tai – nerūgstančios masės, raugalai bei krakmolo kleisterizacija. Dalis problemų su efektyviu misų rūgimu susiję taip pat ir su grūdų kokybe.
3. Apibūdintas etilo alkoholio distiliacijos procesas, išskiriant esminius etapus.
4. Pateiktos dažniausiai pasitaikančios klaidos, lemiančios proceso netobulumus. Rimtesnes problemas lemia įvairūs mechaniniai gedimai, dėl kurių gali sutrikti procesas. Produkto kokybei įtakos turi cikloheksano kiekio reguliavimas.

Literatūra

1. HANSEN, A. C., ZHANG, Q., LYNE, P. WL. Ethanol – diesel fuel blends a review. *Bioresource technology*. 2005, 96.3, 277–285.

2. SHARMA, B., LARROCHE, C., DUSSAP, C. G. Comprehensive assessment of 2G bioethanol production. *Bioresource Technology*. 2020, 123630.
3. JANE, J. J. Starch properties, modifications, and applications. *Journal of Macromolecular Science, Part A: Pure and Applied Chemistry*. 1995, 32.4, 751–757.

DARBUOTOJŲ GEBĖJIMO PRISITAIKYTI DIMENSIJŲ TEORINIS PAGRINDIMAS

Zakarevičiūtė R.[1], Kvedaraitė N.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: darbuotojų gebėjimas prisitaikyti, gebėjimo prisitaikyti samprata ir dimensijos.

1. Įvadas

Pasauliui peržengus antrąjį XXI a. dešimtmetį, pramonės sistema pasikeitė kardinaliai, atnešdama naujų pokyčių gūsį į žmonijos gyvenimą. Pastarųjų pokyčių vedama susiformavo ketvirtoji pramonės revoliucija, kuri neišvengiamai paskatino darbo rinkos dalyvius prisitaikyti prie sparčiai besivystančių kompiuterizacijos ir skaitmenizacijos naujovių bei tobulėti kartu su naujausiomis technologijomis.

Natūralu, jog vykstant tam tikriems pakitimams, vieni asmenys į pokyčius žvelgia su optimizmu kaip naujų galimybių pradžią, tuo tarpu kiti – susiduria su nevaldomu stresu bei nerimu. Kaip teigia mokslininkai Pulakos, Arad, Donovan, Plamondon, nekontroliuojamų pokyčių kontekste prisitaikyti geba tie individai, kurie pasižymi tokiais gebėjimais, kaip krizinių, stresinių ar nenumatytų situacijų valdymas, kūrybiškų sprendimų priėmimas, technologijų ir procesų išmanymas, kultūrinė adaptacija ir kt. [1].

Temos aktualumas ir ištirtumas. Pastaraisiais metais profesinėje ir darbo srityje įvyko kardinalūs pokyčiai, kuriuos sąlygojo Pramonės 4.0 revoliucija ir pasaulį sukausčiusi COVID-19 pandemija. Tai privertė darbdavius ne tik persvarstyti įprastas darbo sąlygas, bet ir permąstyti darbuotojų kompetencijų portfelio poreikį. Pastebėtina tai, kad pastaruoju metu darbdaviai aktyviai ieško darbuotojų, kurie yra ne tik išradingi, lankstūs, priimantys naujas idėjas ir naujus užduočių atlikimo būdus, bet ir gebantys prisitaikyti prie besikeičiančių aplinkybių. Moksliniame kontekste taip pat imta aktyviau diskutuoti darbuotojų gebėjimo prisitaikyti problematika, didėja atliekamų tyrimų skaičius [1, 5, 6, 11]. Įvertinant tai, šiame straipsnyje keliamas pagrindinis probleminis klausimas: kokiais gebėjimais turi pasižymėti darbuotojas gebantis prisitaikyti prie nuolat kintančios aplinkos?

Tikslas – identifikuoti gebėjimo prisitaikyti dimensijas teoriniame kontekste.

2. Gebėjimo prisitaikyti samprata

Moksliniame kontekste gebėjimas prisitaikyti aiškinamas nevienareikšmiškai, o skirtingų mokslo sričių atstovai šį terminą suvokia skirtingai. Visgi, susisteminti moksliniai šaltiniai [1, 3, 6, 7, 11, 12, 14] sudaro galimybę identifikuoti esminius požiūrius į nagrinėjamą objektą, kurie gebėjimą prisitaikyti apibrėžia kaip socialinį / profesinį įgūdį(-ius); asmens gebėjimą(-us); asmens pasirengimą ir prisitaikymą darbo aplinkoje; psichologinį konstruktą / šaltinį / darinį / išteklių.

Pirmai grupei atstovaujantys mokslininkai [2, 3, 4, 5, 6] gebėjimą prisitaikyti įvardija kaip įgūdį, kuris gali būti tiek socialinis, tiek profesinis. Šio gebėjimo dėka individai geba susitvarkyti ne tik su kasdienybėje sutinkamais iššūkiais, tačiau ir su sunkumais, kurie kyla profesinėje srityje. Tokiai mokslininkų nuomonei pritaria ir psichologai tikindami, jog gebėjimas prisitaikyti yra svarbus įrankis pašalinti iškylančias kliūtis [7].

Sekantį požiūrį į gebėjimą prisitaikyti argumentuoja autorių nuomonės, jog tai yra asmens gebėjimas, kuris skatina veikti nepriklausomai ir savarankiškai, net ir tuomet, kai supanti aplinka yra paveikta pokyčių [8]. Tai Rottinghaus, Day ir Borgen nuomone ypač reikalinga, kuomet perversmas yra artimai susijęs su profesine veikla [5]. Dažnu atveju tai gali būti orientuota į darbo paiešką ar esamos darbo vietos išlaikymą [9, 4, 10].

Gebėjimas prisitaikyti charakterizuojamas ir kaip asmens pasirengimas ar prisitaikymas darbo aplinkoje. Šio požiūrio pradininkais yra laikomi autoriai Super ir Knasel, kurie vieni pirmųjų gebėjimą prisitaikyti įvardijo kaip tam tikrą pasirengimą susidoroti tiek su nuspėjamais, tiek atsitiktiniais uždaviniais bei vaidmenimis [11].

Paskutiniojo požiūrio atstovai gebėjimą prisitaikyti artimai sieja su psichologiniais aspektais teigdami, jog analizuojamas reiškinys yra tarsi psichosocialinis šaltinis, turintis įtakos karjeros užduočių valdymui [12, 13]. Be kita ko, šio konstrukto dėka yra identifikuojami individualūs ištekliai, kurie yra reikalingi siekiant įveikti ir numatyti užduotis bei sumažinti neigiamą patirtį [14, 15].

Taigi, gebėjimo prisitaikyti samprata teoriniame kontekste suvokiama kaip daugialypis konstruktas ar darinys, kuris yra būtinas individui adekvačiai reaguojant į pokyčius, stebint aplinką ir gebant prisitaikyti prie kintančių aplinkos pokyčių, apimančių tiek profesinį, tiek socialinį jo gyvenimą.

3. Gebėjimo prisitaikyti dimensijos

Analizuojant mokslinę literatūrą galima pastebėti, kad įvairių mokslo disciplinų atstovai skirtingai apibrėžia ne tik gebėjimo prisitaikyti sampratą, tačiau pateikia ir skirtingas gebėjimo prisitaikyti dimensijas. Vienos jų labiau akcentuoja asmeninės karjeros valdymą, kitos – psichologinius aspektus, dar trečios – gebėjimą prisitaikyti nagrinėją kaip visumą.

Štai autoriai Pulakos, Arad, Donovan, Plamondon ilgą laiką tyrinėję bei analizavę gebėjimą prisitaikyti išskyrė aštuonių dimensijų modelį [1] (žr. 1 pav.).

1 pav. Gebėjimo prisitaikyti dimensijos [1]

Krizinių situacijų valdymas (angl. *Handling Emergency or Crisis Situations*) mokslinėje literatūroje dažniausiai yra apibūdinamas kaip grėsmė atliekamos operacijoms, kurių nevaldant galima sulaukti neigiamų pasekmių ne tik organizacijai, bet ir jos veikla suinteresuotiesiems subjektams bei pramonei. Tai neretai būna susiję su visuomenės saugumu, finansiniais nuostoliais ar reputacijos praradimu [16]. Tad siekiant išvengti pastarųjų grėsmių yra siūloma krizinių situacijų valdymą patikėti asmenims, kurie pasižymi reflektyvaus mąstymo, organizuotumo ir emocinio stabilumo gebėjimais.

Streso valdymas darbe (angl. *Handling Work Stress*). Stresinių situacijų didėjimą vis dažniau lemia greitėjantis gyvenimo tempas, kuris iššaukia vis naujus pokyčius darbo aplinkoje (pvz.: pasikeitusi vadovybė, padidėję reikalavimai ir pan.). Individui, nuolatos slopinant stresą neretai pasireiškia ūminiai streso atvejai, kurie dažnu atveju iššaukia sveikatos pablogėjimą, įvairius sutrikimus, įskaitant depresiją, perdegimą ar lėtinio nuovargio sindromą [17]. Tokiu atveju darbinėje veikloje, kurioje apstu pokyčių bei stresinių situacijų, emocinis stabilumas yra būtinybė. Šis gebėjimas leidžia susidoroti su aukštu streso lygių, suvaldyti neigiamas emocijas bei nusivylimą. Įveikęs šias kliūtis asmuo geba priimti pokyčius, bei neigiamus padarinius paversti konstruktyviais sprendimais.

Kūrybiškas problemų sprendimas (angl. *Solving Problems Creatively*). Originalumo trūkumas šių dienų visuomenėje tampa vis dažnesne problema. Pastaroji ypač juntama profesinėje veikloje, kuomet stokojama kūrybiškų sprendimų siekiant išspręsti organizacines problemas. Kūrybiškai į problemą iš daugelio aspektų gebantis pažvelgti žmogus, neretai trūkumus paverčia privalumais ir suranda originalius sprendimus. Mokslininkų Pulakos, Arad, Donovan, Plamondon teigimu, originalumas individui leidžia kurti neįprastas bei unikalias idėjas, kurios išvysto kūrybiškus problemos sprendimo būdus [1]. Savybės, kurias žmogus įgyja ieškodamas alternatyvių problemos sprendimų būdų, padeda prisitaikyti prie naujų arba kintančių situacijų.

Nenumatytų situacijų valdymas darbe (angl. *Dealing Effectively With Unpredictable or Changing Work Situations*). Ši kaip ir anksčiau paminėtoji streso valdymo darbe dimensija orientuojasi į individo prisitaikymą, kurį sąlygoja tokie veiksmai kaip organizacijos struktūros pertvarkymas, biudžeto mažinimas ir kt. Moksliniai tyrimai atkleidžia, jog tokios asmeninės asmens savybės kaip atvirumas, smalsumas bei imlumas naujai aplinkai ir įvykiams padeda į permainas žvelgti natūraliai bei imtis naujų planų įgyvendinimo [1].

Darbo užduočių, technologijų ir procesų išmanymas (angl. *Learning Work Tasks, Technologies and Procedures*). Šių dienų visuomenėje, kuomet technologijos vystosi eksponentiniu greičiu, darbo užduočių, technologijų ir procesų išmanymas tampa vienu svarbiausių gebėjimų. Galima pastebėti, jog profesinėje aplinkoje nebepakanka išmanyti tik vieną sritį ar būti kompetentingu tam tikroje veikloje, nes vis dažniau minima darbuotojų kompetencijų įvairovė. Imlumas informacijai, procesų eigos išmanymas, mokslininkų nuomone, yra būdingas asmenims, kurie pasižymi iniciatyvumu, atvirumu, kognityviniu lankstumu ir motyvacija. Būtent pastaroji pokyčių metu skatina individą imtis veiksmų, kurie pagerina darbo efektyvumą, plečiant turimas žinias bei mokantis naujų darbo įgūdžių prieš atsirandant jų poreikiui [1].

Tarpasmeninių santykių valdymas (angl. *Demonstrating Interpersonal Adaptability*). Tarpasmeninių santykių dimensija visais laikais buvo svarbi tiek asmeniniame gyvenime, tiek darbo aplinkoje, siekiant užsibrėžtų rezultatų. Kuomet kiekvienas komandos narys sąmoningai suvokia asmenines užduotis, išsikelti tikslai įgyvendinami daug greičiau. Šiuo atveju dėmesys yra sutelkiamas ne į vidinį komandos funkcionavimą, o į užduočių ir situacijos valdymą. Sėkmingai tarpasmeninius santykius valdantiems žmonėms būdinga savybė – socialumas. Pastarosios savybės dėka asmuo geba lengvai užmegzti ryšį su kitais komandos nariais, lengvai įsilieja į komandinį darbą bei yra atviras ir pasiryžęs bendradarbiauti net ir vykstant pokyčiams organizacijoje [1].

Kultūrinė adaptacija (angl. *Displaying Cultural Adaptability*). Globalizacijos paveiktoje visuomenėje darbas profesinėje aplinkoje su skirtingų kultūrų atstovais tampa vis labiau natūralesnis procesas šiuolaikinėse Lietuvos organizacijose. Tai, kad ši veikla duotų teigiamus darbo rezultatus,

darbuotojams keliami reikalavimai – komunikuoti su kitų kultūrų atstovais, išmanyti jų kultūrines vertybes, istoriją ir politiką. Šias dedamąsias privalu ne tik pažinti, bet ir priimti. Kultūrine adaptacija pasižymintys asmenys spinduliuoja atvirumu bei noru bendradarbiauti su kitos kultūros atstovais, o šios savybės padeda suprasti kito žmogaus poelgius ir mintis įvairiose situacijose [1].

Gera fizinė savijauta (angl. *Demonstrating Physically Oriented Adaptability*). Ši dimensija yra susijusi su įvairiais fiziniais veiksniais (pvz.: šaltis, klimatas, triukšmas ir t. t.), kurie dar ir dabar turi įtakos tam tikrų profesijų atstovų gebėjimui prisitaikyti (pvz.: kariai, ekspeditoriai ir kt.). Tyrimai rodo, jog asmenų pasižyminčių gera fizine savijauta produktyvumas kritiniu laikotarpiu nepakinta. Tai reiškia, jog asmenys, kuriems būdinga gera fizine savijauta, geba lengviau prisitaikyti prie pokyčių.

Apibendrinant gebėjimo prisitaikyti dimensijas galima teigti, jog jos yra detalizuojamos per 8 dedamąsias: krizinių situacijų ir streso valdymas, kūrybiškas sprendimų priėmimas, nenumatytų situacijų valdymas, darbo užduočių, technologijų ir procesų išmanymas, tarpasmeninių santykių valdymas, kultūrinė adaptacija bei gera fizinė savijauta. Šios dimensijos ne tik įprasmina darbuotojų gebėjimą prisitaikyti, bet ir įgalina detaliau pažvelgti į skirtingas darbuotojų savybes ir charakteristikas, kurie atsispindi individų elgsenoje pokyčių laikotarpiu.

4. Išvados

1. Susisteminus skirtingas gebėjimo prisitaikyti apibrėžtis moksliniame kontekste, šį darbuotojų gebėjimą galima interpretuoti kaip bendrą asmens gebėjimą(-us); socialinį / profesinį įgūdį(-ius); psichologinį konstruktą / šaltinį / darinį / išteklių; asmens pasirengimą ir prisitaikymą darbo aplinkoje.
2. Gebėjimas prisitaikyti yra sudėtingas procesas, kuris reiškiasi per aštuonias dimensijas: krizinių situacijų ir streso valdymas, kūrybiškas sprendimų priėmimas, nenumatytų situacijų valdymas, darbo užduočių, technologijų ir procesų išmanymas, tarpasmeninių santykių valdymas, kultūrine adaptacija ir gera fizine savijauta. Kiekviena iš šių dimensijų išryškina skirtingas darbuotojų savybes ir gebėjimus, kurie atsispinti jo elgsenoje, siekiant prisitaikyti prie pokyčių aplinkos ir sėkmingai joje veikti.

Literatūra

1. PULAKOS, E., ARAD, S., DONOVAN, M. A., PLAMONDON, K. E. Adaptability in the workplace: Development of a taxonomy of adaptive performance. *Journal of Applied Psychology* [interaktyvus]. 2000, 85(4), 612 [žiūrėta 2021-02-20]. Prieiga per: https://doi.org/10.1037/0021-9010.85.4.612.

2. GUDŽINSKIENĖ, V., RAILIENĖ, A. *Gyvenimo įgūdžių ugdymo ir ugdymo karjerai sąsaja: bendrojo lavinimo kontekstas*. Acta Paedagogica Vilnensia, 2012, 29, 61–72. ISSN 1392-5016.
3. KOLBERGYTĖ, A., INDRAŠIENĖ, V. Konsultuojamojo ugdymo kompetencijos taikymo galimybės socialinių darbuotojų rengime: teorinės prielaidos. *Socialinis darbas*. 2012, 11.1, 73–84. ISSN 2029-2775.
4. FOMINIENĖ, V. B., ŠVAGŽDIENĖ, B., MIKALAUSKAS, R. Naujų darbuotojų adaptacija šiuolaikinėje sporto organizacijoje. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos*. 2009, 1, 87–94. ISSN 1648-9098.
5. DUFFY, R. D. Sense of control and career adaptability among undergraduate students. *Journal of Career Assessment* [interaktyvus]. 2010, 18.4, 420–430 [žiūrėta 2021-02-20]. Prieiga per: https://doi.org/10.1177/1069072710374587.
6. OMAR, S., NOORDIN, F. Moderator influences on individualism-collectivism and career adaptability among ICT professionals in Malaysia. *Procedia Economics and Finance* [interaktyvus]. 2016, 37, 529–537 [žiūrėta 2021-02-20]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/S2212-5671(16)30161-7.
7. MALINAUSKAS, R. Sporto pedagogų socialinių įgūdžių raiška socialinio rengimo kontekste. *Pedagogika*. 2002, 190–195. ISSN 1392-0340.
8. SMALIUKIENE, R., KORSAKIENE, R., TVARONAVICIENE, M. Career management opportunities in international labour market: A theoretical perspective. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* [interaktyvus]. 2014, 110, 293–300 [žiūrėta 2021-02-20]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.873.
9. STANIŠAUSKAITĖ, V. Aukštųjų mokyklų studentų karjeros planavimo gebėjimų ugdymas studijų proceso metu: studentų požiūris. *Master's Thesis*. 2010.
10. NEUREITER, M., TRAUT-MATTAUSCH, E. Two sides of the career resources coin: Career adaptability resources and the impostor phenomenon. *Journal of Vocational Behavior* [interaktyvus]. 2017, 98, 56–69 [žiūrėta 2021-02-20]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.jvb.2016.10.002.
11. SUPER, D. E., KNASEL, E. G. Career development in adulthood: Some theoretical problems and a possible solution. *British Journal of Guidance and Counselling* [interaktyvus]. 1981, 9.2, 194–201 [žiūrėta 2021-02-20]. Prieiga per: https://doi.org/10.1080/03069888108258214.
12. HIRSCHI, A., HERRMANN, A., KELLER, A. C. Career adaptivity, adaptability, and adapting: A conceptual and empirical investigation. *Journal of Yocational Behavior* [interaktyvus]. 2015, 87, 1–10 [žiūrėta 2021-02-20]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.jvb.2014.11.008.
13. RUDOLPH, C. W., LAVIGNE, K. N., ZACHER, H. Career adaptability: A meta-analysis of relationships with measures of adaptivity, adapting responses, and adaptation results. *Journal of Vocational Behavior*

[interaktyvus]. 2017, 98, 17–34 [žiūrėta 2021-02-20]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.jvb.2016.09.002.
14. SULISTIANI, W., HANDOYO, S. Career adaptability: The influence of readiness and adaptation success in the education context: A literature review. *3rd ASEAN Conference on Psychology, Counselling, and Humanities (ACPCH 2017)* [interaktyvus]. Atlantis Press, 2018, 159–169 [žiūrėta 2021-02-20]. Prieiga per: https://doi.org/10.2991/acpch-17.2018.32.
15. MCCLEESE, C. S., EBY, L. T., SCHARLAU, E. A., & HOFFMAN, B. Hierarchical, job content, and double plateaus: A mixed-method study of stress, depression and coping responses. *Journal of Vocational Behavior* [interaktyvus]. 2007, 71.2, 282–299 [žiūrėta 2021-02-20]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.jvb.2007.05.001.
16. COOMBS, T. W. *Crisis Management and Communications*. 2007.
17. KERR, J. I. ir kt. The effects of acute work stress and appraisal on psychobiological stress responses in a group office environment. *Psychoneuroendocrinology*. 2020, 121, 104837.

AUTOMOBILIO STABILUMO TYRIMAS AUTOMOBILIUI JUDANT KREIVALINIJINE TRAJEKTORIJA

Aliukas V.[1], Vaičiulis D.[1]

[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: posūkis, stabilumas.

1. Įvadas

Viena iš esminių priežasčių, kodėl įvyksta avarijos, tai automobilio stabilumo praradimas. Vienas iš stabilumo veiksnių yra važiuojamoji kelio danga. Esant skirtingai kelio dangai svarbiausia yra įvertinti ratų sukibimo koeficientą su kelio danga [1]. Kitas stabilumo veiksnys – transporto priemonės dinamika posūkyje ties sukibimo riba [2]. Automobilių stabilumas posūkiuose tiesiogiai priklauso nuo važiavimo greičio, išcentrinio pagreičio ir virtimo momento parametrų [3]. Taip pat verta paminėti, jog ypatingai svarbu atsižvelgti ir į automobilių svorio centro aukštį [4]. Automobilio techniniai parametrai turi būti optimalūs, kad automobilis išliktų stabilus esant įvairioms oro sąlygoms, važiuodamas tiesiai, atlikdamas posūkį, ar judant dideliu greičiu ir pan.

Tikslas – ištirti automobilio stabilumą slydimui keičiant automobilio greitį esant kreivalinijiniam judėjimui.

2. Dinaminis modelis

Pasirinktas 14 laisvės laipsnių automobilio modelis [5].

Kėbulas turi šešis laisvės laipsnius, o du laisvės laipsniai tenka kiekvienam iš keturių ratų, įskaitant vertikalios pakabos eigą ir ratų sukimąsi. Kėbulas laikomas absoliučiai standžiu. Su automobilio masės centru susieta vietinė koordinačių sistema *uvw* (žr. 1 pav.).

Automobilio dinaminis modelis sudarytas naudojant šias prielaidas [5]:

- priekinės ašies ratai pasisuka vienodu kampu $\delta f = \delta$, o galinės ašies ratai yra nevaldomi;
- priekinio atstojamojo rato vairavimo kampas yra mažas;
- transporto priemonė suskaidyta į penkias mases: kėbulo masė ir keturių ratų masės;
- naudojamas linijinis padangų mechanikų modelis;

- kairės ir dešinės pusės padangos praslydimo kampai yra vienodi;
- skersinės jėgos yra proporcingos padangų slydimo kampams, t. y. skersinė jėga $F_c = C_\alpha\ \alpha$, čia C_α yra padangos „standumas“ posūkyje, α yra padangos praslydimo kampas;
- aerodinamikos poveikis tarp kairės ir dešinės pusės padangų yra nepaisomas.

1 pav. Automobilio dinaminio modelio schema [5]

Darbe [5] laikoma, kad ratą veikia dviejų tipų jėgos: $F_{[x,y,z]\,s}$ – ratą veikianti jėga ir $F_{d\,[x,y,z]\,ij}$ – papildoma jėga, kuri atsiranda ratuose per pakabos jungtis, dėl reakcijos jėgų.

Automobilio modelio judesio lygtys [5]:

$$m\left(\dot{u} + \omega_y w - \omega_z\right) = \sum\left(F_{xsij}\right) + m\ g\ \sin\theta; \tag{1}$$

$$m(\dot{v} + \omega_z u - \omega_x w) = \sum\left(F_{ysij}\right) + m\ g\ \sin\phi\ \cos\theta; \tag{2}$$

$$m\left(\dot{w} + \omega_x v - \omega_y u\right) = \sum\left(F_{zsij} + F_{dzij}\right) - m\ g\ \cos\phi\ \cos\theta; \tag{3}$$

$$J_x\dot{\omega}_x = \sum(M_{xij}) + \frac{(F_{zslf} - F_{zsrf})c + (F_{zslr} - F_{zsrr})c}{2}; \tag{4}$$

$$J_y\dot{\omega}_y = \sum(M_{yij}) + (F_{zslr} - F_{zsrr})b - (F_{zslf} + F_{zsrf})a; \tag{5}$$

$$J_z\dot{\omega}_z = \sum\left(M_{zij}\right) + \left(F_{yslf} - F_{ysrf}\right)a - \left(F_{yslr} + F_{ysrr}\right)b\ + \\ + \frac{(-F_{xslf} + F_{xsrf})c + (-F_{xslr} + F_{xsrr})c}{2}; \tag{6}$$

čia m – transporto priemonės masė; $\dot{u}$, $\dot{v}$, $\dot{w}$ – kėbulo išilginis, šoninis ir vertikalus pagreitis; ω_x, ω_y, ω_z, – kėbulo kampiniai greičiai atitinkamai apie x, y ir z ašis; u, v, w – kėbulo išilginis, šoninis ir vertikalus greitis; g – laisvojo kritimo pagreitis; θ, ϕ – kėbulo polinkio ir posvyrio kampas; F_{xsij}, F_{ysij}, F_{zsij} – ratą ij veikiančios jėgos atitinkamai išilgai x, y, z ašies; F_{dzij} – papildoma jėga veikianti ratus; ij – apatinių indeksų reikšmės: lf – kairysis priekinis ratas, rf – dešinysis priekinis ratas, lr – kairysis galinis ratas, rr – dešinysis kairinis

ratas; J_x, J_y, J_z – kėbulo masės inercijos momentai atitinkamai apie *x*, *y* ir *z* ašis; $\dot{\omega}_x$, $\dot{\omega}_y$, $\dot{\omega}_z$ – kėbulo kampiniai pagreičiai atitinkamai apie *x*, *y* ir *z* ašis; c – vėžės plotis; b – atstumas nuo masės centro iki galinės ašies; a – atstumas nuo masės centro iki priekinės ašies; M_{xij}, M_{yij}, M_{zij} – momentai veikiantys ratą *ij* atitinkamai apie *x*, *y*, *z* ašis.

Jėgos veikiančios ratus [5]:

$$F_{xsij} = F_{xgsij} + m_u\, g\, \sin\theta - m_u \dot{u}_{uij} + m_u \omega_z v_{uij} - m_u \omega_y w_{uij}; \quad (7)$$

$$F_{ysij} = F_{ygsij} - m_u\, g\, \sin\phi\, \cos\theta - m_u \dot{v}_{uij} + \\ + m_u \omega_x w_{uij} - m_u \omega_z u_{uij}; \quad (8)$$

$$F_{zsij} = x_{sij} k_{sij} + \dot{x}_{sij} b_{sij}; \quad (9)$$

čia F_{xgsij}, F_{ygsij} – jėga, veikianti padangos ir kelio sąlyčio vietoje *x* ir *y* ašių kryptimis; m_u – rato masė; u_{uij}, v_{uij}, w_{uij} – rato masės pradinis išilginis, šoninis, vertikalus greitis; $\dot{u}_{uij}$, $\dot{v}_{uij}$ – rato masės pradinis išilginis, šoninis pagreitis; x_{sij} – momentinis pakabos spyruoklės suspaudimas; $\dot{x}_{sij}$ – momentinis pakabos spyruoklės suspaudimo greitis; k_{sij} – pakabos standumas; b_{sij} – pakabos slopinimas.

Momentai veikiantys ratus [5]:

$$M_{xij} = F_{ygsij} r_{ij} + F_{ysij} l_{sij} = F_{ygsij}\left(l_{sij} + r_{ij}\right) - \\ -\left(m_u sin\phi cos\theta + m_u \dot{u}_{uij} - m_u \omega_x + + m_u \omega_z u_{uij}\right) \cdot l_{sij}; \quad (10)$$

$$M_{yij} = -(F_{xsgij} r_{ij} + F_{xsij} l_{sij}) = -F_{xsgij}\left(l_{sij} + r_{ij}\right) - \\ -\left(-m_u g sin\theta + m_u \dot{u}_{uij} - m_u \omega_z v_{uij} + m_u \omega_y w_{uij}\right) \cdot l_{sij}; \quad (11)$$

$$M_{zij} = 0; \quad (12)$$

čia $l_{sij} = h - r_0 + \left(\frac{mb}{2(a+b)} + m_u\right)/k_t - x_{sij} + \frac{mb}{2(a+b)k_s}$ – momentinis statramsčio ilgis; $r_{ij} = \frac{r_0 - x_{tij}}{cos\phi\, \cos\theta}$ – momentinis padangos spindulys; r_0 – nominalus padangos spindulys; x_{tij} – momentinis padangos nusėdimas; m_{uf} – priekinio rato masė; k_{tf} – priekinės padangos standumas; k_{sf} – priekinės pakabos standumas; *a* ir *b* – atstumas nuo masės centro iki priekinės ir galinės ašies.

Automobilio šoninė trinties jėga:

$$F_{tr} = F_{yg} = C_x \tan^{-1}\left(v_g / u_g\right); \quad (13)$$

čia C_x – padangų išilginis standumas, u_g, v_g – padangų išilginis ir šoninis greičiai sąlyčio su žeme vietoje [5]:

$$u_g = \cos\theta\left(u_u - \omega_y R\right) + \sin\theta\left(w_u \cos\phi + \sin\phi(\omega_x R + v_u)\right); \quad (14)$$

$$v_g = \cos\phi(v_u + \omega_x R) - w_u \sin\phi; \quad (15)$$

$R = (r_0 - x_t)/(\sin\phi \cos\theta)$ – momentinis padangos spindulys; u_u, v_u, w_u – ratų masės pradinis išilginis, šoninis, vertikalus greičiai; x_t – momentinis padangų nusėdimas.

Taikant skaitinius metodus išsprendus (1)–(6) lygčių sistemą apskaičiuojamos x, y, z – automobilio judėjimo trajektorijos koordinatės, ϕ, θ, ψ – automobilio posvyrio, polinkio, posūkio kampai atitinkamai apie x, y ir z ašis, u, v, w, $\dot{u}$, $\dot{v}$, $\dot{w}$, ω_x, ω_y, ω_z, $\dot{\omega}_x$, $\dot{\omega}_y$, $\dot{\omega}_z$.

3. Stabilumo tyrimas

Tirto automobilio parametrai pateikti 1 lentelėje. Tiriant laikoma, kad kelias yra horizontalus.

Automobilio priekinių ratų susukimo kampo kitimo dėsnis ir automobilio svorio centro važiavimo greičio kitimo dėsnis atitinkamai pateikti 2 ir 3 paveiksluose.

Automobilio važiavimo trajektorija pateikta 4 paveiksle.

1 lentelė

Automobilio dinaminio modelio rodikliai

Žymuo	**Parametro rodikliai**	**Vertė**
m	Kėbulo masė	1 400 kg
J_x	Kėbulo masės inercijos momentas apie *x* ašį	900 kg·m^2
J_y	Kėbulo masės inercijos momentas apie *y* ašį	2 000 kg·m^2
J_z	Kėbulo masės inercijos momentas apie *z* ašį	2 420 kg·m^2
a	Atstumas nuo masės centro iki priekinės ašies	1,14 m
b	Atstumas nuo masės centro iki galinės ašies	1,4 m
h	Automobilio masės centro aukštis	0,75 m
c	Tarpuvėžis	1,5 m
k_{sf}	Priekinės pakabos standumas	35 000 N/m
k_{sr}	Galinės pakabos standumas	30 000 N/m
m_u	Ratų masė	80 kg
k_t	Padangos standumas	200 000 N/m
r_0	Nominalus padangos spindulys	0,285 m
C_x	Padangos išilginis standumas	5 000 N

Automobilį veikianti išcentrinė jėga:

$$F_{iš} = \frac{m \cdot v^2}{R_c}; \quad (16)$$

čia v – automobilio svorio centro greičio kitimas; R_c – automobilio judėjimo trajektorijos kreivumo spindulys.

2 pav. Priekinių ratų susukimo kampo α kitimas

3 pav. Automobilio svorio centro linijinio greičio u kitimas

4 pav. Transporto priemonės svorio centro trajektorija (rodyklė nurodo automobilio judėjimo kryptį)

Bet kokios kreivės kreivumo spindulys [6]:

$$R_c = \sqrt{\left[1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right]^3} \Big/ \left|\frac{d^2y}{dx^2}\right| . \tag{17}$$

Nustatant automobilio judėjimo kreivumo spindulį daroma prielaidą, kad gretimus tris trajektorijos taškus jungianti kreivė visada yra kvadratinė parabolė (žr. 5 pav.). Tada taške (x_i ; y_i) transporto priemonės svorio centro judėjimo kreivumo spindulys bus:

$$R_{ci} = \frac{\sqrt{[1+(2ax_i+b)^2]^3}}{|2a|}; \tag{18}$$

čia

$$a = \frac{1}{x_i^2}\left[y_i - \frac{y_{i-1}x_i^2 - y_i x_{i-1}^2}{x_i^2 - x_{i-1}^2} - b\left(x_i + \frac{x_i x_{i-1}^2 - x_i^2 x_{i-1}}{x_i^2 - x_{i-1}^2}\right)\right]; \tag{19}$$

$$b = \frac{(y_{i+1}x_i^2 - y_i x_{i+1}^2)(x_i^2 - x_{i-1}^2) - (y_{i-1}x_i^2 - y_i x_{i-1}^2)(x_i^2 - x_{i+1}^2)}{(x_i^2 x_{i+1} - x_i x_{i+1}^2)(x_i^2 - x_{i-1}^2) + (x_i x_{i-1}^2 - x_i^2 x_{i-1})(x_i^2 - x_{i+1}^2)}. \quad (20)$$

Nepriklausomai nuo to į kurią pusę veiks $F_{iš}$, trinties jėga visada veiks priešinga $F_{iš}$ kryptimi. Todėl skaičiuojant tiek $F_{iš}$, tiek F_{tr} jų skaitinės vertės imamos visada teigiamos. Kai $F_{iš}$ yra didesnė už trinties jėgą F_{tr} automobilis pradės slysti $F_{iš}$ veikimo kryptimi. Automobilio slydimo pradžios sąlyga:

$$F_{iš} > F_{tr}. \quad (21)$$

6 paveiksle pavaizduota raudona punktyrinė linija rodo trinties jėgą (ribą kuomet automobilis praras stabilumą).

5 pav. Kreivumo spindulio skaičiuojamoji schema

6 pav. Išcentrinės jėgos kitimas

Vientisos spalvotos linijos vaizduoja automobilį veikiančią išcentrines jėgas, didinant automobilio greitį nuo 40 km/val. iki 50 km/val., kas 2 km/val. Automobilis praranda stabilumą, t. y. pradeda slysti, kai važiavimo greitis 50 km/val., laikotarpiu nuo 5,5 s iki 6 s.

4. Išvados

1. Nustatyta, kad automobilis kurio masė – 1 480 kg, svorio centro aukštis – 0,75 m, judėdamas kilpos pavidalo trajektorija, kurios vidutinis kreivumo spindulys yra 18,7 m, stabilumą praras (pradės slysti), kai važiuos didesniu nei 50 km/val. greičiu.

Literatūra

1. KEMZURAITĖ, K., MIKALIUNAS, Š., SOKOLOVSKIJ, E., GARBINCIUS, G. Automobilio judėjimo posūkyje tyrimas žiemos sąlygomis. *Mokslas – Lietuvos ateitis*. 2011, 25–28. ISBN 8511597433.
2. NICOLESCU, B. N., MACARIE T. *On the Stability of the Vehicle's Cornering Motion* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2021-02-15]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/327976441_On_the_Stability_of_the_Vehicle's_Cornering_Motion.
3. ŠERKŠNAS, A. Autovežio stovumo kelio posūkyje skaičiavimo metodika. *Transportas*. 1999, 99–101. ISBN 95435668741.
4. TENGLER, S., HARLECKI, A. *Dynamics of Vehicles With High Gravity Centre* [interaktyvus]. 2012 [žiūrėta 2021-01-15]. Prieiga per: https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2095034915301732?token=64FE31972FE83ABBE3A2A98E604C89FA4BCCF3196048863A24FB47B81AAC3FE99592498996610951C14077B5CB4B96E8.
5. CHEN, SH., NEGRUT, D. *A MATLAB R Implementation of a Set of Three Vehicle Dynamics Models* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2021-02-15]. Prieiga per: https://sbel.wisc.edu/wp-content/uploads/sites/569/2019/10/TR-2019-04.pdf.
6. *The Radius of Curvature* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-03-15]. Prieiga per: https://mathworld.wolfram.com/RadiusofCurvature.html.

TECHNOLOGINIŲ GEDIMŲ IDENTIFIKAVIMO NAUDOJANT GARSŲ ANALIZĘ TYRIMAS

Bačelis M.[1], Vanagas G.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: skaitmeninių signalų procesorius, technologinių gedimų identifikavimas.

1. Įvadas

Garso sistemos naudojamos ne tik informacijos apsikeitimui ar pramogų industrijoje, bet ir technologinių įrenginių valdyme. Šiuolaikinėse garso sistemose plačiai naudojami DSP (angl. *Digital Signal Processor*), signalų apdorojimo procesoriai. DSP realiame laike atlieka matematinį signalų apdorojimą. Adaptavus DSP technologinių garsų analizei atsiranda galimybės projektuoti sistemas įrenginių gedimų identifikavimui.

Naudojant technologinių gedimų atpažinimo sistemas, gedimus galima pastebėti ankstyvose jų stadijose ir išvengti galimų gamybos proceso trikdžių. Informacijos apie įrenginio duomenis apie jo būseną gavimui, naudojamos įvairios sistemos, jutikliai ir metodai. Tai gali būti vibraciniai jutikliai, padidėjusių variklio vibracijų nustatymui, mikrofonai pasikeitusių įrenginio skleidžiamų akustinių bangų identifikavimui, variklio srovės pokyčių analizė. Kad šią informaciją būtų galima panaudoti procesų kontrolei reikalingas jutiklių signalų apdorojimas. Tam naudojami gali būti naudojami kompiuteriai, valdikliai ar *DSP*.

Tikslas – ištirti technologinių gedimų identifikavimo, naudojant garsų analizę, galimybes.

2. Technologinius gedimus aptinkančios sistemos

Pramonėje naudojamos, variklių technologinius gedimus identifikuojančios sistemos naudoja vibracijų, garsų ir srovės pokyčių analizės priemones. Vibracijų aptikimo būdas yra tikslus, tačiau vibracijos jutiklis turi būti montuojamas ant variklio [1].

Garsų analizės sistemose naudojami mikrofonai. Atsiradus gedimui variklio skleidžiamo triukšmo spektras yra kitoks negu variklio be technologinio gedimo. Išanalizavus tvarkingus ir charakteringus gedimus

turinčius variklius, galima palyginimo metodu nustatyti ar veikiantis variklis neturi defektų. Šios sistemos privalumas lyginant su vibracinėmis sistemomis yra, kad jutiklis nėra montuojamas tiesiogiai ant variklio. Tačiau šio tipo sistemos yra labiau veikiamos aplinkoje esančių trikdžių, kadangi mikrofonas perduoda ir kitus, įvairių įrenginių skleidžiamus, garsus [1].

Plačiai naudojamos sistemos paremtos variklio srovės analize. Metodas paremtas variklio statoriaus srovės pokyčiu atsiradus technologiniam gedimui. Šis metodas tampa vis populiaresnis dėl nesudėtingo naudojimo [2], kadangi srovės matavimui užtenka išorinio jutiklio ir šių matavimų neveikia išoriniai trikdžiai.

Temperatūrinės gedimo aptikimo sistemos naudoja infraraudonųjų spindulių kameras. Šios sistema taip pat pasižymi tuo kad analizė atliekama neveikiant variklio. Temperatūrą matuojanti kamera pastatoma šalia variklio ir vaizdų apdorojimo įrenginiai iš gaunamos informacijos nustato variklio temperatūrą [3, 4].

Dažniausiai naudojamos vibracijų analizės sistemos, kadangi jos gali tiksliai identifikuoti vieną dažniausių technologinių problemų – guolių gedimus. Technologiniams gedimams susijusiems su rotoriaus gedimais ir rotoriaus nuokrypiu vis plačiau taikomas variklio srovės analizės metodas. Garso analizės sistemos nėra plačiai naudojamos, tačiau sparčiai tobulėjant skaitmeniniams signalų procesoriams, jų pritaikymo galimybės yra vis dažniau analizuojamos.

Variklių apsaugos sistemose iš įrenginių ir jutiklių gaunamų signalų eliminuojami trikdžiai, kita nereikalinga informacija. Filtruojami ir sustiprinami reikiami parametrai. Klasikinė signalų apdorojimo blokinė diagrama (žr. 1 pav.) susideda iš analoginio signalo filtro, keitiklio analogas-kodas (angl. *Analog-to-Digital Converter*, ADC), skaitmeninio signalo procesoriaus, keitiklio kodas-analogas (angl. *Digital-to-Analog Converter*, DAC) ir rekonstrukcinio filtro.

1 pav. Skaitmeninio signalo apdorojimo blokinė schema [2]

Signalų apdorojimui naudojami žemo dažnio, aukšto dažnio ar juostiniai filtrai. Signalai analizuojami laiko arba, atlikus Furjė transformaciją, dažnio srityje. Atskirai galima išskirti plačiai naudojamus baigtinio impulso atsako filtrus (angl. *Finite Impulse Response*, FIR) ir begalinio impulso atsako filtrus (angl. *Infinite Impulse Response*, IIR).

Plačiausiai naudojami signalų analizės metodai yra susiję su Furjė transformacija ir FIR ar IIR filtrais.

Furjė transformacija konvertuoja signalą iš laiko srities į dažnių sritį Pagrindinė Furjė transformacija pagal kurią sudaryti kiti šios transformacijos algoritmai yra Diskrečioji Furjė transformacija:

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n * e^{-\frac{i2\pi}{N} * kn}; \quad (1)$$

čia X_k – išėjimo skaičių eilutė; N – tiriamos kompleksinių skaičių eilutės ilgis); n – skaičiaus numeris eilutėje; x_n – įėjimo skaičių eilutė; k – skaičius priklausantis aibei $k \in [0, N-1]$.

Šiuolaikiniai Furjė transformacijos algoritmai, kaip greitoji Furjė transformacija (angl. *Fast Fourier Transform*, FFT), yra pritaikyti dirbti su įvairaus galingumo sistemomis skirtomis apdoroti signalus. Šis algoritmas sumažina skaičiavimams reikalingų taškų skaičių nuo $2 * N^2$ iki $2 * log_2 N$ [5] ir sudaro galimybes mažos galios procesoriams apdoroti signalus, o galingesniems procesoriams tai padaryti greičiau.

FIR ir IIR filtrų naudojimas priklauso nuo signalą apdorojančios sistemos galingumo. Jeigu sistema geba atlikti nedidelį skaičių instrukcijų naudojami FIR filtrai, kurie neturi grįžtamojo ryšio ir jų tikslumas yra mažesnis. Sistemose su dideliu instrukcijų skaičiumi naudojami IIR filtrai, kurie turi grįžtamąjį ryšį ir pasižymi didesniu tikslumu.

3. Tyrimo metodika

Atliekant eksperimentus buvo naudojamas skaitmeninis signalų procesorius ADAU1701 su išplėtimo plokšte EVAL-ADAU1701MINIZ (žr. 2 pav.). Garso įrašų bibliotekos sudarymui naudotas mobilus įrenginys POCOPHONE F1 su integruotu mikrofonu ir aplikacija garso įrašymui. EVAL-ADAU1701MINIZ sąsajai su kompiuteriu naudota I2C į USB ryšio plokštė. Išeinančio audio signalo kontrolei naudotos ausinės, prijungtos per 3,5 mm jungtį. Charakteringi garso įrašai surinkti gamybinėje aplinkoje buvo išsaugomi ir po to analizuojami su skaitmeniniu signalų procesoriumi.

2 pav. Matavimo įrangos struktūrinė schema

Garso įrašų analizei taip pat buvo naudota *MATLAB*, *SigmaStudio* ir *Audacity* programinė įranga. *MATLAB* buvo naudojama garso įrašų FFT transformacijai, FIR filtrų koeficientų skaičiavimams. *SigmaStudio* aplinkoje sudaryta programa skaitmeniniam signalų procesoriui ADAU1701. Programa *Audacity* buvo naudojama garso įrašų sutvarkymui.

4. Tyrimo rezultatai

Technologinių įrenginių gedimams atpažinti reikalingas įrenginio be defekto (atraminis) garso įrašas ir sugedusio įrenginio skleidžiamo triukšmo garso įrašas. Turint atraminį garso įrašą, apskaičiuojami charakteringi normaliai funkcionuojančių įrenginių spektro dažniai. Pagal šį įrašą pasirenkamas garso įrašo imties dydis (angl. *Sample Size*) ir imties skaidymo dažnis (angl. *Sample Rate*).

Pirmasis atliktas tyrimas atliktas trifaziui asinchroniniam grandiklinio transporterio varikliui, kuris naudojamas grūdų transportavimui. Šis technologinis įrenginys yra eksploatuojamas gamyklinėse patalpose, kuriose yra naudojama ir daug kitų technologinių įrenginių, būna įmonės darbuotojai. Ištirti du garso įrašai, pirmasis variklis be technologinio gedimo (žr. 3 pav.), antrasis variklis su technologiniu gedimu (žr. 4 pav.). Šio įrenginio technologinis gedimas yra atsilaisvinęs diržas tarp variklio ir reduktoriaus, kuris suka grandiklinio transporterio grandinę. Pritaikius 800-osios eilės FIR filtrus *MATLAB* programoje nustatyta kad, šio grandiklinio transporterio gedimas atitinka 595 Hz dažnį (žr. 5 pav.).

Garso įrašams pritaikius greitąją Furjė transformaciją gautuose grafikuose vaizduojami dažniai iki 10 kHz. Kadangi dažnių srityje virš 3 kHz dažnių amplitudės yra nedidelės, neviršija 0,5 * 10^{-3}, pateiktuose grafikuose dažnių sritis yra apribojama iki 3 kHz.

3 pav. Grandiklinio transporterio variklio be gedimo dažnio srities grafikas

4 pav. Grandiklinio transporterio variklio su gedimu dažnio srities grafikas

5 pav. *SigmaStudio* programinė aplinkoje sudaryti FIR filtrai

Naudojant šį metodą ištirtos 4 technologinių gedimų rūšys – atsilaisvinusio diržo, susidėvėjusių guolių, ašmenų liečiančių metalinę apsaugą ir nepasiekiamos sklendės galinės padėties. Šių tyrimų rezultatai pateikti 1 lentelėje. Susidėvėjusių guolių tyrimo metu ištirtas valymo įrenginio variklis, kurio darbo metu buvo girdimas susidėvėjusių guolių skleidžiamas garsas. Ašmenų liečiančių metalinę apsaugą ir sklendės nepasiekiamos galinės padėties gedimai tiriami tam pačiam technologiniam įrenginiui, sklendei po grūdų talpa. Metalinės apsaugos lietimo trumpalaikis gedimas nesukelia pavojaus sklendės variklio veikimui, tačiau jo sukeliamas garsas sudaro nepalankias sąlygas dirbantiems darbuotojams. Sklendės nepasiekiamos galinės padėties gedimą sukelia galinės padėties jutiklio gedimas. Sugedus galinės padėties jutikliui ar atsilaisvinus tvirtinimui ir jam pakeitus padėtį sklendės variklis veikia visą laiką, kas toliau gali būti šio variklio pažeidimo priežastimi.

Sekančiame etape buvo atliktas tyrimas dėl pašalinių variklių dirbančių netoli tiriamo variklio poveikio garso įrašui. Tyrimas atliktas

naudojant 4 įrenginius, kurių atstumai nuo tiriamo įrenginio siekė nuo 0,5 metro iki 4 metrų. Įrašinėjant grandiklinio transporterio variklio garso įrašą buvo po vieną paleisti šalia esantys įrenginiai, kaušiniai elevatoriai ir sraigtinis transporteris. Atlikus tyrimą nustatyta kad, pašaliniai įrenginiai esantys daugiau nei 0,5 metrų atstumu nuo garso įrašo įrašymo įrenginio neturi įtakos sudarytam technologinių gedimų aptikimo algoritmui.

1 lentelė

Technologinių gedimų tyrimų rezultatai

Technologinis gedimas	**Įrenginio be gedimo skleidžiamo garso charakteringas dažnis, Hz**	**Įrenginio su gedimu skleidžiamo garso charakteringas dažnis, Hz**
Grandiklinio transporterio atsilaisvinusio diržo tarp variklio ir reduktoriaus gedimas	183	595
Valymo įrenginio su susidėvėjusias guoliais gedimas	245	767
Sklendės su liečiama metaline apsauga gedimas	245	7824
Sklendės su nepasiekiama galine padėtimi gedimas	229	6511

Atlikus tyrimus ir identifikavus spektrinius dažnius kurie atitinka tam tikrus technologinius gedimus sudaryta blokinė diagrama (žr. 6 pav.). Šioje blokinėje diagramoje pateikta viena dalis gedimus aptinkančios programos blokinės diagramos. Skirtumas tarp pavaizduotos ir nepavaizduotų 3 šakų yra palyginami technologinio gedimo dažniai ir GPIO išėjimų numeriai. Sudarant programą susidurta su problema kad DSP ADAU1701 neturi pakankamo kiekio instrukcijų aukštos eilės FIR filtrų realizacijai. Norint naudoti 800-osios eilės FIR filtrus šioje programoje reikalinga 4100 instrukcijų, o ADAU1701 turi 1 024 instrukcijas. Todėl buvo sumažinti FIR filtrų eilės numeriai. Kad identifikuoti gedimą, sukurta programa naudoja 100-osios ir 150-osios eilės FIR filtrus. Tai realizuojama, naudojant palyginimo funkcinius blokus. Šie funkciniai blokai palygina du FIR filtrų apdorotus signalus. 100-osios eilės FIR filtras praleidžia dažnius nuo 180 Hz iki 300 Hz. Pagal gautus tyrimo rezultatai šie dažniai atitinka variklio be gedimo skleidžiamo garso dažnius. 150-osios eilės FIR filtrai praleidžia tyrimo metu nustatytus gedimo dažnius. Gauti signalai palyginami. Gavus didesnės amplitudės gedimo signalą nei įrenginio be gedimo signalą, aktyvuojama viena iš LED lempučių, indikuojanti, kad yra aptiktas gedimas.

6 pav. Gedimus aptinkančios programa blokinės diagramos dalis

Atlikus tyrimus ir sudarius programą technologinių gedimų aptikimui, nustatyta kad, įrašų kuriuose yra kitų panašaus tipo technologinių įrenginių pašaliniai triukšmai neturi įtakos sistemos matavimų patikimumui. Tačiau išoriniai garsai, kaip vėjas, sistemos patikimumą sumažina. Sistemos atsikartojamumas šiame tyrime dėl panašių gedimų retumo, nebuvo tirtas. Tačiau iš gautų duomenų galima teigti kad panašių parametrų technologinių įrenginių skleidžiami garsai yra priimtinoje dažnių nuokrypių riboje.

5. Išvados

1. Atlikus mokslinės literatūros analizę nustatyta, kad technologinių gedimų identifikavimas, naudojant veikiančių įrenginių skleidžiamų garsų pokyčius gali būti naudojamas kaip bekontaktis gedimų analizės metodas.
2. Išanalizavus grandiklinio transporterio su atsilaisvinusio diržo technologiniu gedimu garso įrašą, nustatytas šio technologinio gedimo

skleidžiamo charakteringo garso dažnis yra 595 Hz. Atitinkamai identifikuotas sudilusių guolių skleidžiamo triukšmo dažnis – 767 Hz, sklendės su ašmenų liečiančių apsaugą dažnis – 7 824 Hz, sklendės su nepasiekiama galine padėtimi dažnis – 6 511 Hz.

3. Konstatuota, kad įvykus technologiniam gedimui, jau ankstyvoje stadijoje galima stebėti skleidžiamo triukšmo lygio padidėjimą
4. Ištyrus keturių šalia stovinčių technologinių įrenginių garso įrašus ir nustačius jų darbo režimo sukeliamų garsų dažnius konstatuota kad, pašaliniai technologiniai įrenginiai neturi įtakos tiriamo technologinio įrenginio garso įrašui.
5. *SigmaStudio* aplinkoje sudaryta programa skaitmeniniam signalų procesoriui ADAU1701 gebanti aptikti ir indikuoti stebėtus atsilaisvinusio diržo, susidėvėjusių guolių, ašmenų liečiamos apsaugos ir nepasiekiamos galinės padėties technologinius gedimus.

Literatūra

1. HENRIQUEZ, P. ir kt. Review of automatic fault diagnosis systems using audio and vibration signals. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*. 2014, 44, 5, 642–652. ISSN 1083-4427.
2. TAN, L., JIANG, J. *Digital Signal Processing: Fundamentals and Applications*. Third Edit. London: Elsevier, 2019. ISBN 978-0-12-815071-9.
3. GLOWACZ, A., GLOWACZ, Z. Diagnosis of the three-phase induction motor using thermal imaging. *Infrared Physics and Technology* [interaktyvus]. 2017, 81, 7–16 [žiūrėta 2021-03-15]. Prieiga per: http://dx.doi.org/10.1016/j.infrared.2016.12.003.
4. SINGH, G. ir kt. Induction motor inter turn fault detection using infrared thermographic analysis. *Infrared Physics and Technology* [interaktyvus]. 2016, 77, 277–282 [žiūrėta 2021-03-15]. Prieiga per: http://dx.doi.org/10.1016/j.infrared.2016.06.010.
5. WANG, H. P., WANG, Z. K. The embedded VSR system design based on ARM and frequency spectrum analysis. *Proceedings – 2008 Pacific-Asia Workshop on Computational Intelligence and Industrial Application, PACIIA 2008*. 2008, 2, 488–492.

NAVIGACINIŲ TRENIRUOKLIŲ TAIKYMAS SKIRTINGŲ EUROPOS REGIONŲ AUKŠTŲJŲ MOKYKLŲ JŪRINIO PROFILIO STUDIJOSE

Bizauskas L.[1], Dubra V.[1]

[1]*Lietuvos aukštoji jūreivystės mokykla*

Raktiniai žodžiai: navigacinis treniruoklis, jūrų laivavedyba, studijos.

1. Įvadas

Modernus šiandienos laivybos transportas yra sudėtingas technologijų, mokslo, stichijų, žmogiškųjų išteklių junginys, kuris yra apjungtas daugiau nei penkiasdešimčia tarptautinių konvencijų ir sutarčių [1], be to, kaip teigia Jungtinių Tautų prekybos ir plėtros konferencija (UNCTAD), daugiau nei 80 procentų prekių, pagal tūrį, yra gabenama jūrų transportu [2]. To pasėkoje, dabartiniai laivai yra ypač pažengę technologiškai, o tai reikalauja tinkamai apmokytų specialistų, kurie sugebėtų juos teisingai ir saugiai eksploatuoti. Tuo užsiima jūrinių šalių mokymo centrai, kurie, pagal tarptautinius standartus, rengia jūrinio verslo specialistus, šiam tyrimui ypač aktualius – laivavedžius. Jūrų laivavedybos krypties studentams, tai yra intriguojantis mokslas, apimantis technologiją bei sociologiją, tačiau, bene labiausiai laukiamas ir svarbiausias jų dalykas yra plaukiojimo pradžia, atliekama navigaciniuose treniruokliuose, kurie atkuria realius laivus, plaukiojimą bei apskritai, visą jų valdymą. Kaip teigia techninis ekspertas Testeris, tai visiškai modernizuoja visą įprastą mokymosi procesą, jį greitina ir net veda prie laivų autonomiškumo netolimoje ateityje, kur treniruoklių panaudojimas ir techninis išmanymas jau būtų svarbus net nuotoliniu būdu krante dirbantiems žmonėms [3].

Jūrų laivavedybos studijas pasirinkę studentai, turi galimybę atlikti įvairias simuliuotas užduotis, išvysti skirtingas situacijas, komunikuoti ir užtikrinti saugų plaukimą iš pradinio į paskirties tašką moderniuose navigaciniuose treniruokliuose. Nors bendrieji tarptautiniai reikalavimai galioja visoms jūrų valstybėms, rengiančioms savo specialistus [4], skirtingose šalyse studijų programos yra sudarytos skirtingai, taigi studentams atlikti uždavinius treniruoklyje ar išplaukti į jūrinę plaukiojimo praktiką pavyksta nevienodu laiku, taip pat, dėl nevienodų mokymosi metodikų, jie gali priimti darbą su treniruokliu veikiami skirtingų emocijų.

Tikslas: atskleisti navigacinių treniruoklių panaudojimo mokymo procese naudą ir efektyvumą, rasti tobulintinus eksploatavimo aspektus bei įvairias galimybes, paversti juos dar produktyvesniais. Straipsnyje bus pristatyti atliktos apklausos rezultatai, skirtingų Europos studentų nuomonės palyginimai bei galimos išvados, kurios gali tapti pokyčiais, kalbant apie viso mokymo proceso kaitą, efektyvumo didinimą bei laiko, kuris skirtas studentų tobulėjimui prieš didžiuosius vandenis, racionalizavimą. Pasitelkdami apklausos tyrimo formą, išanalizuosime visas nuomones, pateiksime atsakymus į aktualiausius klausimus bei stengsimės navigacinių treniruoklių sferą paversti dar labiau efektyvia, įtaigia bei svarbiausia – veiksminga.

2. Metodika

Šis darbas yra mokslinio tyrimo, kurio pirmieji rezultatai buvo publikuoti konferencijų straipsnių rinkiniuose [5, 6], tęsinys, kurio intencija yra individualus studentų savęs įvertinimas, darbe su navigaciniu treniruokliu. Pradinėse publikacijose buvo iškelta penkiolika įvairiapusių klausimų, apimančių skirtingus navigacinio treniruoklio panaudojimo aspektus (iš kurių ir buvo sudaryta apklausos klausimynas – anketa), siekiant sužinoti studentų nuomones. Tęsiant pradėtą tyrimą, nauju siekiu tapo kiek įmanoma įvairesnės besiskiriančių nuomonių paletės sudarymas, dėl to buvo nuspręsta apklausti ne vien mūsų šalies studentus, bet ir mokslo institucijų, kurios įsikūrusios prie Adrijos bei Juodosios jūrų, atstovus, taip šiam tyrimui suteikiant tarptautinį mastą, bei galimybę sužinoti mūsų šalies nuomonės poziciją, lyginant su kitų Europos šalių jūreivystės mokyklų studentų nuomonėmis. Pastarojoje anketoje buvo galimybė pasirinkti du atsakymo būdus – vienas iš jų pilnai, dalinai, nelabai sutikti su klausimu arba visai nesutikti, kitas – palikti savo komentarą. Iš rastų jūrinės sferos disertacijos darbų pabrėžiama: imituoto laivo tiltelio treniruoklio mokymo tikslas yra padidinti kapitonų ir budinčių kapitono padėjėjų kompetenciją [7].

Tyrimo auditoriją sudarė trijų Europos regionų aukštųjų jūreivystės mokyklų, „Jūrų laivavedybos“ krypties, studentai, mokomi beveik pagal identiškas programas, bet skirtingu studijų laikotarpiu išdėstytais dalykais. Konkretizuojant, tyrimui aktualūs yra šie etapai: susipažinimas su navigaciniu treniruokliu bei pirmoji jūrinė plaukiojimo praktika. Aiškumo dėlei, šie svarbūs etapai, atsižvelgiant į mokymo institucijas, yra pateikti sisteminga (pagal studijų kursus) grafine tvarka (žr. 1 pav.).

Statistikai sudaryti buvo pasirinktas „gyvasis“, anoniminis anketavimo būdas bei „Google Forms“ anketavimo internetinis resursas (kurio pasitelkimui būtinybę sudarė II-o kurso studentų buvimas jūroje, atliekant praktiką). Siekiant įvertinti nuomonių skirtumą pagal patirtį, studentai buvo apklausiami ne kolektyviai, bet pagal mokymosi metus – kursus. Kiekvienam kursui buvo nustatytas minimalus imties dydis – 10 apklaustų respondentų. Apibendrinus apklausos rezultatus, nuo 2018 m. vasario 22 dienos, buvo

apklausti 125 respondentai. 65 iš jų buvo šiaurės Europos regiono, Lietuvos aukštosios jūreivystės mokyklos (toliau – LAJM), studentai: 15 jauniausiųjų, II-o kurso jūrų laivavedybos programos studentų, kurie jau turėjo galimybę susipažinti su navigaciniu treniruokliu ir suformuoti nuomonę apie įgytą patirtį; 32 – III-o kurso studentai, jau atlikę pirmąją plaukiojimo praktiką laivavedžiai; 20 – IV-o, baigiamojo studijų kurso studentų, kurie praleido daugiausia laiko praktikuodamiesi su navigaciniu treniruokliu.

1 pav. Lietuvos, Rumunijos, Kroatijos mokyklų susipažinimo su navigaciniu treniruokliu, bei išvykimo į plaukiojimo praktiką palyginimas

Iš centrinio Europos regiono „Mircea cel Batran“ karinės jūrų akademijos, esančios Konstancoje (Rumunija), dalyvavo 19 IV-o, baigiamojo kurso studentų, kurie turėjo galimybę išplaukti į jūrinę praktiką bei pasidarbuoti su treniruokliu. Paskutinė apklaustųjų grupė buvo iš pietinio Europos regiono – Splito universiteto (Kroatija) 10 IV-o bei 31 III-o kurso studentas. Svarbu paminėti, kad priešingai, nei prieš tai minėtųjų institucijų, Splito universiteto studentai, į plaukiojimo praktiką vyksta tik po universiteto baigimo, taigi, šiuo atveju, jų anketos atsakymai yra paremti vien tik teorinių mokslų žiniomis bei interpretacijomis. Surinkti apklausos rezultatai buvo suskaičiuoti ir konvertuoti į statistinį modelį, toliau straipsnyje pateikti akivaizdesniu skritulinės diagramos grafišku modeliu.

3. Apklausos rezultatai

Ne paslaptis, kad jauni, energingi ir žingeidūs studentai nuolat galvoja apie didesnį jų išsvajotos profesijos praktinių užsiėmimų skaičių, ypač prasidėjus pirmajam semestrui, kuomet studijų programoje yra įtraukti bendrojo lavinimo dalykai. Vienintelis būdas greičiau patirti profesijos teikiamą malonumą yra darbas navigaciniame treniruoklyje, kur, kiek įmanoma tiksliau, yra atkuriama navigacijos realybė. Deja, ne visuose institucijose, darbas su treniruokliu yra numatytas ankstyvuosiuose studijų metuose. Tik prasidėjus antram studijų kursui jie pradeda mokytis dalykus, didžiąja dalimi susijusius su laivyba ir tuomet užsiėmimai navigaciniame treniruoklyje

pradeda įgauti pagreitį. Bet, studentų nuomone, tokios veiklos treniruoklyje nepakanka, norint didesnio pasitikėjimo bei konkretesnių žinių prieš pirmąją praktiką, tai parodo apklausos rezultatai su vieninga jų nuomone (žr. 2 pav.).

2 pav. LAJM II studijų kurso būsimų laivavedžių vienašališka nuomonė apie reikiamybę iš anksto būti supažindintiems su navigacinio treniruoklio darbo principais (Klausimas. Jūsų nuomone, ar laivavedžiai būtų labiau sudominti pradėti tinkamai naudotis navigaciniu treniruokliu, jei jau prieš jūrinę praktiką būtų pilnai supažindinti su tam tikromis naudojamos įrangos darbo principais, pagrindinėmis funkcijomis bei galimybėmis?)

Pastariesiems naudojimasis navigaciniu treniruokliu suteikia galimybę įvertinti, taip pat iš anksto apskaičiuoti, skirtingas įvairių laivų valdymo sąlygas taip pat kontroliuoti visą navigacinį plaukimą pasitelkiant popierinius jūrlapius, kelio grafinio skaičiavimo teoriją ir skirtinguose dalykuose įgytas žinias. Būtent tokiomis aplinkybėmis ir yra vykdomas studentų susipažindinimas su navigaciniais treniruokliais.

Dažniausiai mokymosi procesas yra siejamas tik su teigiamais dalykais, pavyzdžiui, naujų žinių įsisavinimas, kompetencijos didinimas, pasitikėjimo kėlimas ir pan., bet pasitelkus kritinį mąstymą, galima įžvelgti ir neigiamą navigacinio treniruoklio įtaką besiformuojantiems jauniesiems laivavedžiams. Tyrimo anketoje buvo įterptas klausimas dėl neigiamo instrumento teikiamo poveikio, kurio atsakymų įvairovė didžiai nustebino. Visų šalių ir kursų apklaustųjų nuomone treniruoklio naudojimas gali paskatinti aplaidaus požiūrio į situaciją vystymąsi, nors yra didelis nuomonių išsiskaidymas, teigiami atsakymai turi būti nuosekliai įvertinti (žr. 3 pav.).

Kaip pastebėjo Rijekos universiteto (Kroatija) dėstytojai, kai kurie studentai darbą treniruoklyje traktuoja kaip vaizdo žaidimą [8]. Studijų metu, tai nėra reikšmingas faktorius, bet ši savybė būtų nepageidautina absolventui, pradėjusiam savo karjerą ir nuo pat pirmos darbo dienos patikėtam vadovauti įrangai, kurios menkiausias aplaidus panaudojimas gali sukelti žmonių žūtį bei ekologines katastrofas.

Dažnas žmogus, susidūręs su užduotimi, dažniausiai siekia jos tikslaus įgyvendinimo, kuris suteikia pilnavertiškumo ir pasididžiavimo jausmus.

3 pav. Kontrastinga „Mircea cel Batran“ karinės jūrų akademijos (Rumunija) IV kurso studentų nuomonė dėl treniruoklio skatinamo aplaidumo formavimosi (Klausimas. Nepaisant atliktos užduoties pasėkimų, mokantis visada yra galimybė viską pakartoti iš naujo ir tuo metu dėl nesėkmės neišgyventi. Jūsų nuomone, ar tai skatina aplaidaus požiūrio formavimąsi?)

Šie jausmai yra puikiai atliktos užduoties palydovai, bet tai yra retas scenarijus, kadangi daug veiksnių neleidžia pasiekti norimo rezultato. Susidūrus su pirmais sunkumais ir nesugebėjus jų išvengti, kyla noras viską mesti ir pradėti iš naujo, bet kaip minėjome prieš tai, tai skatina aplaidumo formavimąsi. Norėdami sužinoti, kodėl studentams, turintiems reikiamas teorines žinias, dažnai nepavyksta sklandžiai atlikti pateiktų užduočių treniruoklyje bei tenka jas kartoti iš naujo, suformulavome klausimą, kuris, mūsų nuomone, yra pagrindinė kliūtis pradedantiems naudotis navigaciniu treniruokliu, o gauti atsakymai tik patvirtino problemos egzistavimą (žr. 4 pav.).

Didžioji dalis apklaustųjų sutiko, jog tai gali būti priežastis, kuri apsunkina visą plaukimo užduotį, surikdo dėmesingumą, verčia daryti klaidas, prarasti motyvaciją, o vėliau, praradus kontrolę nutraukti pratimą ar jį vykdyti atmestinai. Plaukimas naudojant jūrlapius bei vadovaujantis klasikinės navigacijos principais yra sudėtinga, daug praktikos reikalaujanti užduotis, o treniruoklio naudojimas tai komplikuoja dar labiau, nes vizualinį stebėjimą atlikti realybėje yra daug paprasčiau nei naudojantis treniruokliu (fiziniai veiksmai pakeičiami skirtingomis mygtukų paspaudimų/pasukimų kombinacijomis).

Verta paminėti, kad vienam pačiam spėti naudotis navigaciniu treniruokliu ir visą tai kontroliuoti grafiniu kelio skaičiavimo būdu popieriniame jūrlapyje yra sudėtinga ir galima sakyti neįgyvendinama, tai

virstų skubotu ir pavojingu plaukimu (žr. 4 pav.). Dėl to, studentai dažnai yra grupuojami po du, bet tai yra tik dalis siekiamo rezultato.

4 pav. Splito universiteto (Kroatija) III kurso studentų nuomonės pasiskirstymas, dėl dėmesio stokos pasitelkus jūrlapius ir treniruoklį tuo pat metu (Klausimas. Ar navigacinio treniruoklio naudojimas, lygiagrečiai pasitelkiant popierinius jūrlapius (atliekant kelio grafinį skaičiavimą, koordinuojant visą plaukimo situaciją, skaičiuojant naujus kursus ir pan.), sunkina bendrą plaukimo užduotį, blaško ar net verčia skirti mažiau laiko užtikrinti tinkamamm stebėjimui?)

Jaunieji jūrininkai retai dirba po vieną, yra atsakingi tik už savo simuliuotą tiltelį, jie yra mokomi būti tiek individualiai, tiek komandoje, profesionalūs, todėl privalo išmokti kartu įveikti kuo sudėtingesnes užduotis bei jas įsisavinti. Šią patirtį įgyja jau ir minėtieji LAJM, antrojo studijų kurso, studentai, kurie, nors ir būdami nesusipažinę su šia grupinio darbo tvarka, dirba dviese ir sugeba vienas kitą kontroliuoti, pažinti bei tinkamai informuoti. Tai atsispindi žemiau pateiktuose apklausos klausimo rezultatuose (žr. 5 pav.).

Tiesa, kalbant apie atsakiusiuosius neigiamai, buvo sulaukta ir komentarų, kurie ne visada jau minėtąjį komandinį darbą apibrėžia teigiamai. Pavyzdžiui, vienas antrojo studijų kurso studentas minėjo, jog komandinis darbas akademijoje praktinių užsiėmimų metu ne visuomet naudingas jam, nes jo partneris esą buvo labai blogas padėjėjas, nesugebantis spręsti skirtingų navigacinių situacijų ar tiesiog padėti. Šį pasyvumą jis traktavo silpna partnerio motyvacija mokytis.

Vertinant laivavedžių, atlikusiųjų pirmąją plaukiojimo praktiką (LAJM ir Rumunijos III-o kurso studentų), nuomonę, reikia paminėti, jog jų pažinimas yra visapusiškai platesnis, jie ne tik įgijo praktinių žinių plaukiojimo metu, bet taip pat, pagal mokymo programą, numatytą Tarptautinės jūrų organizacijos (angl. *International Maritime Organization*, IMO) parengtoje Tarptautinėje konvencijoje dėl jūrininkų rengimo, jų diplomavimo ir budėjimo laive (angl. *Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers*, STCW) konvencijoje [4] III-ame kurse buvo numatyti

Radiolokacinės navigacijos, radiolokacinio žymėjimo ir automatinio radiolokacinio žymėjimo sistemos (angl. *Radar Navigation, Radar Plotting and Use of Arpa, Radar at Operational Level*) [9], Elektroninių jūrlapių vaizdavimo ir informacijos sistemos (angl. *Electronic Chart Display and Information System*, ECDIS) [10] kursai, kuriuose yra pratęsiamas darbas su navigaciniais treniruokliais, todėl, galime spręsti, jog šio studijų etapo laivavedžiai yra dar labiau įsigilinę į navigacinių treniruoklių panaudojimą bei atradę naujų teigiamų / neigiamų aspektų.

5 pav. LAJM II studijų kurso būsimų laivavedžių nuomonės pasiskirstymas dėl grupinio darbo efektyvumo (Klausimas. Ar navigacinio treniruoklio naudojimas grupėje ugdo darbo komandoje įgūdžius ir ssuteikia galimybę vienas kitam padėti ir drauge spręsti „neįveikiamas: užduotis?)

Kai diskutuojame apie tokius rimtus mokymosi dalykus, už kuriuos yra įteikiamas tarptautinis sertifikatas, trečių studijų metų studentai, natūraliai ima galvoti, jog reikia kuo daugiau, efektyvesnio ir kaip įmanoma prasmingesnio praleisto laiko, dirbant su jau minėtuoju treniruokliu.

Keista, bet tai įmanoma tik pačių kursų ar paskaitų metu (kurių kiekis yra ribotas ir paskirtas daugeliui temų), o valandų individualiam darbui beveik nėra.

Verta paminėti, jog kiti kursai, vykstantys treniruoklyje, bei reikalingi materialieji ištekliai, apie kurios nebuvo užsiminta, dar labiau apsunkina savarankiško darbo galimybę.

Nežiūrint į tai, visų tautybių kursų studentai išreiškia tvirtą pageidavimą, turėti papildomų (nemokamų) užsiėmimų (žr. 6 pav.).

Apklausoje išsiskyrė komentarai, kuriuose pabrėžiama, jog navigacinio treniruoklio naudojimas būtų naudingas ne tik studijų metu, bet ir po tam tikro laiko, sukaupus patirtį, nes naujovės priverčia nuolatos išmokti kažką naujo bei prisiminti tai, ką įmanoma tiesiog užmiršti.

6 pav. Visų apklaustų laivavedžių nuomonės pasiskirstymas dėl papildomų mokymosi valandų trūkumo (Klausimas. Jūsų nuomone, ar reikia skirti papildomų mokymosi valandų, norint gerai išmokti naudotis navigaciniu treniruokliu ir pajausti jo naudą realiuose laivuose ateityje?)

Tai patvirtina ir locmanų teiginys, išsakytas tarptautiniame locmanų kongrese Havanoje, kad locmanams, būtina nuolat atnaujinti savo įgūdžius ir kompetenciją, taip atliepiant pačius naujausius reikalavimus [11].

4. Išvados

1. Apžvelgus visus tiriamajame darbe analizuotus apklausos rezultatus, buvo palyginti skirtingų Europos regionų mokyklų studentų atsakymai, kaip buvo tikėtasi, ryškaus skirtumo tarp atsakymų į klausimus nebuvo, galimai, dėl laivavedžių ruošimo programos, kuri sudaroma vadovaujantis tarptautiniais standartais, pateiktais STCW konvencijoje. Pagal tai, jūrininkams yra išduodamas diplomas ir sertifikatai, galiojantys visame pasaulyje. Nors studentai ir atsakinėjo tendencingai, visgi, buvo pastebėtas pokyčių būtinumas. Atsižvelgus į prieš tai minėto, pradinio, tyrimo klausimų rezultatus, studentams pareiškus norą būti supažindintiems su navigaciniu treniruokliu prieš pirmąją praktiką bei siekiant sužadinti didesnę jų motyvaciją mokytis nuo 2020 m. LAJM studijų administracija į pirmųjų metų studijų tvarkaraštį įtraukė praktinius užsiėmimus su treniruokliais, kurių metu studentai turės galimybę pirmą kartą susipažinti su šiuo metodiniu instrumentu, palaipsniui įgyti pasitikėjimo naudojantis juo bei išmokti bazinių užduočių sprendimo. Tai būtų ypač aktualu Rumunijos studentams, kurie, deja, pradeda juo naudotis tik nuo III-o kurso. Tai, galimai, padėtų išspęsti kylančią dilemą dėl komplikuoto plaukimo, pasitelkus grafinį skaičiavimą jūrlapiuose ir treniruoklį, kurią ryškiai pabrėžė Rumunijos studentai ir kuri mažiau atsispindėjo kitų šalių studentų nuomonėse. Anot studentų, darbo valandų skirtų tam, kad pilnai išnaudoti treniruoklių suteikiamas galimybes bei įgyti visavertį pasitikėjimą, nevisai pakanka. Studentai net pareiškė norą lankyti

papildomą fakultatyvinio tipo paskaitą (jeigu tokia būtų numatyta savaitės tvarkaraštyje), nes darbo su treniruokliais privalumas yra ryškus. Kažkodėl mokyklose treniruokliai vis dar yra sunkiai prieinamas savarankiško mokymosi instrumentas, nors ši technologija jau yra eksploatuojama ne vieną dešimtmetį, atsižvelgiant į tai, šiais, tobulėjančio skaitmenizavimo laikais, studentams laisva prieiga prie elektroninio navigacinio treniruoklio galėtų tapti mokyklų modernizacijos siekiu. Vienas faktorius, kuris prieštarautų šiam pokyčiui, būtų aplaidumo formavimasis. Vienareikšmiška, kad treniruoklio naudojimas turi suteikti kuo didesnį atsakomybės jausmą studentui, taip jį pratindamas prie naujo gyvenimo etapo, kuriame nėra „viską pakartoti iš naujo“ galimybės. Kaip alternatyva, tai galėtų būti praktiniai, mokomieji užsiėmimai jūroje, kurie skatintų greitą mokymąsi ir aplaidumo galimybės eliminavimą. Tokius plaukimus atlieka Kroatijos bei Rumunijos studentai su mokslo institucijoms priklausančiais mokymo laivais. Tikėtina, kad, dėl to, jų apklausos rezultatuose aplaidumas yra pastebimas mažiau. Šis pastebėjimas galėtų būti aktualus studijų proceso organizavimo atstovams.
2. Tęsiant pradėtą tyrimą, kitoje jo stadijoje, būtų tikslinga apklausti kitų valstybių, kurios geografiškai būtų ženkliai nutolusios viena nuo kitos, jūrinių mokymo institucijų studentus, sužinoti, kaip vyksta mokymo procesas už Europos ribų ir kaip yra vertinamas navigacinio treniruoklio panaudojimas.

Literatūra

1. *International Maritime Organization: Conventions* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2021-04-01]. Prieiga per: https://www.imo.org/en/About/Conventions/Pages/Default.aspx.
2. UNITED NATIONS. *Review of Maritime Transport 2020* [interaktyvus]. Geneva: United Nations Publications, 2020 [žiūrėta 2021-03-12]. ISBN 978-92-1-112993-9. Prieiga per: https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2020_en.pdf.
3. TESTER, K. Shipbuilding is no longer the flavor of the month. It will be about analyzing data and linking that into servicing customers and their vessels. *Managing the Future*. Charmouth: Triarchy Press Ltd, 2017, 8, 14–15. ISBN-13: 978-1908009487.
4. INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. *International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers including 2010 Manila Amendments.* 2017 ed. Croydon: CPI Group (UK) Ltd., 2017. ISBN: 978-92-801-1635-9.
5. DUBRA, V., ŠVEISTRYS, O., FIODOROV, P. Navigacinių treniruoklių panaudojimas studijų programos „Jūrų laivavedyba“ mokymo procese. *Mokslo šaknys*. Panevėžys: Panevėžio kolegija, 2019, 10, 193–199. ISSN 2351-5694.

6. DUBRA, V., ŠVEISTRYS, O., FIODOROV, P. Benefits and efficiency of the use of navigational simulators in marine navigation studies. *Proceedings of 22nd International Scientific Conference, Transport Means 2018*. Kaunas: University of Technology, 2018, 673–678. ISSN 2351-7034.
7. MAZIN DAWOOD, S. *The Importance of Using Ship Bridge Simulation Training to Enhance the Competency of Masters and Watch-Officers: A Case Study of the Iraqi Dredging Fleet* [interaktyvus]. Netherlands: World Maritime University, 2013 [žiūrėta 2020-09-01] Prieiga per: https://commons.wmu.se/cgi/viewcontent.cgi?article=1081&context=all_dissertations.
8. MOHOVIC, R., RUDAN, I., MOHOVIC, D. Problems during simulator training in ship handling education. *Scientific Journal of Maritime Research* [interaktyvus]. 2012, 26(1), 191–199 [žiūrėta 2021-02-12]. Prieiga per: web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=8&sid=007990eb-aa0b-44fe-8f3f-f995610f7ae0%40pdc-v-sessmgr03&bdata=JnNpdGU9ZWhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d#AN=78386766&db=a9h.
9. INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. *Model Course 1.07. Radar Navigation at Operational Level. Radar Navigation, radar Plotting and Use of ARPA.* London: CPI Colour, 2017. ISBN: 978-92-801-1648-9.
10. INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION. *Model Course 1.27. Operational Use of Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS).* 2012 ed. London: CPI Colour, 2012. ISBN 9789280115550.
11. PELLETIER, S. The role of navigation simulator technology in marine pilotage training. *International Maritime Pilots Association 18th Congress*. Havana, Cuba, 2006.

AUTOMOBILIO „TESLA CYBERTRUCK“ AERODINAMINIŲ SAVYBIŲ TYRIMAS

Breivė V.[1], Vaičiulis D.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: „Tesla Cybertruck“, aerodinamika, pasipriešinimo koeficientas.

1. Įvadas

„Tesla Cybertruck“ rinkoje pasirodė 2019 m. [1]. Kadangi tai labai neįprasto pavidalo automobilis ir yra visiškai kitoks, nei matome naujai kuriamus produktus, yra įdomu kokiomis aerodinaminėmis savybėmis pasižymi šis modelis. Darbuose [2, 3] buvo tirtos kitų automobilių aerodinaminės savybės, kaip jos priklauso nuo modeliavimo ypatumų ir kokiais būdais aerodinaminius koeficientus galima mažinti [4, 5].

Tačiau nepavyko rasti darbų, kuriuose būtų nagrinėjama kaip „Cybertruck“ aerodinaminiai koeficientai priklauso nuo modelio tikslumo.

Tikslas – ištirti kokią įtaką aerodinaminei pasipriešinimo jėgai turi automobilio judėjimo greitis ir modelio kraštinės sąlygos.

2. Tiriamasis modelis

Tyrimui naudojamas „Tesla Cybertruck“ 3D modelis (žr. 1 pav.), kuriame visi paviršiai yra plokšti, briaunos aštrios (be užapvalinimo spindulių).

1 pav. „Tesla Cybetruck“ 3D modelio projekcijos ir pagrindiniai matmenys

Modelio projekcijos iš priekio plotas pasinaudojant *SolidWorks* programa gautas lygus 3,32 m^2. Pusės automobilio vaizdo iš priekio projekcijos plotas yra 1,66 m^2.

3. Tyrimo eiga

Tyrimas atliktas panaudojant *SolidWorks Flow Simulation*. Buvo tirti du variantai: ratai prispausti prie kelio; automobilis „pakabintas“ ore.

Spręstas statinis, išilginės plokštumos (ši plokštuma modelį išilgine kryptimi dalina į dvi lygias dalis) atžvilgiu simetrinis, išorinių (aptekančių automobilio modelį) srautų uždavinys darant sekančias prielaidas:

- radiacija, savasis svoris, drėgmė ir automobilio paviršiaus šiurkštumas nevertinami;
- automobilio modelio supanti terpė yra oras, kurio tankis 1,225 kg/m^3;
- terpės tekėjimas gali būti mišrus (laminarinis / turbulentinis);
- tarp automobilio ir aplinkos nevyksta šilumos mainai (adiabatinis procesas).
- atmosferos slėgis – standartinis (101 325 Pa), o temperatūra yra 20 °C;
- nėra vėjo, t. y. vėjo greitis lygus 0 m/s.

Baigtinių elementų modelio tinklelio dydis ir sutankinimas pateikti 2 paveiksle.

2 pav. Baigtinių elementų modelio tinklelis

Skaičiuojamoji erdvė prieš automobilį buvo parinkta 3 m dydžio, šonuose – 4 m, virš ir po automobiliu – 5 m, už automobilio – 20 m, kai automobilis buvo ore, o kai automobilis buvo prispaustas prie kelio, tada virš automobilio buvo palikta 5 m tuščios erdvė, o po juo – 0 m.

4. Skaičiavimo rezultatai

Skaičiavimo laikas pakeitus tinklelio dydį iš 4-o lygio (mažiausia išmatuota ląstelė apytiksliai yra 103 × 327 mm) į 5-ą (mažiausia išmatuota ląstelė apytiksliai yra 116 × 75mm) padidėjo 3 kartus, o apskaičiuota jėga vidutiniškai sumažėjo tik apie 5,3 procento. Todėl šiame darbe nuspręsta naudoti 5 lygio tinklelį.

Perteklinis slėgis (absoliutinio ir atmosferinio slėgių skirtumas) veikiantis automobilį pavaizduotas 3–5 paveiksluose.

Iš 3 ir 4 paveiksluose matyti, kad didžiausias perteklinis slėgis susidaro automobilio priekyje. Šis slėgis modelyje, kuriame automobilis „kaba“ ore gautas apie 1,07 karto didesnis nei modelyje, kuriame automobilis važiuoja keliu.

3 pav. Perteklinis slėgis veikiantis automobilį „kabantį“ ore

4 pav. Perteklinis slėgis veikiantis automobilį važiuojantį keliu

5 pav. Prispaudimo jėgos priklausomybė nuo automobilį aptekančio oro srauto greičio, kai: (——) – automobilis „kabo“ ore; (——) – automobilis važiuoja keliu

Didžiausias neigiamas perteklinis slėgis (slėgis mažesnis už atmosferinį slėgį) susidaro automobilio viršuje ir ties priekiniu automobilio

ratu. Neigiamas perteklinis slėgis gautas apie 1,18 karto modelyje, kuriame automobilis „kaba“ ore.

Didėjant aptekančio oro srauto greičiui automobilį veikianti aerodinaminė pasipriešinimo jėga kinta didėjančiu tempu (žr. 5 pav.). Kai automobilis „pakabintas“ ore, gauname didesnę pasipriešinimo jėgą, nei kai automobilis važiuoja keliu.

5. Išvados

1. Skaičiavimo rezultatams baigtinio elementų modelio tinklelio dydis turėjo nedidelę įtaką: tinklelį sumažinus apie 3,9 karto, aerodinaminio pasipriešinimo jėga sumažėjo 5,3 procento, o skaičiavimo laikas padidėja apie 3 kartus.
2. Naudojant skaičiuojamąjį modelis su automobiliu „kabančiu“ ore, gaunama apie 3,4 procento didesnė aerodinaminė pasipriešinimo jėga nei naudojant modelį, kuriame automobilis važiuoja keliu.

Literatūra

1. *Tesla Cybertruck* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-08]. Prieiga per: https://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_Cybertruck.
2. KUREC, K., REMER, M., BRONISZEWSKI, J., BIBIK, P., TUDRUJ, S., PIECHNA, J. *Advanced Modeling and Simulation of Vehicle Active Aerodynamic Safety* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2021-03-21]. Prieiga per: https://www.hindawi.com/journals/jat/2019/7308590/.
3. MAJUMDER, S., SAHA, S. A method of drag reduction of a vehicle by computational investigation and geometric modification [interaktyvus]. *International Journal of Applied Engineering Research*. 2014, 9(6), 687–700 [žiūrėta 2021-03-21]. Prieiga per: https://www.academia.edu/14533582/A_method_of_drag_reduction_of_a_vehicle_by_computational_investigation_and_geometric_modification.
4. HU, X., ZHANG, R., YE, J., YAN, X., ZHAO, Z. Influence of different diffuser angle on Sedan‘s aerodynamic charateristics. *2011 Conference on Physics Science and Technology*. 2011, 22, 239–245.
5. MOHAMED, A. B., KHATAB, M. S., IBRAHIM, I. M. *Computional Investigation of Spoiler Effect on the Aerodynamic Performance of Passenger Car* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2021-03-20]. Prieiga per: https://www.academia.edu/37235548/Computational_Investigation_of_Spoiler_Effect_on_the_Aerodynamic_Performance_of_Passenger_Cars.
6. MATSSON, J. E. *An Introduction to SOLIDWORKS Flow Simulation* [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2021-03-25]. Prieiga per: https://static.sdcpublications.com/pdfsample/978-1-63057-078-1-2.pdf.

TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO AKTUALIJOS

KRUIZINĖS LAIVYBOS EKONOMINIO TVARUMO VERTINIMAS

Čižus M.[1], Valionienė E.[1]
[1]*Lietuvos aukštoji jūreivystės mokykla*

Raktiniai žodžiai: kruizinė laivyba, pandemija, ekonomika, tarša, jūrų uosto tvarumas uostas.

1. Įvadas

Kruizinė laivyba laikoma viena iš pagrindinių uosto veiklą skatinančių tarptautinio turizmo plėtrą ne tik uostamiestyje, tačiau ir visame pajūrio regione ir visoje šalyje. Kruizinės laivybos paslaugų poreikis pasaulyje kiekvienais metais didėja didindamas pasaulinės pajamas iš kruizinio turizmo, vidutiniškai po 2,5 mlrd. JAV dolerių kasmet. Siekiant sukurti kiek įmanoma didesnę kruizinės laivybos generuojamą pridėtinę vertę jūrų uostui, miestui, regionui ir šaliai, kruizinės laivybos plėtra tampa viena iš svarbių turizmo plėtros sričių, skatinančių jūrų uosto, miesto ir turizmo sektoriaus tarpusavio integraciją. Moksliniuose tyrimuose pastebima, kad vieni mokslininkai akcentuoja kruizinės laivybos naudą per pridėtinę ekonominę vertę, o kiti išskirią jos neigiamą poveikį uostamiesčių ir ištisų regionų aplinkai. Dėl tokių priežasčių **tyrimo objektu** pasirinktas kruizinės laivybos ekonominis tvarumas, o **tyrimo tikslas** – įvertinti kruizinės laivybos ekonominės naudos ir neigiamo poveikio aplinkai santykį. Siekiant užsibrėžto tikslo buvo suformuluoti tokie **tyrimo uždaviniai:** apibūdinti kruizinės laivybos ekonominio tvarumo sampratą, parengti tyrimo metodiką ekonominiam tvarumui vertinti bei pritaikyti tyrimo metodiką Klaipėdos valstybinio jūrų uosto kruizinės laivybos atveju. **Tyrime taikoma metodika** yra pagrįsta ekonominio tvarumo rodiklio skaičiavimais, remiantis mokslinės literatūros šaltinių analizės rezultatais. Pagrindine **tyrimo tęstinumo** kryptimi gali būti įvardijamas metodikos taikymo galimybių plėtojimas, modeliuojant skirtingus kruizinės laivybos plėtojimo scenarijus ekonominio tvarumo požiūriu.

2. Kruizinės laivybos ekonominio tvarumo apibūdinimas

Kruizinė laivyba yra linijinės laivybos dalis, todėl ir kruizinei laivybai yra būdingi tam tikri specifiniai skiriamieji bruožai [1], o linijinė laivyba – tai linija, kuria plaukioja laivas (laivai) tarp dviejų ar daugiau paskelbtų uostų

rpagal nuolatinį grafiką [2]. Linijinės laivybos pagrindiniai skiriamieji požymiai yra tikslus laivų plaukimo tvarkaraštis, linijinių laivų įplaukimo į uostą pirmenybė, o linijinės laivybos laivai visada plaukia pagal iš anksto sudarytą ir suplanuotą maršrutą. Galimų linijinės laivybos, maršrutų tipai yra pavaizduoti paveiksle (žr. 1 pav.) [3].

1 pav. Trumpųjų nuotolių laivybos schema [2, 3]

Kruizinė, kaip ir trumpųjų nuotolių laivyba, gali būti paprastoji, tai nuo taško A į B ir atgal bei sudėtinė, kuri gali būti žiedinė bei spindulinė (1 pav.): žiedinė – plaukimas aplankant daugiau nei 3 uostus žiedu, o spindulinė – nuolat grįžtama į bazinį uostą iš ne mažiau nei 2-jų fiderinių uostų [4].

Kadangi vykdant kruizinę laivybą yra tiesiogiai susiduriama su laivų ilgalaikiu stovėjimu uoste, todėl mokslinėje literatūroje galima išskirti atskirą mokslinių tyrimų kryptį, susijusią su kruizine laivyba ir jos daromu poveikiu išorinei aplinkai. Išanalizavus literatūros šaltinius, galima matyti, kad tokie tyrimai yra susiję su plėtojamo kruizinio turizmo ekonominės naudos tyrimais [7, 8, 9], įskaitant ir jūrų uostams generuojamą pridėtinę vertę [4], o kita mokslinių tyrimų kryptis susijusi su neigiamo poveikio iš laivų aplikai tyrimams [5, 6, 10, 11]. Todėl susidaro poreikis analizuoti, kaip kruizinė laivybos nauda gali būti susijusi su neigiamu poveikiu aplinkai ir kaip atrasti subalansuotą naudos ir neigiamo poveikio tašką, kurios pagrindu galima būtų toliau plėtoti kruizinės laivybos pritraukimo idėją nedidinant neigiamo poveikio aplinkai ir jeigu ekonominiai rodikliai yra dažniausiai vertinami ir skelbiami įvairiuose tarptautiniuose tyrimuose, kruizinių laivų keliama tarša dažniausiai analizuojama atskirai ir nėra susijusi su ekonominiais tyrimais.

Vertinant kruizinės laivybos teigiamą ekonominį poveikį akcentuotina tai, kad kruizinė laivyba laikoma viena iš pagrindinių uosto veiklą skatinančių tarptautinio turizmo plėtrą ne tik uostamiestyje, tačiau ir visame pajūrio regione ir visoje šalyje [7]. Kruizinė laivyba vystosi dviem būdais: kaip kruizinio turizmo pramonės elementas arba kaip techninių paslaugų elementas kruiziniams laivams [1], tačiau, nepriklausomai, pagrindiniai poveikio

rodikliai yra pakankama uosto infrastruktūra pagal laivus, jų evoliucija, dalyvavimas organizacijose ir tinkluose, susijusių institucijų ir kitų institucijų bendradarbiavimas. Kruizinės laivybos turizmo plėtros metu papildomi poveikio rodikliai yra uosto ir jo populiarumo, geografinė padėtis, turizmo infrastruktūra, įskaitant ir lankytinas vietas, turizmo politika, informacija sklaidos sezono metu, turistų charakteristikų svyravimai ir periodiškumas [9]. Tarpiniuose uostuose didelis dėmesys skiriamas keleivių ir techniniam laivų aptarnavimo spartumui bei kokybei, nes reikalinga operatyvi reakcija į kintančias sąlygas, geras susisiekimas su miestu bei lankytinomis vietomis [4].

Vertinant kruizinės laivybos ekonominį poveikį uostamiesčio ir šalies ekonomikai, gali būti išskiriamas tiesioginis ir netiesioginis ekonominis poveikis [9]. Tiesioginiam poveikiui priskiriami tokie kiekybiškai išmatuojami požymiai kaip jūrų uosto direkcijos gauna pajamos, generuojamos iš uosto rinkliavų laivui bei laivo keleiviams [12], o netiesioginiam poveikiui gali būti priskiriami tokie požymiai kaip verslininkų pajamos iš mugėse, tikslingai organizuojamose ir kruiziniams keleiviams [8], suprekiautų suvenyrinių prekių, iš apgyvendinimo ir maitinimo paslaugų pajamų turizmo paslaugų sektoriuje [7]. Laivams tampant didesniems ir plukdant daugiau keleivių, vidutinio kruizinio laivo pritraukimas gali padidinti vietinių parduotuvių pardavimus, kelionių pardavimus ir kitus verslus [9].

Nors faktas, kad kruizinis turizmas generuoja pridėtinę ekonominę vertę yra svarus, tačiau reikia atsižvelgti ir į kruizinės laivybos keliamą neigiamą poveikį aplinkai: kruiziniai laivai skirtingais plaukimo rėžimais plaukdami priekrančių ir uosto teritorijose dirba maksimaliu pajėgumu ir išmetą į orą didelius kiekius teršalų, manevruodami jūrų uosto akvatorijoje, papildomai kelia triukšmą, bei kruizinių laivų atplaukimas į uostą neišvengiamais susijęs ir su atliekų kiekio padidėjimu bei jų tvarkymo poreikio susidarymu, papildoma oro tarša [5]. Ir nors pakankamai svarbu skatinti kokybiško pakrančių turizmo plėtrą, tačiau reikia įvertinti ir neigiamą poveikį, ką gali padėti padaryti ekonominio tvarumo rodiklis.

Apibendrinant, galima teigti, kad kruizinė laivyba sukuria pridėtinę vertę viso regiono ekonomikai, plečia turizmo sektorių šalyje, sudaro prielaidas integruoti į tarptautinio turizmo tinklus, plėtoti jūrinio turizmo industriją, skatina atskirų sektorių, tokių kaip miesto, jūrų uosto ir turizmo glaudų bendradarbiavimą bei sklandžios veiklos užtikrinimą, tačiau taip pat dėl technologinių kruizinės laivybos sprendinių kruizinė laivyba yra tarši, todėl itin svarbu subalansuoti jos sukuriamą ekonominę ir pridėtinę vertę su neigiamu poveikiu aplinkai, skaičiuojant ekonominį tvarumo rodiklį.

3. Kruizinės laivybos ekonominio tvarumo vertinimo metodai

Tyrimo metu, siekiant įvertinti kruizinės laivybos ekonominės naudos ir neigiamo poveikio aplinkai santykį tyrimas padalintas į dvi logines dalis – tai ekonominių rodiklių paieškos ir taršos vertinimo metodikos taikymas.

Ekonominės naudos modelio vertinimo tikslas – nustatyti, kokio dydžio ekonominę naudą generuoja kiekvienas į miestą pritrauktas kruizinio laivo keleivis, atplaukęs į tarpinį uostą ir šis rodiklis skaičiuojamas vienam sezonui, remiantis pagrindiniais rodikliais, išskirtais paveiksle (žr. 2 pav.).

2 pav. Ekonominės naudos modelis [4, 7, 8, 9]

Remiantis sudarytu kruizinės laivybos ekonominės naudos vertinimo modeliu (žr. 2 pav.), galima matyti, kad ekonominė nauda priklauso visų pirma nuo atplaukiančių kruizinių laivų skaičiaus bei juo plaukiančių keleivių skaičiaus, įskaitant ir maksimaliai leistiną keleivių skaičių kruiziniame laive ir gali būti apskaičiuojama taikant formulę (1), laikantis 3 paveiksle naudojamų žymėjimų ir ekonominę naudą matuojant eurais:

$$E_{keleiviui} = \frac{P_1}{N_{plaukia}} + P_2 + P_3. \quad (1)$$

Antroji tyrimo dalis yra pagrįsta taršos kiekio, matuojamo tonomis, kurį išskiria kruiziniai laivai plaukdami priekrančių ir uosto teritorijoje, vertinimas. Šio tyrimo kontekste taršos skaičiavimai nėra atliekami, o remiamasi anksčiau atliktais tyrimais [5, 6, 9]. Pastebėtina yra tik tai, kad laivo dydis ir laivo keliamoji galia yra pagrindiniai elementai skaičiuojant laivo taršos dydį, matuojamą tonomis, taikant Trozzi [9] pasiūlytą metodiką, kuri buvo pritaikyta minėtuose ankstesniuose tyrėjų darbuose analizuojant KVJU kruizinės laivybos taršos rodiklius, publikuotus moksliniuose leidiniuose [5, 6].

Kadangi kruiziniai laivai atneša ne tik naudą uostamiesčiui, tačiau ir sukelia dalį taršos, todėl išanalizavus atplaukiančiųjų laivų technologines charakteristikas yra naudojamas bendras sezoninis taršos kiekis, tenkantis vienam kruiziniais laivais atplaukusiam keleiviui, sezoninę emisiją dalinant iš atplaukusių keleivių skaičiaus (2), naudojant 3 paveiksle išskirtus rodiklius bei matuojant taršos kiekį, tenkantį vienam keleiviui tonomis:

$$A_{keleiviui} = \frac{A}{N_{plaukia}}. \quad (2)$$

Siekiant įvertinti kruizinės laivybos ekonominį tvarumo rodiklį (ETR), naudojami (1) ir (2) apskaičiuoti rodikliai:

$$ETR = \frac{A_{keleiviui}}{E_{keleiviui}}. \quad (3)$$

(3) apskaičiuotas rezultatas leidžia įvertinti, kokia yra vieno euro, išleisto uostamiestyje, vertė išmestų teršalų požiūriu, arba kiek taršos tonų tenka vienam turisto išleistam Eurui uostamiestyje.

Siekiant pritaikyti šią metodiką, buvo operuojama laivų skaičiaus, laivų tonažo, keleivių skaičiaus rodikliais, prieinamais atviruose Klaipėdos valstybinio jūrų uosto direkcijos, Klaipėdos turizmo informacijos centro duomenų portaluose, o taip pat buvo naudojami tarptautinių kruizinės laivybos tyrimo rezultatai, publikuojantys santykinius išvestinius rodiklius (vieno keleivio išlaidos Europos jūrų uostuose, tarpiniuose uostuose, santykinė keleivių dalis, apsilakanti uostamiestyje nuo bendro laivu plaukiančio keleivių srauto) bei anksčiau atliktų tyrimų duomenys ir gauti rezultatai.

Apibendrinant, galima teigti, kad pasirinkta metodika sudaro galimybes ne tik įvertinti kruizinės laivybos sukeliamos taršos ekonominę vertę, tačiau taip pat sudaro galimybes modeliuoti įvairius kruizinės laivybos plėtros scenarijus.

4. Kruizinės laivybos ekonominė nauda taršos atžvilgiu

Išanalizavus kruizinės laivybos rodiklius 2014–2020 m. laikotarpiu Klaipėdos uoste, buvo nustatyta tendencija, kad atvykstančiųjų kruizinių laivų skaičius į Klaipėdos jūrų uostą mažėja, o keleivių ir turistų, aplankančių miestą, skaičius didėja. Remiantis tokio priežastinio koreliacinio ryšio statistiniu reikšmingumu, galima teigti, kad dominuoja tendencija, kad įplaukiantys laivai yra didesni, o tai daro teigiamą poveikį ekonominės naudos iš kruizinės laivybos apimtims uostamiesčių regione.

Analizuojant kruizinių laivų išmetamos teršalų pokyčių dinamikos duomenis, buvo nustatyta, kad didžiausia emisijos dalis buvo nustatyta 2017 m., kai į Klaipėdos jūrų uostą buvo atplaukęs didžiausias kiekis kruizinių laivų ir turistų. Pastebima, jog ne visi turistai palieka laivą ir aplanko patį miestą. Remiantis tarptautinio Baltijos kruizinių laivų tinklo ataskaitomis [8], laikoma, kad į sausumą dažniausiai išlipa 85 proc. kruizinių laivų keleivių, iš kurių dalis aplanko miestą ir apylinkes savarankiškai, o kiti, nuo 30–50 proc. išlipančių iš laivo keleivių vyksta į ekskursijas. Tyrimo metu 2013–2020 m. laikotarpyje pastebima, kad 2013 m. kruizinių laivų oro tarša įvairiomis taršiomis medžiagomis, įskaitant kenksmingus oksidus, kietąsias daleles, siekė 54 825 t, 2014 m. – 93 255 t, 2015 m. – 80 975 t, 2016 m. – 85 249 t, 2017 m. – 129 565 t, 2018 m. – 109 825 t, 2019 m. – 76 874 t, iš kurių mažiausiai sudarė

sieros oksidai, nes jų kiekio ribinis įvertis iš deginamo kuro yra reglamentuojamas MARPOL konvencijoje ir Baltijos jūra yra priskirta sieros emisijos kontrolės zonai, todėl laivams, turintiems didesnį nei 2 proc. emisijos rodiklį plaukioti Baltijos jūroje yra uždrausta. O didžiausią dalį emisijų, beveik 80 proc. visos sukeliamos taršos kiekvienais metais sukelia išmetamos sieros dioksido dujos. Vidutiniškai viso laikotarpio metu taršos rodiklis didėjo, ir kasmet vidutiniškai po 5,3 t teršalų išmetama daugiau.

Analizuojant ekonominės naudos rodiklį, tenkantį vienam keleiviui (žr. 3 pav.), galima akcentuoti tai, kad 2020 m., kai kruizinės laivybos atvykimai į Klaipėdos valstybinį jūrų uostą dėl COVID-19 pandemijos buvo atšaukti, uostamiestis vidutiniškai neteko daugiau nei 6 mln. EUR pajamų. Ši pasaulinė pandemija sustabdė kruizinės laivybos sektorių faktiškai metams.

3 pav. Kruizinės laivybos ekonominės naudos dinamika

Remiantis kruizinių laivų savininkų, linijų operatorių pasaulinėse rinkose duomenimis, laivų išlaikymas, jų neeksploatuojant, daugeliui kompanijų tapo našta, todėl dalis kruizinių laivų buvo parduota kaip metalo laužas supjaustymui, todėl po pandeminio periodo metu bus reikalingos didelės investicinės lėšos, siekiant atnaujinti kruizinės laivybos rinką.

Ištyrus, kiek vienam ekonominės naudos eurui tenka kruizinių laivų išmetamos oro taršių medžiagų tonomis (žr. 4 pav.), galima matyti, kad vidutiniškai kasmet šis santykis mažėja vis keliomis tonomis mažiau.

4 pav. Kruizinės laivybos ekonominio tvarumo rodiklio pokyčiai 2013–2019 m. laikotarpiui

Apibendrinant galima teigti, kad vidutiniškai kasmet 2013–2019 m. laikotarpiu didėjo atplaukiančių laivų techniniai parametrai, todėl vidutiniškai kasmet išmetamų oro teršalų kiekis padidėdavo po 5,3 t. Išanalizavus ekonominės naudos rodiklį, buvo nustatyta, kad vidutiniškai kasmet sukuriama

ekonominė kruizinės laivybos nauda vidutiniškai per metus padidėja po 0,2 mln. EUR.

Atsižvelgiant į 2020 m. pandemijos padarytą poveikį, galima matyti, kad vidutiniškai Klaipėdso regionas neteko kiek saugiau nei 6,29 mln. EUR pajamų, tačiau taip pat oro tarša sumažėjo apie 77 tūkst. t. Galima teigti, kad pandemijos poveikis tvarumo požiūriu buvo teigiamas, tačiau ekonominiu požiūriu turėjo neigiamą įtaką ne tik Klaipėdos regionui, tačiau neigiamai paveikė visą pasaulio kruiznės laivybos rinką. Remiantis apskaičiuotu ekonominio tvarumo rodikliu, galima matyti, kad vidutiniškai kasmet šis santykis mažėja keliomis tonomis mažiau tenka viena pridėtnės vertės eurui, todėl galima daryti išvadą, kad ekonominis kruizinės laivybos tvarumas neženkliai, tačiau didėjo tiriamojo laikotarpio metu.

5. Išvados

1. Išanalizavus kruizinės laivybos ekonominio tvarumo principus, buvo nustatyta, kad kruizinė laivyba sukuria pridėtinę vertę viso regiono ekonomikai, tačiau priklausomai nuo kruizinės laivybos technologinių veiksnių kruizinė laivyba išmeta didelius kiekius teršalų uostamiesčio regione, todėl yra svarbu subalansuoti ekonominę ir pridėtinę vertę su neigiamu poveikiu aplinkai, taikant ekonominio tvarumo rodiklį.
2. Remiantis mokslinės literatūros šaltinių analize sudarytas tyrimo modelis pagrįstas kruizinių laivų taršos ir ekonominės vertės santykio analizavimu, kuris plačiau gali būti taikomas modeliuojant įvairius kruizinės laivybos plėtros scenarijus ekonominio tvarumo požiūriu.
3. Atlikus ekonominio tvarumo rodiklio skaičiavimus, buvo nustatyta, kad kasmet atplaukiančių kruizinių laivų parametrai didėja, sukeldami ir didėjančią taršą, kuri kasmet padidėja po 5,3 t teršalų, iš kurių didžiausią dalį sudaro anglies dioksidas. Įvertinus kruizinės laivybos sukuriamą naudą, nustatyta, kad vidutiniškai ji didėja kasmet po 0,2 mln. EUR. O atlikus ekonominio tvarumo skaičiavimus nustatyta, kad vidutiniškai kasmet kruizinės laivybos ekonominis tvarumas didėja, todėl popandeminiu laikotarpiu galima tęsiant tyrimą modeliuoti galimus efektyvios plėtros scenarijus.

Literatūra

1. BELOVA, J., MICKIENĖ, R. *Uosto veiklos valdymas: ekonominis aspektas*. Klaipėda: Klaipėdos universiteto leidykla, 2012. ISBN 9789955186441.
2. ŠERTVYTYTĖ, V., BENETYTĖ, J., VALIONIENĖ, E. Trumpųjų nuotolių laivybos rytinėje Baltijos pakrantėje pokyčių vertinimas. *Mokslo šaknys 2017*. Panevėžys: Panevėžio kolegija, 2017, 7, 106–111. ISSN 2351-5694.

3. KRASAUSKAITĖ, P., LIEBAITĖ, J., VALIONIENĖ, E. Kruizinės laivybos tendencijos Baltijos regione. *Technologijų ir verslo aktualijos – 2017: studentų mokslinių darbų konferencijos pranešimų medžiaga.* Kaunas: KTU, 2017, 316–24. ISSN 2538-8045.
4. PLAČIENĖ, B., VALIONIENĖ, E. Evaluation of the possibilities to increasing of cruise shipping technical service demand in Klaipeda state seaport. *Transport Means 2015: Proceedings of the 19th International Scientific Conference.* Kaunas: KTU, 2015, 325–328. ISSN 1822-296X.
5. MARTINKUTĖ, G., ŽUKAUSKAITĖ, A., ŽUKAUSKAITĖ, J., PALIAKIENĖ, I. The impact of cruise shipping pollution on greenhouse effect in the port of Klaipeda. *Transport Means 2020. Sustainability: Research and solutions: Proceedings of the 24th International Scientific Conference.* Kaunas: KTU, 2020, 2, 605–612. ISSN 1822-296X.
6. PLETKAUSKAITĖ, G., ŽUKAUSKAITĖ, A., ŽUKAUSKAITĖ, J., PALIAKIENĖ, I. Assessment of the impact of Klaipeda state seaport cruise shipping on air pollution. *Transport Means 2018: Proceedings of the 22nd International Scientific Conference*. Kaunas: KTU, 2018, II part, 1167–1173. ISSN 1822-296X.
7. VALIONIENĖ, E., PLETKAUSKAITĖ, G. Assessment of possibilities to increase cruise shipping flows in Lithuania. *Transport Means 2014: Proceedings of the 18th International Conference.* Kaunas: KTU, 2014, 253–256. ISSN 2351–4604.
8. VALIONIENĖ, E., TRIUŠKAITĖ, K. Evaluation of Klaipeda seaport as technical services‘ port in cruise shipping market. *Journal of Maritime Transport and Engineering*. Riga: Latvian maritime academy, 2015, 4(2), 40–48. ISSN 2255-758X.
9. PAPATHANASSIS, A., LUKOVIC, T., VOGEL, M. *Cruise Tourism and Society: A Socio Economic Perspective.* Berlin: Sringer-Verlag, 2012.
10. MARTINKUTĖ, G., ŽUKAUSKAITĖ, A., ŽUKAUSKAITĖ, J. Kruizinė laivyba Klaipėdos uoste. *Darnios aplinkos vystymas: mokslo darbai.* Klaipėda: KVK, 2019, 1(16), 101–107. ISSN 2538-9017.
11. TROZZI, C. Emission estimate methodology for maritime navigation. *US EPA 19th International Emissions Inventory Conference* [interaktyvus]. San Antonio, Texas, September 27–30, 2010 [žiūrėta 2021-02-07]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/233387511_Emission_estimate_methodology_for_maritime_navigation.
12. *LR susisiekimo ministro įsakymas dėl Klaipėdos valstybinio jūrų uosto laivybos taisyklių patvirtinimo* [interaktyvus]. 2008, 109-4169, TAR, 3-708 [žiūrėta 2021-02-07]. Prieiga per: https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.327402/asr.

PRAMONINIŲ STAKLIŲ SU SKAITMENINIU PROGRAMINIU VALDYMU, PAVARŲ VALDYMO IR ADAPTACIJOS 3D SPAUSDINIMUI TYRIMAS

Dužinas T.[1], Sapeliauskas E.[1, 2]
[1]*Kauno technologijos universitetas*
[2]*Panevėžio kolegija*

Raktiniai žodžiai: CNC, 3D spausdinimas, žiedinė ekonomika.

1. Įvadas

Šiame straipsnyje tiriamos linijinės (CNC) staklių pavaros perimtos iš Panevėžyje veikusios AB „EKRANAS“ gamyklos. Įranga buvo naudojama kineskopų gamybos technologiniame procese, tačiau sugedus įrangos valdymo įrangai bei remiantis žiedinės ekonomikos idėja, kai veikiančios dalys yra neišmetamos, o sėkmingai pritaikomos tolesnei veiklai. Ašių valdymui, vietoje sugedusio pramoninio valdymo, naudojome „Arduino Mega“ 2560 valdiklį. Panaudojant CNC stakles tiksliai apdirbamas medžiagos ruošinys, o priklausomai nuo norimo gauti rezultato parenkamas mechaninio apdirbimo įrankis. Tai gali būti pjovimo įrankis, freza, plazminis degiklis, lazeris. Šalia mechaniniam apdirbimui taikytų įrangos funkcijų, išplėtėme šių staklių funkcionalumą pritaikydami CNC pavaras 3D spausdintuvui, kaip *X*, *Y*, *Z* ašių koordinačių realizavimui. Galima išskirti du pagrindinius skirtumus tarp CNC ir 3D spausdintuvų pavarų:

1. 3D pavaroms labai svarbus jų greitis.
2. CNC pavaroms labai svarbus sukimo momentas ir tvirtesnė konstrukcija.

Tyrimui naudojamos linijinės pavaros, nebe atitinka šių dienų keliamų reikalavimų greitaveikai, apdirbimo našumui.

Rinkoje galima įsigyti įvairiausių trimačių spausdintuvų nuo primityvių pigių iki sudėtingų ir labai brangių pramoninių. Kainą lemia ne vien įrenginio parametrai, jo tikslumas, bet ir tai kokią medžiagą – plastmasę, gumą, keramiką, šokoladą, metalą ar betoną įrenginys naudoja objektams spausdinti.

Dažniausiai 3D spausdintuvus kasdieninėje veikloje gali pritaikyti įvairiausių profesijų atstovai: architektai, dizaineriai, inžinieriai, maisto pramonės ar medicinos atstovai. Sukurtą projektą iš skaitmeninio pasaulio per

keletą valandų ar dienų galima paversti į fizinį, tai padeda nesunkiai aptikti silpnąsias gaminio vietas ir jas patobulinti dar projektavimo eigoje.

Tikslas – ištirti mechaniškai išdilusių CNC staklių pavarų tikslumo atkūrimo galimybės panaudojant enkoderį grįžtamajam ryšiui.

2. Žiedinė ekonomika

XX amžiaus pramoninė revoliucija bei konkurencija tarp Rytų ir Vakarų valstybių ideologijų paskatino spartų ekonomikos augimą, gamybos ir vartojimo masto didėjimą, gyvenimo kokybės gerėjimą ir kt. Žmonija, vykdydama šiuos procesus, ignoravo jų poveikį aplinkai, taikydama linijinės ekonomikos modelį, kuris ir privedė prie to, kad planeta nebegali užtikrinti žmonijos poreikių. Geriausias būdas spręsti šią problemą, nelėtinant vystymosi, yra žiedinės ekonomikos modelis, kuris yra priemonė siekti darnaus vystymosi nedarant neigiamo poveikio aplinkai. Makrolygmeniu valstybės, matydamos žiedinės ekonomikos teikiamas naudas, išsikėlė tikslus diegti žiedinės ekonomikos principus, siekdamos sumažinti ekonominio augimo padarinius aplinkai ir skatindamos verslą bei vartotojus [1].

1 pav. Žiedinės ekonomikos koncepcija [2]

Prailginus gaminių naudojimo laiką, sumažinamas naujų gaminių poreikis, žaliavų naudojimas. Nors pakartotinis naudojimas seniai skatinamas kaip efektyvus būdas prailginti produkto eksploatavimo laiką ir padidinti išteklių naudojimo efektyvumą, tai priklauso ne tik nuo produkto kategorijos ir

procesų, reikalingų grąžinti gaminį į tinkamą būklę, bet ir pasirinkto veiklos modelio.

3. Linijinės pavaros

Linijinė pavara – įrenginys, skirtas vykdyti tiesiaeigį slenkamąjį judėjimą nustatyta trajektorija. Šios pavaros plačiai naudojamas pramonėje,m elektrotechnikoje, pavyzdžiui – spausdintuvuose, taip pat optinių diskų informacijai nuskaityti. Ši pavaros rūšis naudojama, kaip alternatyva sukamajam judėjimui. Linijinės pavaros pobūdis priklauso nuo pirminės energijos rūšies, kuri keičiama į mechaninį darbą. Tyrime naudojamos sraigtinis judesio keitimo įtaisas. Esminiai sraigtinių linijinių pavarų pranašumai, palyginti su kitais judesio keitimo įtaisais – yra didelis padėties nustatymo tikslumas, didelis standumas, maža trintis ir optimalus rezultatas tarp sąnaudų ir našumo [3].

4. 3D spausdinimas

3D spausdinimas yra nauja integruota gamybos technologija, apimanti daugybę disciplinų. Ši technologija gali per trumpą laiką sukurti, bet kokią geometrinę struktūrą, nereikalaujant papildomų išlaidų gamybos procese. Per pastaruosius tris dešimtmečius 3D spausdinimo metodai suformavo skirtingus spausdinimo procesus, įskaitant stereolitografiją, laminuotų objektų gamybą, selektyvųjį sukepinimą lazeriu ir lydžios masės formavimą. Kiekvienas spausdinimo procesas turi įvairius parametrus, tokius kaip konstrukcijos kryptis, sluoksnio storis, temperatūra, kurie turi įtakos spausdinamų gaminių savybėms. Vienas reikšmingiausių šio pokyčio privalumų yra pažangių gamybos technologijų, leidžiančių ekonomiškiau ir efektyviau naudoti išteklius gamyba. Šiame projekte dėmesys yra sutelktas į FDM technologiją: čia termoplastikai, tokie kaip akrilnitrito butadeno stirenas arba polilaktine rūgštis yra įkaitinama iki atitinkamos temperatūros ir vyniojama iš gijinio ritinio žingsninio variklio pavaros į šildomą plastmasės ekstruderį [4]. Trimatis spausdinimas yra papildomas gamybos procesas, kurio metu produktai gaminami sluoksnis po sluoksnio. 3D spausdinimas vis dažniau naudojamas gaminant individualiems poreikiams pritaikytus ir nedidelės apimties gaminius, pvz.: atsarginės automobilių dalys, prototipai, biomedicinos prietaisų gamyba, be abejo, užima svarbų vaidmenį kuriant dekoratyvines medžiagas architektūros srityje [5].

5. Pavarų valdymas

Šiame darbe pavaros naudojamos kaip priemonė jų tikslumui ištirti spausdinant detales trimačiu spausdintuvu (žr. 2 pav.).

2 pav. Technologinis įrenginys

3D spausdintuvų mechanikos paprastumas ir pigi konstrukcija, atverianti jiems plačias galimybes praktikoje, reikalauja tokių pačių savybių ir valdymo sistemoms.

Visoms trims tiriamojo projekto linijinėms ašims valdyti reikia vieno valdiklio. Pasirinkome populiariausią rinkoje mikrovaldiklį skirta uuniversaliam naudojimui „Arduino“. Jie taikomi įvairiuose projektuose: nuo mokymosi apie šiuolaikinę puslaidininkių elektroniką mokykloje iki sudėtingų robotų konstrukcijų ar kitų projektų, kuriems yra reikalinga sąveika su skirtingais elektros įrenginiais: varikliais, jungikliais, jutikliais ir kita. „Arduino“ platforma yra pritaikoma bet kokioje srityje. Projekto įgyvendinimui yra panaudota „Arduino Mega“ 2560 platforma, RAMPS 1.4 priedėlis žingsniniams varikliams valdyti, žingsninių variklių valdiklio modulis A4988, induktyviniai galiniai jutikliai LJ8A3-2-Z/AX, kurių objekto aptikimo atstumas iki 2 mm ašių kalibravimui. 3D spausdintuvui „Arduino Mega“ 2560 konstrukcija leidžia sujungti trijų ašių žingsninius variklius, du žingsninius variklius, plastmasės ekstruderį (šiuo atveju naudojama viena jungtis, nes jungiamas vienas ekstruderis), pakaitinimo elementus, pozicionavimo jutiklius į vieną norimo įrenginio visumą, pritaikomai FDM technologijai.

Detalės modelis atsisiųstas iš internetinės talpyklos (www.thingiverse.com). Spausdinimui pasirinktas kalibracinis 2,5 cm^3 kubas. Atlikus spausdintuvo kalibravimą ir pradėjus spausdinimą pastebėta, kad pavaros juda netiksliai, matyti iš spausdinamos detalės matmenų bei kintant trajektorijai erdvėje dėl per didelės inercijos jėgos, variklis nebespėja sustabdyti pavarų reikiamoje vietoje. Buvo atliekami pataisymai programoje ir atspausdinti 3 kubai, kurie buvo 10 vietų išmatuoti, tačiau programiškai išspręsti problemos nepavyko, matyti, kad kalibraciniai 2,5 cm^3 kubai neatitinka savo nustatytų kalibracinių parametrų (žr. 3 pav.).

a)

b)

3 pav. Atspausdintos detalės modelis: a) sumontavus enkoderį; b) nenaudojant enkoderio

Nustatytos problemos priežastis – susidėvėjusi pavaros mechaninė dalis, todėl ant variklio ašies nuspręsta sumontuoti optinį enkoderį, kuris formuotų grįžtamąjį ryšį – pavaros tikslumui kontroliuoti, programiškai sumažinamas pavarų judėjimo greitis, labiausiai pažeistose pavaros vietose (žr. 4 pav.).

4 pav. Pavaros darbo grafikas prieš atliekant pakeitimus be enkoderio

Sumontavus enkoderį ir atlikus valdiklio programoje pakeitimus t. y. sumažinus žingsninio variklio pagreitį, atspausdinus 3 kalibracinius kubus, nustatyta, kad atlikti valdymo patobulinimai atitiko tikslias vertes (žr. 5 pav.).

Naudojamas inkrementinis enkoderis generuoja „A“, „B“ ir „Z“ signalus. „A“ ir „B“ signalai indikuoja apie rotoriaus judėjimo kryptį ir padėties pokytį, „Z“ signalas indikuoja apie įvykusį vieną pilną apsisukimą.

5 pav. Atspausdintų detalių parametrų paklaidos pavaizduotos grafiškai

Pasirinktas įtaisas generuoja 1 024 impulsus per vieną apsisukimą.

6. Išvados

1. Įgyvendintas antrinis naudotų pramoninių CNC staklių pavarų panaudojimas, joms valdyti panaudojant populiariausią buitinį „Arduino“ valdiklį.
2. Išplėstas įrangos funkcionalumas greta mechaniniam apdirbimui skirtų įrankių, naudojant 3D spausdinimą.
3. Pritaikytas enkoderis sudilusių pavarų tikslumui kompensuoti, todėl detalių tikslumas pakito nuo buvusių 24,2 mm iki atspausdinto kalibracinių kubų 25 mm. Pasiektas tikslumo kompensavimas naudojant enkoderį vidutiniškai – 3,31 proc.

Literatūra

1. *A Time-Dependent Dynamic Model for Ball Passage Vibration Analysis of Recirculation Ball Screw Mechanism* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-03-25]. Prieiga per: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0888327021000273?casa_token=63S_AXvfTwkAAAAA:0DPs2uvJkBp2cwSRjOi8hTXhQbe7CQwWJk4KB6Ou1X3pj1f65TSzYf93Aa7UEuAen9cdfvWe8Tw.
2. *Circular Economy: The Concept and Its Limitations* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2021-03-25]. Priega per: https://www.researchgate.net/publication/318385030_Circular_Economy_The_Concept_and_its_Limitations.

3. CVETKOVIČ, D. *Patient-Specific 3D Printed Models for Education, Research and Surgical Simulation* [interaktyvus]. London, United Kingdom: Intechopen, 2018, 115–120 [žiūrėta 2020-04-22]. ISBN 978-1-78923-965-2. Prieiga per: books.google.lt.
4. *G-Code Modeling for 3D Printer Quality Assessment* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2020-04-22]. Prieiga per: https://scholar.google.lt/scholar?hl=lt&as_sdt=0%2C5&q=G-code+Modeling+for+3D+Printer+Quality+Assessment&btnG.
5. *Transition to Circular Economy: Barriers and Drivers Interaction at Micro, Meso and Macro Levels* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2021-04-21]. Prieiga per: https://journals.vgtu.lt/index.php/MLA/article/view/9633.

LOGISTINIO JUNGIAMUMO DARNIOS ALTERNATYVOS UOSTO KROVINIŲ GABENIMUI PER KLAIPĖDOS TERITORIJĄ

Jotkevičiūtė K.[1], Spiriajevas E.[1]
[1]*Lietuvos aukštoji jūreivystės mokykla*

Raktiniai žodžiai: Klaipėdos uostas, darnus judumas, logistinis jungiamumas, transportas ir kroviniai, oro tarša.

1. Įvadas

Transportas – viena iš didžiausių ir ekonomiškai reikšmingiausių, sparčiai besivystančių ūkio sektorių Lietuvoje. Gabenamų krovinių srautai ir jų mastai priklauso nuo efektyvaus transporto sistemų funkcionavimo. Šalia sukurtų ir veikiančių transporto sistemų, kuriomis gabenami uosto kroviniai skirti tarptautinei prekybai, išsidėsčiusios gyvenvietės, miestai, gyventojams ir verslui reikalinga fizinė ir socialinė infrastruktūra, kuri nuolatos veikiama intensyvių krovinių pervežimų. Dažnai krovininio transporto sistemos sukuria neigiamą poveikį aplinkai, ypač dėl CO_2 emisijų. Nereguliariai uždaromos geležinkelių pervažos veikia transporto spūsčių susidarymą Klaipėdos teritorijoje. Krovininis transportas (vilkikai) važiuoja tais pačiais keliais, kurie skirti viešajam transportui, miesto ir priemiesčių gyventojams. Krovinių gabenimas į uosto teritorijas vyksta per Klaipėdos gyvenamųjų rajonų teritorijas. Tokiose procesuose dažnai trūksta sinchronizacijos ir darnumo tarp skirtingų transporto sistemų funkcionavimo. Ši problematika tiriama itin fragmentiškai, trūksta metodinio nuoseklumo, patikimų duomenų.

Krovinių krova per Klaipėdos uostą ir krovinių gabenimo mastai yra didelį pelną nešantys ekonominiai veiksniai. Nuolatos ieškoma naujų logistinio jungiamumo modelių bei geografinių krypčių kroviniams gabenti. Kasmet didėja krovinių gabenimas autokeliais ir geležinkeliais per Klaipėdos teritoriją, o tai neigiamai veikia Klaipėdos miesto ir rajono gyventojų gyvenimo kokybę: padidėjęs triukšmas, oro tarša, dažnos transporto spūstys prie geležinkelių pervažų. Krovininis transportas vyksta per Klaipėdos gyvenamuosius rajonus, o taip pat keliais, skirtais viešajam transportui.

Tikslas – nustatyti ir įvertinti krovinių gabenimo darnias alternatyvas mažinant oro taršą ir didinant transporto sistemų sąveiką bei uosto krovinių logistinį jungiamumą.

Tyrimų objektas – uosto krovinių mastai ir jų cirkuliacija Klaipėdos teritorijoje.

Uždaviniai:

1. Apžvelgti Klaipėdos uosto krovinių mastus ir jų gabenimo dinamiką.
2. Nustatyti uosto krovinių gabenimo autokeliais ir geležinkeliais problemines geolokacijas.
3. Apskaičiuoti pagrindinio tikslo efektyvumo indeksus logistinio jungiamumo stiprinimui mažinant oro taršą ir didinant krovininio transporto sistemų sąveiką Klaipėdos teritorijoje.

Tyrime taikomas mokslinės literatūros analizės, statistinių duomenų analizės, kartografavimo, pagrindinio tikslo efektyvumo indeksų (angl. *Key Performance Index*, KPI), logistinio jungiamumo ir erdvinės analizės metodai.

2. Logistinio jungiamumo darnių alternatyvų teoriniai ir praktiniai aspektai

Krovinių gabenimo problematika per miesto (urbanizuotas) teritorijas yra tiriama, tačiau kai kurie autoriai Nemuraitė [1], Liebuvienė ir Čižiūnienė [2], Vėlius ir Spiriajevas [3] ir kt. tiria specifinius klausimus. Anot Nemuraitės [1] Klaipėdos uosto veikla susijusi su maždaug 800 įvairių įmonių veikla bei sukuria per 23 tūkst. darbo vietų uoste ir užuostyje. Įmonės, kurių veikla susijusi su uostu, tiesiogiai ir netiesiogiai sukuria apie 18 proc. viso Lietuvos BVP. Klaipėdos uosto rodikliai ženkliai pirmaujantys tarp Baltijos šalių uostų. Uostas turi plačiausią laivybos linijų tinklą. Anot Liebuvienės ir Čižiūnienės [2] Europos Komisija jau anksčiau įspėjusi Lietuvos vyriausybę dėl transporto sistemų keliamo aplinkos užterštumo ir siūlo mažiau krovinių gabenti autokeliais ir daugiau geležinkeliais. Klaipėdos miesto geografinė padėtis palanki tokiam intermodalumui plėtoti. „Draugystės“ geležinkelio mazgas didžiausias Lietuvoje. Geležinkelių transportu vežami uosto tranzitiniai kroviniai per Klaipėdos teritoriją 2018 m. sudarė apie 56,8 proc. visų vežamų krovinių Lietuvoje. Klaipėdos uostas turi platų laivybos tinklą ir pirmaujantis pagal konteinerių transportavimą. Uoste yra gilios krantinės, todėl gali įplaukti net 15,5 m grimzlės laivai, kas nėra įmanoma kituose Rytų Baltijos pakrančių uostuose. Kasmet uoste didėja krovos apimtys, dėlto būtina derinti krovinių paskirstymą uosto ir uostą aptarnaujančiose įmonėse, ir derinti prie miesto gyventojų judumo sistemų [3].

Logistikos sistemų neigiamus padarinius miesto aplikai tyrė Rodrigue ir Dablanc [4]. Tyrime aptarė logistikos sukeliamą triukšmą, krovinių paskirstymo planavimo alternatyvas piko ir ne piko valandomis, siekiant darnesnio krovinių paskirstymo sąveikoje su poveikiu miesto aplinkai.

Monios ir kt. [5] tyrė Gioteborgo miesto ir uosto atvejį ir nustatė, kad miestas ir šalia esantis uostas, kartu gali gerai funkcionuoti, tačiau neigiamą poveikį aplinkai sukelia amortizuota transporto infrastruktūra, ypač autokeliai. Gioteborgo uosto direkcijai privatizavus krovos terminalus, padidėjo uosto

teritorijos plotas, todėl atsirado poreikis tobulinti logistinio jungiamumo sistemas. Darnaus judumo principų trūkumas miesto transporto sistemose sukuria transporto spūstis mieste ir uosto prieigose. Autoriai Ascencio ir kt. [6] analizavo logistikos modelių planavimą ir atskirų logistikos elementų sąveiką miesto ir uosto teritorijose. Visų sistemų bendradarbiavimas ir dalijimasis informacija yra svarbus veiksnys, siekiant efektyvių logistinio jungiamumo rezultatų, kas veikia transporto sukeliamos taršos mažinimą, mažėja transporto spūsčių susidarymai. Buvo analizuojami tuščių konteinerių konsolidavimo procesai. Siūloma išvystyti sistemą, kurioje sukeičiami konteineriai, jų negrąžinant į konteinerių terminalus. Krovininis transportas, pristatęs eksporto krovinį į uostą, iš karto paimtų importui priklausantį krovinį ir jį išgabentų iš uosto teritorijos, o tai sumažintų kelių apkrovą ir CO_2 emisijas uosto ir miesto teritorijose.

Anot Russo ir Comi [7] darnaus vystymosi tikslus galima pasiekti tiriant krovinių gabenimo strategijas. Krovinių gabenimas nuo kilmės iki paskirties vietos organizuojamas skirtingų logistų, kurie parenka krovinių gabenimo logistinę grandį. Šį planavimo principą galima susieti su valdymo metodu iš apačios į viršų, kuris yra efektyvesnis nei priešingas jam metodas iš viršaus į apačią. Sprendimus priimtų specialistai (transporto planuotojai), kurie turi daugiau žinių šioje srityje, o ne tie, kurių pareigos yra aukštesnės. Taip būtų galima išvengti nepagrįstų sprendimų logistikos srityje.

Zak ir kt. [8] analizavo geležinkelio transporto privalumus, lyginant su autokelių transportu. Nustatė, jog išlaidos krovinių gabenimui geležinkelių transportu yra – 10,4 EUR už 1 tonkilometrį, o autokelių transportu – 33,5 EUR 1 tonkilometrį. Geležinkelių transporto sistemų naudojimas sąveikoje tarp aplinkosaugos ir išlaidų yra darnesnis, todėl turėtų būti naudojamas kaip alternatyva autokelių transportui. Merchan ir kt. [9] nustatė, jog šiltnamio dujų efektas atsiranda iš transporto sektoriaus. Tai sudaro apie 34 proc. visų išmetamų taršos emisijų į atmosferą, o geležinkelio taršos emisijos į atmosferą sudaro apie 0,21 proc. Cohen ir kt. [10] tyrė darnų judumą miestuose, gyventojų sąmoningumą kaip jie suvokia darnią plėtrą ir darnaus keliavimo alternatyvas, siekiant mažinti transporto taršos emisijas. Anot tyrėjų, politiniai sprendimai turi daugiau sąsajų su pramone ir jos aptarnavimu, nei su mokslu. Jaučiama didelė darnaus judumo sampratos spraga visuomenės sąmoningume. Valdžios institucijų sąmoningumą tyrė Lindholm [11]. Miestams reikalingas ypatingas dėmesys, nes cirkuliuojantis krovininis transportas veikia oro taršą, transporto spūsčių susidarymą, o tai menkina gyvenimo kokybę. Krovininio transporto problemos dar menkai tiriamos ir nesukelia didesnio susidomėjimo, siekiant darnaus judumo sprendimų įgyvendinimo, tam būtinas veiksmingas tarpinstitucinis bendradarbiavimas.

Liu ir kt. [12] uostą ir miestą įvardija kaip atskiras dvi erdvines ekonomikas, kurias jungia tarpusavio priklausomybė. Uostas svarbus miesto elementas, nes jis jungia miestą su išoriniu pasauliu – užjūriu, todėl šias erdves būtina integruoti darnaus judumo sprendimais. Svarbu uostų infrastruktūrą

derinti su miesto infrastruktūros pajėgumais, todėl svarbiausiu tikslu turi būti bendradarbiavimas tarp miesto ir uosto.

Kishchenko ir kt. [13] analizavo uosto ir miesto santykį Antverpeno uosto atveju. Antverpenas, antras pagal dydį Belgijos miestas, tačiau taip pat turi ir antrą pagal dydį uostą ES. Mieste nuolatos susidaro transporto spūstys, padidėjusi oro tarša, nesuderinti miesto ir uosto poreikiai. Judumo problema daro neigiamą įtaką miesto pasiekiamumui, gyvenimo kokybei. Antverpeno miestas 2016–2020 m. dalyvavo „Horizons“ 2020 projekte „PORTIS“ (šiame projekte dalyvavo ir Klaipėdos miestas). Projekto tikslas buvo įgyvendinti darnaus judumo principus uostamiesčiuose, naudojant Europos Komisijos patvirtintą CIVITAS metodines gaires darnaus judumo planavimui tarp uosto ir miesto.

3. Per Klaipėdos uostą gabenamų krovinių mastai ir jų dinamika

Vienintelis Lietuvoje esantis Klaipėdos valstybinis jūrų uostas yra svarbus krovinių gabenimui per Lietuvą logistikos elementas. 1 paveiksle vaizduojama bendra krovos dinamika Klaipėdos uoste 2010–2020 m. (žr. 1 pav.).

1 pav. Krovos dinamika Klaipėdos uoste 2010–2020 m. [14]

Bendra krovos dinamika Klaipėdos uoste nuo 2010 m. iki 2020 m. didėjo. 2010 m. krovos dinamika siekė 31,28 mln. t, o 2020 m. padidėjo net 34,5 proc. ir siekė 47,79 mln. tonų. Spartus krovos augimas uoste yra puikus rodiklis bendrai šalies ekonomikai.

Krovinių gabenimai vyksta geležinkelių ir autokelių transportu. Šios transporto rūšys yra svarbios logistinio jungiamumo dedamosios ir Klaipėdos uostui. Krovinių gabenimai Lietuvoje geležinkelių transportu nuo 2010 iki 2019 m. išliko pastovaus masto. 2010 m. buvo pervežta 48,06 mln. tonų, o 2019 m. krovinių gabenimai geležinkeliais padidėjo 12,9 proc. ir siekė 55,2 mln. tonų. Autokelių transporto rodikliai Lietuvoje nuo 2010 m. iki 2019 m. tik

didėjo. 2010 m. autokeliais buvo pervežta 44,71 mln. tonų krovinių, o 2019 m. krovinių gabenimas autokeliais padidėjo 55,64 proc. ir siekė 100,8 mln. tonų. Didelė dalis krovinių šalyje yra gabenami autokeliais, nes geležinkelių transporto maršrutai Lietuvoje nėra pilnai išvystyti, todėl pasiekti logistikos centrus patogiau autokelių transportu, tačiau būtent uosto krovinių daugiau gabenama geležinkelių transportu.

2-ame paveiksle pateikiamos lyginamosios kreives: AB „Lietuvos geležinkeliai“ krovinių mastas per Klaipėdos uostą (Klaipėdos uosto kryptimi), bendras LG krovinių mastas bei Klaipėdos uosto bendra krovos dinamiką (žr. 2 pav.).

2 pav. AB „Lietuvos geležinkeliai" krovinių apimtis per Klaipėdos uostą (Klaipėdos uosto kryptimi) 2010–2018 m. mln. t ir bendros apimtys (iš viso) [15]

Didžiąją dalį Klaipėdos uosto krovinių gabena AB „Lietuvos geležinkeliai“. 2010 m. Klaipėdos uosto krova buvo 31,28 mln. tonų, iš kurių 23,15 mln. tonų buvo gabenami geležinkelių transportu, geležinkeliais buvo pervežta 74 proc. visos uosto krovos. 2018 metais rodikliai šiek tiek kito – Klaipėdos uosto krova siekė 46,58 mln. tonų, tačiau geležinkelių transportu pervežta 29,74 mln. tonų, kas sudarė 64 proc. bendros uosto krovos. Dalis importo krovinių pasilieka Lietuvoje, ir dalis jų eksportuojami iš Lietuvos. Uosto krovinių srautas geležinkelių transportu 2015–2018 m. sudarė apie 66,25 proc. ir 33,75 proc. autokeliais. Pagrindinės šalys partnerės yra Baltarusija, Rusija bei Ukraina. Baltarusija užima didžiausią rinkos dalį. Kiekvienais metais tranzitas su šia šalimi augo – 2015 m. buvo pervežta 13 376,3 tūkst. tonų krovinių, o 2018 m. padidėjo 10 proc. ir siekė 14 850,7 tūkst. tonų. Pagrindiniai produktai – trąšos, nafta ir jos produktai bei maisto produktai ir įvairūs pašarai. Visos šios šalys didžiąją dalį krovinių eksportui gabena geležinkelių transportu ir tik apie 2 proc. autokelių transportu.

Klaipėdos teritorija patiria sunkiojo autokelių transportų priemonių bei geležinkelių transporto emisijų taršą. Dėl nesuderintų geležinkelių grafikų ties pervažomis nuolatos susidaro transporto spūstys, geležinkeliais gabenami pilni ir tušti konteineriai, cisternos. Miesto šviesoforai nesusieti su „žaliojo

koridoriaus“ transporto valdymo sistema, kuomet būtų teikiamas greitesnis prioritetas krovininiam transportui vykti per miestą į uostą ir iš uosto. LR Aplinkos apsaugos agentūros duomenims geležinkelių transportas beveik 6 kartus mažiau taršus už krovininį autokelių transportą. Vien 2018 m. geležinkelių CO_2 emisijos siekė 3,67 mln. tonų, o autokelių krovininio transporto – 18,6 mln. tonų Lietuvoje. Šie rodikliai išlieka vis dar aukšti, todėl būtina labiau susirūpinti darnia plėtra ir atsižvelgti į gyventojų socialinę gerovę. Pagal išmetamų teršalų kiekį prioritetą reikėtų teikti krovinių gabenimui geležinkeliais. Analizėje naudoti oro taršos stebėsenos vietų duomenys Šilutės plente (Baltijos pr., Dubysos g., Vilniaus pl., Šilutės pl.), kiti – Klaipėdos centro (Taikos pr., Bangų g., Turgaus a., Tilžės g.) oro kokybės tyrimo stočių duomenys. 3-iame paveiksle vaizduojami duomenys iš oro kokybės tyrimų stočių (NO_2) (žr. 3 pav.).

3 pav. Oro kokybės tyrimų stočių duomenys (NO_2) [16]

Šilutės plento duomenys 2015 m. buvo 148 µg/m³, o 2019 m. sumažėjo 38,3 proc. ir siekė 107 µg/m³. Klaipėdos centro duomenys 2015 m. buvo 135 µg/m³, o 2019 m. taip pat sumažėjo 45 proc. ir siekė 93 µg/m³. Penkerių metų stebėsena parodė, kad NO_x tarša Klaipėdos mieste sumažėjo, tačiau pagal 200 µg/m³ ribą Klaipėdos mieste tarša vis dar išlieka labai aukšta.

4. Uosto krovinių gabenamų geležinkelių ir autokelių transportu Klaipėdoje probleminės geolokacijos

Kartografinio vaizdavimo metodu nustatytos autokelių krovininio transporto spūsčių, oro taršos, geležinkelio pervažų, oro taršos stebėsenos stotelių geolokacijos, taikant *ArcGIS* 10.6 programos licenciją, naudojant Lietuvos erdvinių duomenų rinkinį EDR 250 000 (žr. 4 pav.).

Klaipėdoje vykdomi uosto krovinių pervežimai geležinkeliais ir autokelių transportu. Didžiausia to problema – oro tarša bei gyventojų socialinės gerovės nepaisymas. Daugumoje krovininio transporto kelių formuojasi nuolatinės transporto spūstys, dėl ko tose vietose susidaro ypatingai didelė oro tarša. Krovininis transportas vyksta per miesto gyvenamuosius

rajonus, todėl krovininio transporto tarša atsiliepia žmonių socialinei gerovei. Klaipėdos miesto gyventojai turi kvėpuoti CO_2, NO_2 ir kitų teršalų dujomis.

4 pav. Klaipėdos miesto keliai, geležinkeliai ir pervažos, 2021 m.

Kita problema – geležinkelio pervažų uždarymas, ypač Sendvario ir Rimkų pervažų nereguliarus uždarymas labiausiai veikia spūsčių susidarymą. Šios pervažos uždaromos tokiu laiku, kada vyksta intensyviausias eismas lengvosiomis transporto priemonėmis, t. y. ryte, kai aplinkiniai šių rajonų gyventojai keliauja į darbus, bei vakare, kai iš darbų gyventojai keliauja į namus, dėl to taip pat lėtinamas ir viešojo transporto judėjimas. Tokios spūstys sukelia socialinę įtampą: susidaro didelės automobilių eilės, vyksta darbo laiko praradimai, vėlavimai. Dėl gyventojų sąmoningumo stokos, automobiliai stovi prie pervažų su neužgesintais varikliais, kas didina išmetamų dujų emisiją į atmosferą. Pagrindinė visos šios situacijos kliūtis – tai geležinkelio transporto judėjimo grafikų neskelbimas gyventojams. Gyventojai, kurie turi pervažiuoti

šias pervažas negali susidaryti palankaus maršruto, kuris leistų išvengti spūsčių, nes tikslus geležinkelių transporto judėjimo laikas nėra viešai skelbiamas.

5. Pagrindiniai efektyvumo indeksai didinant logistinį jungiamumą darniomis alternatyvomis

Tyrimo metu buvo apskaičiuotas pagrindinio efektyvumo indeksas (angl. *Key Performance Index*, KPI). Šiuo indeksu atliekamas pasirinkto pagrindinio tikslo veiksnio sudėtinių rodiklių efektyvumo apskaičiavimas procentais. Nustatomas kiekvieno pasirinkto rodiklio efektyvumas pasirinktam veiksniui, rodiklių *i* ir *j* porų sugretinimo ir palyginimo principu, kai *i* ir *j* porų rodikliams suteikiamas šių rodiklių tarpusavio poveikio kriterijus išreikštas indeksu *i* ir *j* rodiklių matricoje vienas kito atžvilgiu. Taip nustatomas jų poveikis pagrindinio veiksnio efektyvumui.

Tikslas 1. Sukurti darnią ir ekologiškai švaresnę miesto ir uosto aplinką, mažinant CO_2 emisijas gabenant krovinius vilkikais. Tikslo 1 veiksnys – CO_2 emisijų (kg) iš automobilių (vilkikų transporto) uosto krovinių gabenime. Tikslo 1 veiksnio rodiklių efektyvumas: mažinti uosto krovinių gabenimą vilkikų transportu (10 proc.), „žaliojo koridoriaus“ infrastruktūros sukūrimas (48 proc.), mažinti vilkikų transporto cirkuliacijos laiką Klaipėdos teritorijoje (8 proc.), kitų išorinių veiksnių poveikis 33 proc.

Tikslas 2. Stiprinti logistinio jungiamumo darnias alternatyvas, daugiau uosto krovinių gabenant geležinkeliais, kurie sukuria mažesnes CO_2 emisijas uosto krovinių gabenime. Tikslo 2 veiksnys – uosto krovinių gabenimo mastas geležinkeliais. Tikslo 2 veiksnio rodiklių efektyvumas: mažinti uosto krovinių gabenimą vilkikų transportu (37 proc.), mažinti vilkikų transporto cirkuliacijos laiką Klaipėdos teritorijoje (39 proc.), įdiegti geležinkelio pervažų uždarymo/atidarymo grafikus (7 proc.), kitų išorinių veiksnių poveikis (16 proc.).

Tikslas 3. Stiprinti bendradarbiavimo modelį tarp miesto ir uosto, sukuriant „Žaliąjį koridorių“ krovininiam transportui, instaliuojant išmaniuosius šviesoforus transporto sistemų valdymui. Tikslo 3 veiksnys – išmaniųjų šviesoforų skaičius eismo reguliavimui sukuriant „Žaliąjį koridorių“. Tikslo 3 veiksnio rodiklių efektyvumas: „žaliojo koridoriaus“ infrastruktūros sukūrimas (55 proc.), mažinti vilkikų transporto cirkuliacijos laiką Klaipėdos teritorijoje (20 proc.), įdiegti geležinkelio pervažų uždarymo/atidarymo grafikus (7 proc.), kitų išorinių veiksnių poveikis (19 proc.).

Tikslas 4. Sumažinti krovininio transporto važiavimo laiką per Klaipėdos teritoriją. Tikslo 4 veiksnys – krovininio transporto važiavimo laikas per Klaipėdos teritoriją. Tikslo 4 veiksnio rodiklių efektyvumas: „žaliojo koridoriaus“ infrastruktūros sukūrimas (33 proc.), mažinti vilkikų transporto cirkuliacijos laiką Klaipėdos teritorijoje (31 proc.), įdiegti geležinkelio pervažų

uždarymo/atidarymo grafikus (13 proc.), kitų išorinių veiksnių poveikis (23 proc.).

Tikslas 5. Nustatyti geležinkelio pervažų uždarymo grafikus Klaipėdos teritorijoje, siekiant mažesnių CO_2 emisijų iš individualaus ir kito transporto. Tikslo 5 veiksnys – lengvųjų ir kitų automobilių skaičius, kurie stovi prie uždarytų pervažų vidutiniškai per metus. Tikslo 5 veiksnio rodiklių efektyvumas: mažinti uosto krovinių gabenimą vilkikų transportu (11 proc.), mažinti vilkikų transporto cirkuliacijos laiką Klaipėdos teritorijoje (8 proc.), įdiegti geležinkelio pervažų uždarymo/atidarymo grafikus (56 proc.), kitų išorinių veiksnių poveikis (25 proc.).

CO_2 emisijų (kg) sumažinimas iš automobilių (vilkikų) transporto, t. y. mažiau gabenant šia transporto rūšimi, sudaro 33 proc. visos suminės KPI reikšmės siekiant darnumo gabenant įvairius krovinius vilkikais.

Uosto krovinių gabenimo mastas geležinkeliais sudaro 16 proc. visos suminės KPI reikšmės, siekiant gabenti daugiau krovinių geležinkelių transportu per Klaipėdos uostą. Krovinių gabenimas geležinkelių transportu 6 kartus mažiau taršesnis aplinkai nei krovininiu transportu. Išmaniųjų šviesoforų reguliavimas sukuriant „Žaliąjį koridorių“ ir sudarant sąlygas krovininio transporto judėjimui per Klaipėdos teritoriją sudaro 19 proc. visos suminės KPI reikšmės siekiant, jog krovininis transportas kuo greičiau judėtų mieste ir mažiau į orą patektų taršos emisijų.

Trumpesnis krovininio transporto važiavimo laikas per Klaipėdos teritoriją sudaro 23 proc. visos suminės KPI reikšmės. Tai reiškia, jog kuo greičiau krovininis transportas pervažiuos Klaipėdos teritoriją, tuo mažesnės spūstys susidarys mieste ir taip bus išvengiama bendro transporto srauto sulėtėjimo.

Lengvųjų ir kitų automobilių kiekis, kuris stovi prie uždarytų pervažų vidutiniškai per metus sudaro 25 proc. visos suminės KPI reikšmės. Didesni krovinių gabenimo mastai geležinkelių transportu skatins didesnį ir geležinkelių pervažų uždarymą, dėl to susidarys didelės automobilių spūstys prie uždarytų pervažų, o užvestų mašinų varikliai į aplinką išmes daug CO_2 ir kitų teršalų, tačiau geležinkelių pervažų uždarymo grafikų viešinimas sumažintų 25 proc. suminį automobilių skaičių prie pervažų per metus. Svarbu paminėti, jog visuose tiksluose yra kiti išoriniai veiksniai, tam įtakos turi politiniai sprendimai bei kai kurių institucijų tarpusavio sprendimų nesuderinimas.

Logistinis jungiamumas svarbus kiekvieno miesto darniai plėtrai. Kuo labiau bus suderintos įvairios transporto rūšių sistemos tarpusavyje, tuo mažiau kils problemų greitai ir efektyviai pervežti krovinius iš pradinio taško į galutinį. Tarp geležinkelių transporto ir Klaipėdos uosto logistinis jungiamumas yra kur kas geresnis, tačiau tam, jog būtų išpildyti visi lūkesčiai svarbu gerinti esamą infrastruktūrą: gerinti geležinkelių operacijas, jog jie netrikdytų miesto gyventojų socialinės gerovės bei lengvai pasiektų visas Klaipėdos uosto teritorijas.

6. Išvados

1. Klaipėdos uosto krova kasmet didėja: nuo 2010 m. iki 2020 m. krovos mastai padidėjo 34,5 proc. Didžioji dalis uosto krovinių gabenami geležinkelių transportu, o tai sudaro apie 64 proc. visų krovinių, kita dalis – 36 proc. tenka krovininiam autokelių transportui.
2. Klaipėdos mieste esantis geležinkelių ir autokelių transportas yra labai taršus. Dauguma krovininio transporto važiuoja per gyvenamuosius miesto rajonus, kas blogina miesto gyventojų socialinę gerovę, pagrindinės probleminės geolokacijos Klaipėdos mieste – Sendvario bei Rimkų pervažos.
3. Pagal pagrindinio tikslo efektyvumo apskaičiuotus indeksus nustatyta, kad norint įvykdyti 5 išsikeltus tikslus svarbiausi veiksnių rodikliai yra „žaliojo koridoriaus“ infrastruktūros sukūrimas, autokelių krovininiu transportu gabenamų krovinių mažinimas ar bent jau šio transporto trumpesnis važiavimo laikas per Klaipėdos teritoriją bei uždaromų geležinkelio pervažų, kurios lėtina eismą, grafikų viešinimas.

Literatūra

1. NEMURAITĖ, L. Klaipėda state seaport competitiveness research. *Magistro baigiamasis darbas* [interaktyvus]. Vilnius Gediminas Technical University Library, 2011 [žiūrėta 2021-03-02]. Prieiga per: https://vb.vgtu.lt/object/elaba:1836020/.
2. LIEBUVIENĖ, J., ČIŽIŪNIENĖ, K. Klaipėdos regiono transporto sektoriaus potencialo ekonominis vertinimas. *Darnios aplinkos vystymas* [interaktyvus]. 2020, 1(17), 32–41 [žiūrėta 2021-03-02]. Prieiga per: http://ojs.kvk.lt/index.php/DAV/article/view/161/112.
3. VĖLIUS, P., SPIRIAJEVAS, E. Klaipėdos uosto ekonominio geografinio konkurencingumo veiksniai rytų Baltijos uostų kontekste. *Regional Formation and Development Studies* [interaktyvus]. 2016, 1(18), 162–180, ISSN 2029-9370 [žiūrėta 2021-03-05]. Prieiga per: https://etalpykla.lituanistikadb.lt/object/LT-LDB-0001:J.04~2016~1522054711273/.
4. RODRIGUE, J. P., DABLANC, L. Urban logistical challenges. City logistics: concepts, policy and practice. *Dept. of Global Studies & Geography* [interaktyvus]. Hofstra University, New York, USA, 2011 [žiūrėta 2021-03-02]. Prieiga per: https://globalcitylogistics.org/home/a-freight-and-the-city/urban-logistical-challenges/.
5. MONIOS, J., BERGQVIST, R., WOXENIUS, J. Port-centric cities: The role of freight distribution in defining the port-city relationship. *Journal of Transport Geography* [interaktyvus]. 2017, 66, 53–64 [žiūrėta 2021-03-05]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/321267374_Port-

centric cities The role of freight distribution in defining the port-city_relationship.
6. ASCENCIO, L. M., GONZÁLEZ-RAMÍREZ, R. G., BEARZOTTI, L. A., SMITH, N. R., CAMACHO-VALLEJO, J. F. A Collaborative supply chain management system for a maritime port logistics chain. *Journal of Applied Research and Technology* [interaktyvus]. 2014, 12(3), 444–458 [žiūrėta 2021-03-01]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/S1665-6423(14)71625-6.
7. RUSSO, F., COMI, A. A classification of city logistics measures and connected impacts. *Social and Behavioral Sciences* [interaktyvus]. 2010, 2(3), 6355–6365 [žiūrėta 2021-03-05]. Prieiga per: Science Direct.
8. ZAK, J., JACYNA-GOLDA, I., MERKISZ-GURANOWSKA, A., LEWCZUK, K. The role of railway transport in designing a proecological transport system. *WIT Transactions on The Built Environment* [interaktyvus]. 2014, 155, ISSN 1743–3509 [žiūrėta 2020-03-04]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/291086731_The_role_of_railway_transport_in_designing_a_proecological_transport_system.
9. MERCHAN, L. A., BELBOOM, S., LEONARD, A. Environmental impact assessment of rail freight intermodality. *Chemical Engineering, Products, Environment* [interaktyvus]. Eindhoven, 2015 [žiūrėta 2021-03-01]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/277617745_Environmental_impact_assessment_of_rail_freight_intermodality.
10. COHEN, S. A., HIGHAM, J., GÖSSLING, S., PEETERS, P. EIJGELAAR, E. Finding effective pathways to sustainable mobility: Bridging the science-policy gap. *Journal of Sustainable Tourism* [interaktyvus]. 2016, 24(3), 317–334 [žiūrėta 2021-02-28]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/297603589_Finding_effective_pathways_to_sustainable_mobility_bridging_the_science-policy_gap.
11. LINDHOLM, M. A sustainable perspective on urban freight transport: Factors affecting local authorities in the planning procedures. *Social and Behavioral Sciences* [interaktyvus]. 2010, 6205–6216 [žiūrėta 2021-03-04]. Prieiga per: Science Direct.
12. LIU, J., ZHOU, J., LIU, F., YUE, X., KONG, Y., WANG, X. Interaction analysis and sustainable development strategy between port and city: The case of liaoning. *Intelligent Transportation and Green Logistics with Big Data* [interaktyvus]. 2019, 11(19), 5366 [žiūrėta 2021-03-03]. Prieiga per: https://doi.org/10.3390/su11195366.
13. KISHCHENKO, K., DE ROECK, M., SALENS, M., VAN MAROEY, C. The antwerp marketplace for mobility: Partnering with private mobility service providers as a strategy to keep the region accessible. *Transportation Research Procedia* [interaktyvus]. 2019, 191–200 [žiūrėta 2020-03-05]. Prieiga per: Science Direct.

14. KLAIPĖDOS UOSTAS. *Uosto statistika* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-03-05]. Prieiga per: https://www.portofklaipeda.lt/uosto-statistika.
15. *Lietuvos statistikos departamentas* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-03-05]. Prieiga per: https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize#/.
16. *Aplinkos apsaugos agentūra* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-03-05]. Prieiga per: https://oras.gamta.lt/cms/index?rubricId=251066a1-b7e9-4459-8324-c31cd8b513f5.

AUTOMATIZUOTO MIKROKLIMATO VALDYMO SISTEMŲ PRITAIKOMUMAS AUGALŲ AUGINIMUI

Krasnauskas L.[1], Sapeliauskas E.[1, 2]
[1]*Kauno technologijos universitetas*
[2]*Panevėžio kolegija*

Raktiniai žodžiai: automatizuota sistema, mikroklimato valdymas.

1. Įvadas

Automatizuoto mikroklimato valdymo sistemos gali valdyti įvairius terpės (aplinkos) parametrus (tokius kaip šviesa, temperatūra, drėgmė, oro cirkuliacija, vandens vandenilio potencialas ir dirvožemio vandenilio potencialas). Vienos mikroklimato valdymo sistemos yra taikomos valdyti patalpų mikroklimatą (pavyzdžiui, patalpose palaiko higienos normų reikalavimus atitinkančias mikroklimato parametrų vertes), kitos sistemos yra taikomos palaikyti tinkamą maisto šaltinių ir maisto būklę (pavyzdžiui, šiltnamiuose įdiegtos mikroklimato valdymo sistemos palaiko augalams augti būtinas sąlygas, o šaldytuvuose įdiegtos mikroklimato valdymo sistemos palaiko žemą temperatūrą, sulėtina bakterijų dauginimąsi ir sumažina maisto produktų gedimo spartą), kitos yra taikomos užtikrinti tam tikrų įrenginių tinkamą veikimą (pavyzdžiui, mechatroninėse sistemose mikroklimato valdymo sistemos gali būti taikomos apsaugoti naudojamus variklius nuo perkaitimo, dėl kurio įrenginys gali nustoti tinkamai veikti).

Straipsnio **tikslas** – yra apžvelgti mikroklimato valdymo sistemų, skirtų augalų auginimui, pritaikomumą.

2. Pritaikomumas sveikos gyvensenos, sveikatos saugojimo ir ekologijos atžvilgiu

Šiuolaikinėje visuomenėje daug dėmesio skiriama sveikai gyvensenai, kurios viena iš sudėtinių dalių yra sveika mityba. Tai parodo oficialios statistikos portalo [1] duomenys. Remiantis oficialios statistikos portalo [1] duomenimis daržoves kas dieną vartoja daugiau nei 53 procentai Lietuvos gyventojų, o vaisius – daugiau nei 47 procentai (žr. 1 lentelę ir 1 pav.).

Mokslo tyrimai įrodė tiesioginę sveikos mitybos įtaką žmogaus gyvenimo kokybei. Norint sveikai maitintis reikia sveiko maisto. Žmonės ieško būdų, kaip gauti sveiko ir nebrangaus maisto. Maistinių augalų auginimas leidžia žmonėms gauti dalį reikiamo sveiko maisto augalinės kilmės maisto produktais, o efektyvūs automatizuoti šiltnamiai padaryti augalų auginimą našesnį.

1 lentelė

Daržovių ir vaisių suvartojimas Lietuvoje, proc. [1]

Metai	2014	2019
Žmonės vartojantys daržoves vieną ar daugiau kartų per dieną	54,5	53,8
Žmonės vartojantys daržoves 4–6 kartus per savaitę	32,4	31,3
Žmonės vartojantys daržoves 1–3 kartus per savaitę	11,8	13,3
Žmonės vartojantys daržoves rečiau nei kartą per savaitę	1,2	1,5
Žmonės nevartojantys daržovių	0,1	0,1
Žmonės vartojantys vaisius vieną ar daugiau kartų per dieną	47,9	47,4
Žmonės vartojantys vaisius 4–6 kartus per savaitę	30,1	28,4
Žmonės vartojantys vaisius 1–3 kartus per savaitę	18,8	20,2
Žmonės vartojantys vaisius rečiau nei kartą per savaitę	3	3,8
Žmonės nevartojantys vaisių	0,2	0,3

1 pav. Lietuvos daržovių ir vaisių suvartojimas [1]

Sprendimas raciono papildymui – nedidelių mobilių šiltnamių prieinamumas.

Tokiuose šiltnamiuose galima greitai išauginti gerą ir ekologišką derlių sutaupant energijos išteklius. Tokios sistemos veikia be žmogaus įsikišimo, tinka mažam šeimos ūkiui. Tokiuose šiltnamiuose šeimos reikmėms galima auginti reikiamą kiekį daržovių (tokių kaip ridikėliai, laiškiniai česnakai, krapai, morkos, lapiniai burokai, gražgarstės).

Automatizuos mikroklimato valdymo sistemos įdiegimas į šiltnamį kuriame augalų auginimui yra naudojamos trąšos, yra aktualus, nes tokia sistema gali valdyti tręšimo procesą ir taip apsaugoti nuo tręšimo metu trąšų keliamo pavojaus sveikatai.

Taip pat tokia sistema gali leisti aprūpinti augalus tinkamu trąšų kiekiu – išvengiant perteklinio trąšų naudojimo, taip mažinant taršą ir prisidedant prie ekologinių problemų sprendimo.

Svarbu atkreipti dėmesį, kad nors šios sistemos gali padėti saugoti sveikatą ir mažinti trąšų keliamą pavojų aplinkai, joms maitinti dažnai naudojama elektros energija nėra ekologiškos kilmės.

Šią problemą galima mažinti šiais būdais:

- efektyviam apšvietimo reguliavimui, naudojant ne tik dirbtinius šviesos šaltinius (kurių energijos intensyvumą ir spektrą galima suderinti taip, kad būtų tinkamiausi augalams auginti), bet ir natūralius gamtoje esančius šviesos šaltinius (ypač saulės šviesą);
- šviesos energijos intensyvumo (šviesos srauto) palaikymui, naudojamus dirbtinius šviesos šaltinius galima maitinti naudojant elektros energiją gautą iš pačioje sistemoje integruotų atsinaujinančių energijos šaltinių (pavyzdžiui saulės, vėjo, vandens ir t. t).

3. Pritaikomumas laiko taupymo atžvilgiu

Norint prižiūrėti šiltnamį visus metus reikia laiko, kurio tam žmogus dažnai neturi. Automatizuotos sistemos gali prižiūrėti šiltnamį ir perimti didžiąją dalį šiltnamio priežiūros naštos.

Automatizuotos mikroklimato valdymo sistemos taikomos šiltnamiuose leidžia tiksliau ir lanksčiau valdyti mikroklimato parametrus, išvengiant žmogiškojo faktoriaus klaidų, bei suteikti augalams nenutrūkstamą priežiūrą. Automatizuoti šiltnamiai puikiai tinka žmonėms kurie mėgsta keliauti ir kontroliuoti savo laiką.

Nors šios sistemos padeda sutaupyti laiko, reikėtų nepamiršti, kad tokių sistemų nereikėtų palikti ilgą laiką be priežiūros, nes įvykus gedimui ar maitinimo sistemos sutrikimams gali nutrūkti augalo priežiūra, o ilgai neprižiūrimą augalą gali ištikti žūtis.

Šiltnamių automatizavimas yra šiuolaikinė augalų priežiūros ir gero derliaus užtikrinimo priemonė.

4. Pritaikomumas verslo ir ekonominiu atžvilgiu

Esant aukštoms augalinės kilmės maisto produktų kainoms (žr. 2 pav.) ir poreikiui yra siekiama rasti būdų, kurie leistų kuo efektyviau panaudoti išteklius ir taip mažinti žalą gamtai. Šiltnamio automatizacija mažina darbo jėgos ir darbo laiko sąnaudas, leidžia tiksliau valdyti šiltnamio mikroklimato parametrus taip leisdama padidinti derlių. Šie veiksniai mažina produktų savikainą.

Šiltnamių automatizacija naudojant mikroklimato valdymo sistemas leidžia aukštos kokybės didelio efektyvumo augalų auginimą ir jų produktų gavybą bei saugojimą. Mikroklimato valdymas leidžia padidinti šiltnamio našumą, mažinti augalų auginimo sąnaudas, ir didinti derlių (didesnis derlius augalais prekiaujančioms įmonėms leidžia didinti eksporto apimtis ir plėsti verslą). Automatinės mikroklimato valdymo sistemos leidžia be operatoriaus įsikišimo valdyti augalų auginimo technologinius procesus ir jų parametrus, perspėti apie avarines situacijas, planuoti ir ekonomiškai naudoti energijos resursus, ir atlikti procesų stabdymo apsaugines funkcijas esant nenumatytai situacijai (taip sumažinant galimą pavojų). Automatizuotos valdymo sistemos padeda išspręsti problemas tiek pramoniniuose tiek namų ūkiuose.

Sukūrus nebrangią ir lengvai valdomą kilnojamą automatizuoto mikroklimato valdymo sistemą, galima išplėsti jos gamybą ir taip sukurti savo verslą. Nedidelės mobilios automatizuoto mikroklimato valdymo sistemos puikiai tiktų nedideliuose privačiuose ūkiuose ir netgi butuose.

Remiantis tyrimų duomenimis (1971–2000 m.) Ispanijoje saulėtų valandų per metus vidutiniškai yra 2 445,70. Lietuvoje (1981–2010 m. duomenimis) saulėtų valandų per metus vidutiniškai yra 1 770,77. Lietuvoje saulėtų valandų per metus yra apie 675 mažiau, nei Ispanijoje (žr. 3 pav.).

2 pav. Augalininkystės produktų supirkimo kainos [2]

Ispanijoje saulėtų dienų per metus kiekis yra 1,38 kartų didesnis, nei Lietuvoje.

Taip pat Ispanijoje netgi minimali dienos temperatūra yra aukštesnė nei Lietuvoje.

Remiantis gautais duomenimis (žr. 3, 4 pav.), galima daryti išvadą, kad Vidurio Europoje lauko sąlygomis auginami augalai gauna mažesnį šviesos ir šilumos kiekį, nei Pietų Europoje.

3 pav. Saulėtos valandos Lietuvoje ir Ispanijoje per metus [3, 4]

4 pav. Oro temperatūra Lietuvoje ir Ispanijoje [5, 6]

Šviesos ir temperatūros trūkumą leidžia mažinti šiltnamiai, kuriuose yra įdiegtos pilno spektro šviesos lempos ir automatizuotos temperatūros palaikymo sistemos.

5. Pritaikomumas ekstremalių situacijų atžvilgiu

Klimato kaita ir COVID-19 pandemija rodo, kad esame nepasiruošę daliniam maisto grandinių nutrūkimui. Daug valstybių uždarė sienas kaip priemonę, kad sustabdytų COVID-19 ligos plitimą. Šis apribojimas sukėlė dalinį maisto grandinių nutrūkimą pasaulio mastu. Kai kuriose valstybėse buvo atidėta javapjūtė ir padaryta nepataisoma žala greitai gendantiems augalinės kilmės maisto produktams. Tvariu natūralių resursų naudojimu paremtos atsparios augalų auginimo sistemos yra prevencinė ir žalą mažinanti priemonė esant augalinės kilmės maisto produktų trūkumo krizėms.

COVID-19 pandemijos metu maži mobilūs šiltnamiai namų ūkiuose ir butuose yra viena iš priemonių, leidžiančių užsiauginti papildomą kiekį augalinės kilmės maisto produktų (visiškai apsirūpinti vienas žmogus gali su šiltnamiu kurio pagrindas 1,22 m × 1,83 m [7]), ir jais pagerinti ir praturtinti mūsų mitybą [8].

Automatizuoti mikroklimatą valdantys šiltnamiai padeda apsaugoti augalus nuo tokių stichinių nelaimių kaip sausra (sulaikydami garavimo metu iš augalų ir dirvos išsiskyrusią drėgmę) ir kruša (savo korpusu apsaugodami augalus nuo ledėkų smūgių).

6. Išvados

1. Automatizuotos mikroklimato valdymo sistemos gali padėti užsiauginti sveikai mitybai reikalingas daržoves.
2. Automatizuotos mikroklimato valdymo sistemos padeda užtikrinti augalų augimui tinkamas mikroklimato parametrų, tokių kaip drėgmė, trąšos, temperatūra ir apšvietimas, tinkamas vertes, kompensuojant skirtumus tarp regionų.

Literatūra

1. *Daržovių vartojimo dažnumas. Vaisių vartojimo dažnumas* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-21]. Prieiga per: https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize?hash=9bd74800-ec90-4025-8392-229d145d7e85#/.
2. *Augalininkystės produktų supirkimo kainos* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-21]. Prieiga per: https://osp.stat.gov.lt/statistiniu-rodikliu-analize?hash=fb8ec11a-e249-4705-8470-2f0113968a3f#/.
3. *Average Sunshine a Year in Spain* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-21]. Prieiga per: https://www.currentresults.com/Weather/Spain/annual-days-of-sunshine.php.

4. *Saulėtos dienos* [interaktyvus]. 2012 [žiūrėta 2021-04-21]. Prieiga per: http://www.saulesbaterija.lt/saules-baterijos/sauletos-dienos-lietuvoje.
5. *Climate – Spain* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-21]. Prieiga per: https://www.climatestotravel.com/climate/spain.
6. *Oro temperatūra* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-21]. Prieiga per: http://www.meteo.lt/lt/home?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=39511&_101_type=content&_101_urlTitle=oro-temperatura&inheritRedirect=false.
7. *Growing the Green Stuff in Your 6 x 4 Greenhouse* [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2021-04-21]. Prieiga per: https://www.swgreenhouses.co.uk/blog/growing-the-green-stuff-in-your-6x4-greenhouse.html.
8. BHAVANI, R. V., GOPINATH, R. The COVID-19 pandemic crisis and the relevance of a farm-system-for-nutrition approach. *Food Security* [interaktyvus]. Springer, 2020, 12(4), 881–884 [žiūrėta 2021-04-10]. Prieiga per: https://doi.org/10.1007/s12571-020-01071-6.

DYZELINIO VIDAUS DEGIMO VARIKLIO DEGALŲ ĮTAKOS EKSPLOATACINIAMS AUTOMOBILIO RODIKLIAMS TYRIMAS

Kropas J.[1], Vaičiulis D.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: išmetamosios dujos, dyzelinas.

1. Įvadas

Didėjant oro bei žemės užterštumams ieškoma vis daugiau būdų, kaip būtų galima apsaugoti pasaulį: atliekų rūšiavimas, įvairios išmanios bei interaktyvios technologijos mokslo ir pramonės sektoriuose, visuomenės švietimas. Ne išimtis transporto sektorius – tai viena iš didžiausių ekologijos priešų. Griežtinant ekologijos standartus, įvedant specialias priemones automobilių gamintojams, kasmet bandoma pagaminti automobilį su tokiu varikliu, kuris būtų „draugiškas“ aplinkai. Dyzelinis vidaus degimo variklis yra laikomas bene labiausiai teršiantis aplinką variklis dėl savo išmetamųjų dujų sudėties, todėl šio tipo varikliams yra taikoma griežta kontrolė. Bėgant metams gamintojai sunkiai randa techninius sprendimus, kurie leistų vidaus degimo varikliams išgauti keliamus griežtus išmetamųjų dujų reikalavimus. Tokiam tikslui naftos perdirbimo įmonės ieško alternatyvų bandant sukurti kaip galima ekologiškesnius degalus, kurių pagalba būtų galima išgauti mažesnius išmetamųjų dujų dalelių kiekius.

Tikslas – ištirti kaip išmetamųjų dujų dalelių kiekis priklauso nuo skirtingų dyzelinių degalų rūšių varikliui dirbant skirtingais rėžimais.

2. HVO dyzelinas

HVO (angl. *Hydrotreating Vegetable Oil*) – hidrintas augalinis aliejus (augalų bei gyvulinių riebalų aliejus), kuris yra gaunamas panaudojant maisto bei gamybos pramonėje likusias atliekas [1]. Naudojant būtent šio tipo aliejų yra pagaminami ekologiški gamtai dyzeliniai degalai. Šie degalai pasižymi mažesne tarša iki 90 proc. lyginant su įprastiniu iškastiniu dyzelinu (žr. 1 pav.). Šią technologiją pirmoji atrado Suomijos naftos perdirbimo kompanija „Neste Oyj“ dar 2007 m. bei davė pavadinimą „NexBTL“, o dyzeliniams degalams suteikė pavadinimą „Neste MY Renewable Diesel“ [2]. Šios technologijos

degalai nebuvo populiarūs dėl jų naujoviškumo bei bandymų stokos: iš pradžių teigtą, jog šio tipo grynojo dyzelino negalima naudoti.

1 pav. „Neste MY Renewable Diesel“ (kairėje) dega švariau nei įprastas iškastinis dyzelinas (dešinėje) [5]

Šiuo tikslu buvo išleisti „Pro Diesel“ degalai, kuriuose buvo maišomi standartiniai dyzeliniai degalai su „Neste MY Renewable Diesel“ [3]. Praėjus keliems metams bei atlikus testus buvo gamintojas pastebėjo bei patvirtino, jog „Neste MY Renewable Diesel“ yra saugus naudoti grynos konsistencijos vidaus degimo variklyje [4].

3. Tyrimo eiga ir rezultatai

Tyrimas buvo atliekamas Vilniaus Gedimino technikos universiteto, automobilių katedros, vidaus degimo variklių laboratorijoje [6] naudojant dyzelinį vidaus degimo variklio stendą, kurį sudaro Audi markės, 1,9 litro tūrio, tiesioginio įpurškimo dyzelinis variklis su turbokompresoriumi. Tyrime buvo naudojami įprasti ir „Neste MY Renewable Diesel“ dyzeliniai degalai bei lyginami išmetamųjų dujų parametrai: azotų oksidai NO_x, angliavandeniliai HC, dūmingumas, anglies monoksidas CO, anglies dvideginis CO_2. Tyrimo metu vidaus degimo variklio sūkiai buvo pastovūs, tačiau buvo keičiama variklio apkrova (sukimo momentas) naudojant apkrovos stendą KI-5543 (matavimo paklaida ±1,23 Nm) nustatant ketverius rėžimus: 30, 60, 90 ir 120 Nm. Išmetamųjų dujų parametrams fiksuoti buvo naudojamas deginių matavimo įranga „AVL DiCom“ 4000, dūmingumo matavimui – „AVL DiSmoke“ 4000, matavimo paklaidos pateikiamos [7] šaltinyje. Tyrimas vykdytas 60 sekundžių, užrašant įrangų pateikiamas reikšmes.

Lyginant gautus išmesto azoto oksidų NO_x vidurkius iš 2 paveikslo matyti, kad naudojant HVO degalus išmetama 12–27 proc. mažiau NO_x lyginant su įprastiniu dyzelinu. Išmetimo dujose angliavandenilių HC vidutinių kiekių, naudojant skirtingus degalus, palyginimas pateiktas 3 paveiksle. Naudojant įprastą dyzeliną į aplinką išmetama vidutiniškai apie 27–35 proc. didesnis HC kiekis nei naudojant HVO dyzeliną. Išmetimo dujose nustatytas vidutinis dūmingumas pavaizduotas 4 paveiksle.

2 pav. Išmetimo dujose nustatyto azoto oksidų NOx vidutinis kiekis: (——) – HVO dyzelinas; (——) – įprastas dyzelinas

3 pav. Išmetimo dujose nustatytų angliavandenilių HC vidutinis kiekis: (——) – HVO dyzelinas; (——) – įprastas dyzelinas

4 pav. Išmetimo dujose nustatytas vidutinis dūmingumas: (——) – HVO dyzelinas; (——) – įprastas dyzelinas)

Lyginant gautus išmesto dūmingumo vidurkius (žr. 4 pav.) matyti, kad naudojant HVO dyzeliną gaunamas 48–55 proc. mažesnis dūmingumas nei naudojant įprastą dyzeliną.

4. Išvados

1. Naudojant „Neste MY Renewable Diesel“ dyzeliną gaunami mažesni bei aplinkai naudingesni išmetamųjų dujų parametrai nei naudojant standartinį dyzeliną: azoto oksidų NO_x kiekis sumažėja iki 27 proc., angliavandenilių HC – iki 35 proc., o dūmingumas – iki 55 proc.

Literatūra

1. *Hydrotreated Vegetable Oil Explained* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-03-20]. Prieiga per: https://rapidenergy.co.uk/blog/hydrotreated-vegetable-oil-explained/.
2. *Hydrotreated Vegetable Oil (HVO) as a Renewable Diesel Fuel: Trade-off between NOx, Particulate Emission, and Fuel Consumption of a Heavy Duty Engine* [interaktyvus]. 2008 [žiūrėta 2021-03-20]. Prieiga per: https://www.etipbioenergy.eu/images/SAE_Study_Hydrotreated_Vegetable_Oil_HVO_as_a_Renewable_Diesel_Fuel.pdf.
3. *NESTE PRO DIESEL* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-03-21]. Prieiga per: https://www.neste.lt/lt/content/neste-pro-diesel.
4. *NEXBTL Technology* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-03-21]. Prieiga per: https://www.neste.com/about-neste/innovation/nexbtl-technology#ba1443b0.
5. *Neste's Renewable Diesel (Left) Burns Cleaner That Its Fossil Neighbour. © Neste* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-03-21]. Prieiga per: https://assets.geoexpro.com/uploads/e405c144-799b-45f1-b4b4-140b8fe0cb9e/GEO_ExPro_Flowback_NEXBTL_Renewable_Diesel_Neste_.jpg.
6. *Vidaus degimo variklių mokomoji laboratorija* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: https://vilniustech.lt/transporto-inzinerijos-fakultetas/padaliniai/automobiliu-inzinerijos-katedra/vidaus-degimo-varikliu-mokomoji-laboratorija/64792.
7. *AVL EMISSION TESTER SERIES 4000* [interaktyvus]. 2002 [žiūrėta 2021-03-22]. Prieiga per: https://aecs.net/products/avl%20flyers/Emissiontester_Serie_4000_Englisch.pdf.

LENGVOJO AUTOMOBILIO PUSRĖMIO SKERSINĖS SIJOS PO SMŪGIO Į KLIŪTĮ DEFORMACIJŲ TYRIMAS

Kudrauskaitė R.[1], Vaičiulis D.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: skersinė sija, deformacija, smūgis.

1. Įvadas

Smūgio metu vieni automobilio elementai turi sugerti smūgio jėgą, kiti turi ją išskirstyti, treti kaip įmanoma geriau atsilaikyti nesideformuojant. Kaip atskiri elementai susitvarko su staiga atsirandančiomis jėgomis ir kokį vaidmenį jie atlieka avarijos metu, galima suprasti atliekant ne automobilio, kaip visumos, o atskirų elementų gniuždymo, tempimo, smūginius, lenkimo, sukimo ir įvairius kitus bandymus [1–3].

Priekinio smūgio metu didžiausią smūgio dalį sugeria automobilio priekyje esančios priekinės išilginės sijos ir ant jų galų, panaudojant atmušėjus, pritvirtinta pusrėmio skersinė sija. Būtent tai yra priežastis, kodėl ši sistema (žr. 1 pav.) sulaukia nemažai tyrėjų dėmesio, o su lyg kiekviena nauja automobilių karta, sistema vis tobulinama.

Nors ši sistema yra tiriama ne taip ir retai, tačiau atskiri sistemos komponentai tiriami pastebimai mažiau. Būtent dėl to nuspręsta tirti tik pačią skersinę pusrėmio siją. Šiame straipnyje bus nagrinėjama automobilio pusrėmio skersinės sijos „elgsena“ smūgio metu.

1 pav. „Mercedes Benz“ C klasės automobilio skersinė pusrėmio sija (mėlyna) įtvirtinta ant išilginių sijų galų (pilka), prisukta bamperio sustiprinimo atmušėjais (žalia) [4]

Tikslas: taikant BEM (baigtinių elementų metodą) ištirti, kaip smūgio metu deformuojasi automobilio pusrėmio skersinė sija ir kokią įtaką deformacijoms turi sijos sienelės storis.

2. Skersinės sijos 3D modelis

Tyrimui atlikti pasirinkta skersinė pusrėmio sija naudojama automobiliuose „Volkswagen Passat“ B5 (žr. 2 pav.).

a b

2 pav. „Vokswagen Passat“ B5 automobilio: a) skersinės pusrėmio sijos skerspjūvis; b) skersinės pusrėmio sijos 3D modelis

Sijos „elgsena“ smūgio metu bus nustatoma naudojant *SolidWorks Simulation*. Bus sprendžiamas netiesinis dinaminis uždavinys (angl. *Nonlinear-Dynamic*) darant sekančias prielaidas:

- trintis tarp kūnų paviršių – nevertinama;
- aplinkos temperatūra – 20°C;
- oro pasipriešinimas – nevertinamas;
- kontakto tipas – paviršius-taškas;
- smūgis slopinamas, slopinimo matrica $[C] = 0{,}2\,[M]$; čia $[M]$ – baigtinių elementų modelio masių matrica.

3. Tyrimas

Tyrimui atlikti pasirenkami trys skirtingi sijos storiai: 3 mm, 4 mm, 5 mm. Sijos medžiagos mechaninės savybės pateiktos 1 lentelėje.

Visų skaitinių tyrimų metu smūgio sąlygos tos pačios – kliūtis judėdama 15 m/s, 10 m/s ir 5 m/s greičiais trenkiasi į siją. Kliūtimi laikomas pilnaviduris, 100 mm skersmens ir 100 mm aukščio ritinys. Smūgio atvaizdavimas pateiktas 3 pav.

Modeliuojant smūgį numatoma, kad sija yra įtvirtinama ties išilginių sijų tvirtinimo vietomis (žr. 4 pav.). Kliūtis juda laisvai *X* ašies atžvilgiu, o judėjimas *Y* ir *Z* kryptimis yra suvaržytas. Baigtinių elementų modelio tinklelis pavaizduotas 5 paveiksle. Sijos medžiagos mechaninės savybės pateiktos 1 lentelėje.

1 lentelė

Sijos medžiagos mechaninės savybės [5]

Savybės / Medžiaga	**Tamprumo modulis, GPa**	**Puasono koeficientas**	**Tankis, kg/m^3**	**Stiprumo riba tempiant, MPa**	**Takumo riba, MPa**
ALU 3105	70	0,33	2710	150	130

3 pav. Sijos smūgio į kliūtį modelis

4 pav. Sijos įtvirtinimas

5 pav. Baigtinių elementų tinklelio tankis

Pasirenkami smūgio metu kontaktą patiriantys paviršiai sijoje bei ritinyje (žr. 6 pav.). Trintis tarp paviršių nėra vertinama.

Kaip deformuojasi sija, kai jos sienelės storis yra 3 mm, o kliūtis juda 15 m/s greičiu, pateikta 7 ir 8 pav.

6 pav. Smūgio metu sijos ir ritinio kontaktuojantys paviršiai

7 pav. Poslinkių (absoliutinės deformacijos) kitimas sijoje po smūgio, kai: sijos sienelės storis yra 3 mm, judėjimo greitis smūgio metu yra 15 m/s. Poslinkių mastelis lyginant su sijos geometrija yra 1:30

8 pav. Po smūgio deformuotas sijos pjūvis

Skaičiavimo rezultatų suvestinė, kai kliūtis juda 10 m/s bei 5 m/s greičiu, o sijos sienelės storiai kinta nuo 3 mm iki 5 mm, pateikta 2 lentelėje.

2 lentelė

Sijos sienelės storio įtakos deformacijoms, esant skirtingiems greičiams, tyrimų rezultatai

Kliūties judėjimo greitis, m/s	**3 mm storio sijos maksimalios deformacijos, mm**	**4 mm storio sijos maksimalios deformacijos, mm**	**5 mm storio sijos maksimalios deformacijos, mm**
5	1,56	1,02	0,25
10	3,93	3,28	2,51
15	4,77	4,04	3,31

Iš 9 pav.eikslo matyti, kad absoliutinių deformacijų priklausomybė nuo kliūties judėjimo greičio yra netiesinė. Pasiekus apie 10 m/s greitį, deformacijų kreivė ima plokštėti ir pokyčio sparta sulėtėja. Tuo tarpu žvelgiant į deformacijų priklausomybę nuo sienelės storio (žr. 10 pav.), galima teigti, kad priklausomybė yra artima tiesinei.

9 pav. Absoliutinių deformacijų priklausomybė nuo kliūties judėjimo greičio, kai sijos sienelės storis yra: (——) – 3 mm; (——) – 4 mm; (——) – 5 mm

10 pav. Absoliutinių deformacijų priklausomybė nuo sijos sienelės storio, kai judėjimo greitis susidūrimo metu yra: (——) – 15 m/s; (——) – 10 m/s; (——) – 5 m/s

Apibendrinant, didėjant sienelės storiui deformacijos mažėja.

4. Išvados

1. Didinant kliūties judėjimo greitį pastebėtas netiesinis absoliutinių deformacijų kitimas. Greitį padidinus nuo 5 m/s iki 10 m/s absoliutinės deformacijos išauga apie 174 proc., kai tuo tarpu greitį padidinus nuo 10 m/s iki 15 m/s – tik apie 27 proc.
2. Didinant sijos sienelės storį, absoliutinių deformacijų vertė kinta tiesiškai. Sienelės storį padidinus 1,66 karto (nuo 3 mm iki 5 mm), absoliutinės deformacijos sumažėjo 88 proc.

Literatūra

1. SPRIET, M. *Mechanical Testing of Automotive Materials and Components* [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2021-04-08]. Prieiga per: https://www.qualitymag.com/articles/94257-mechanical-testing-of-automotive-materials-and-components.
2. DEWOLFE, A. *Testing Automotive Interior Materials with a Universal Testing System* [interaktyvus]. 2012 [žiūrėta 2021-04-08]. Prieiga per: https://www.admet.com/testing-automotive-interior-materials-with-a-universal-testing-system/.
   ROBINSON, D. *Crush Characteristics of Automobile Structural Components* [interaktyvus]. 1975 [žiūrėta 2021-04-08]. Prieiga per: https://www.govinfo.gov/content/pkg/GOVPUB-C13-b30e9dfc41591a5ac35951c76e3e761e/pdf/GOVPUB-C13-b30e9dfc41591a5ac35951c76e3e761e.pdf.
3. *Applications – Car body – Crash Management Systems* [interaktyvus]. 2013 [žiūrėta 2020-05-15]. Prieiga per: https://www.european-aluminium.eu/media/1548/4_aam_crash-management-systems1.pdf.
4. *Aluminium / Aluminum 3105 Alloy (UNS A93015* [interaktyvus]. 2012 [žiūrėta 2021-04-08]. Prieiga per: https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=6620.

AERODINAMINIŲ KOMPONENTŲ ĮTAKA SPORTINIO AUTOMOBILIO AERODINAMIKAI

Mileris M.[1], Vaičiulis D.[1]

[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: aerodinamika, sportiniai automobiliai, prispaudimo jėga, kėlimo jėga, pasipriešinimo koeficientas.

1. Įvadas

Viena iš pagrindinių priežasčių, kodėl dar XIX a. pabaigoje automobilių raida vyko taip sparčiai buvo gamintojų varžymasis tarpusavyje, kuris trumpai gali būti apibūdinamas kaip autosportas. Pasak Katz [1], iš pirmo žvilgsnio skirtingas autosportui naudojamas transporto priemones sieja vienas rodiklis, kurį siekia tobulinti kiekvienas inžinierius projektuojantis sportinį automobilį, tai – aerodinamika.

Aerodinamikos mokslas yra viena iš skysčių ir dujų dinamikos šakų, kuri koncentruojasi į oro sąveiką su kietais kūnais [2]. Aerodinamika – tai mokslas, kuris nagrinėja oro molekulių sąveiką su judančių kietųjų kūnų paviršiais [3]. Kuomet automobilis juda, dėl oro srautų judėjimo, automobilio paviršių pradeda slėgti papildomos jėgos, kurios gali būti padalintos į tokias dedamasias [4]:

- aerodinaminė prispaudimo jėga (angl. *Aerodynamic Downforce*), kuri spaudžia automobilio padangas prie kelio paviršiaus;
- aerodinaminė pasipriešinimo jėga (angl. *Aerodynamic Drag*), nuo kurios priklauso kaip stipriai automobilis lėtėja dėl oro trinties su kėbulo paviršiumi;
- aerodinaminė kėlimo jėga (angl. *Aerodynamic Lift*), kuri kelia automobilį, t. y. veikia priešingai nei prispaudimo jėga. Šios jėgos paprastai nustatomos dviem būdais:
- automobilio pilno arba sumažinto modelio tyrimas pasinaudojant specialia įranga – vėjo tuneliais;
- automobilio 3D modelio tyrimas pasinaudojant programiniais paketais, kuriuose taikoma skaičiuojamoji skysčių dinamika – SSD (angl. *Computational Fluid Dynamics*, CFD).

Pirmasis metodas reikalauja didelių kaštų modelių gamybai bei specialios įrangos, todėl šiame darbe bus naudojama SSD.

Tikslas – taikant SSD ištirti F-1 sportinio automobilio galinio spoilerio posvyrio (atakos) kampo bei važiavimo greičio įtaką aerodinaminiams pasipriešinimo bei prispaudimo koeficientams.

2. Automobilio 3D modelis

Šiam tyrimui atlikti buvo pasirinktas F-1 naudojamas sportinio automobilio kėbulo tipas (žr. 11 pav.).

1 pav. Bolido 3D modelis [5]

Tyrime naudotas Šeileš Rojaus (angl. *Shaylesh Roy*) sukurtas bolido 3D modelis [5] (žr. 1 pav.).

3. Tyrimas

Atliekant tyrimą bus stebimas pasipriešinimo koeficiento kitimas keičiant šiuos parametrus:

- galinio spoilerio vieno iš elementų posvyrio (atakos) kampas;
- vėjo tėkmės greitis.

Tyrimui pasirinkti trys spoilerio variantai: pradinis variantas (autoriaus, 15° kampas su oro tėkmės linija), spoilerio elementas sudarantis 30° kampą su oro tėkmės linija ir spoilerio elementas sutampantis su oro tėkmės linija (žr. 2 pav.). Atakos kampo vizualizacija pateikta 3 pav.

a b c

2 pav. Galinio spoilerio padėtys: a) pradinis, t. y. [5] šaltinio autoriaus išpildymas (15° kampu su oro tėkmės linija); b) spoilerio elementas sutampa su oro tėkmės linija; c) spoilerio elementas 30° kampu su oro tėkmės linija

3 pav. Nagrinėti spoilerio elemento atakos kampai

Visos spoilerio modifikacijos bus ištirtos prie penkių vėjo tėkmės greičių: 5 m/s, 15 m/s, 30 m/s, 45 m/s ir 60 m/s.

Tyrimams atlikti bus naudojamas programinio paketo *SolidWorks* 2020 priedas *Flow Simulation*. Tyrime naudoto SSD modelio rodikliai:

- terpė – oras;
- oro tėkmės tipas – mišrus (laminarinis ir turbulentinis);
- oro drėgmė – nevertinama;
- oras laikomas nespūdžiu;
- paviršiaus šiurkštumas – nevertinamas;
- paviršiaus būsena – adiabatinė;
- atmosferos slėgis – 101,325 kPa;
- temperatūra – 20 °C;
- oro tankis – 1,204 kg/m^3 [6];
- tiriamosios terpės dydis: prieš bolidą – vienas bolido ilgis, virš ir po bolidu – apie vieną bolido aukštį, už bolido – apie tris bolido ilgius;
- baigtinių elementų tinklelio tankis pateiktas 4 pav.eiksle;
- kelio nelygumai – nevertinami (bolidas „kabo“ ore);
- vairuotojo įtaka – nevertinama.

Pirmiausia tiriamas pradinis bolido variantas, t. y. be spoilerio modifikacijų, prie ankščiau minėtų trijų oro tėkmės greičių. Slėgio pasiskirstymas apie bolido kėbulą pateiktas 5 pav.

Tam, kad apskaičiuoti pasipriešinimo koeficientą, reikalinga žinoti bolido skerspjūvio plotą žiūrint iš priekio. Plotas apskaičiuotas sudedant dvi bolido sritis – viršutinę ir apatinę (žr. 6 pav.). Sričių dydžiai parinkti taip, kad į sritį patenkančios tuščios ertmės maždaug atsvertų į sritį nepatenkančių komponentų skerspjūvio plotą.

4 pav. Modelio baigtinių elementų tiklelis

5 pav. Slėgio pasiskirstymas aplink bolido kėbulą

6 pav. Bolido priekinis skerspjūvio plotas

Pagal 6 pav.eiksle pateiktas schemas, apatinės dalies plotas yra 1,027 m^2, o viršutinės – 0,351 m^2. Todėl, bendras bolido priekinis skerspjūvio plotas priimtas lygus 1,378 m^2.

Aerodinaminiai pasipriešinimo ir kėlimo / prispaudimo koeficientai [7]:

$$C_D = \frac{2F_D}{\rho v^2 A}; \quad (1)$$

$$C_L = \frac{2F_L}{\rho v^2 A}; \quad (2)$$

čia F_D – pasipriešinimo jėga, N; F_L – prispaudimo jėga, N; ρ – oro tankis, kg/m^3; v – oro tėkmės greitis, m/s; A – priekinis skerspjūvio plotas, m^2.

Šiame darbe F_D ir F_L nustatomos taikant SSD. Simuliacijos rezultatai prie skirtingų oro tėkmės greičių pateikti 1 lentelėje, 7 pav.

1 lentelė

Tyrime atliktų skaitinių bandymų rezultatai

Oro tėkmės greitis *v*, m/s	**Pasipriešinimo jėga F_D, N**	**Prispaudimo jėga F_L, N**	**Pasipriešinimo koeficientas C_D**	**Prispaudimo koeficientas C_L**
Pradinis (nepakeistas) galinis spoileris (15° su oro tėkmės linija)				
5	10,29	3,46	0,497	0,167
15	92,75	31,13	0,497	0,167
30	370,77	123,19	0,501	0,165
45	834,91	284,82	0,497	0,170
60	1 477,96	513,45	0,495	0,172

Oro tėkmės greitis *v*, m/s	Pasipriešinimo jėga F_D, N	Prispaudimo jėga F_L, N	Pasipriešinimo koeficientas C_D	Prispaudimo koeficientas C_L
Su oro tėkmės linija sutampantis galinio spoilerio elementas (0° su oro tėkmės linija)				
5	9,90	3,01	0,477	0,145
15	89,64	27,15	0,480	0,145
30	358,25	109,32	0,497	0,146
45	804,33	249,58	0,479	0,149
60	1 427,39	443,31	0,478	0,148
30° su oro tėkmės linija sudarantis galinio spoilerio elementas				
5	10,29	3,44	0,496	0,166
15	93,59	30,81	0,501	0,165
30	374,28	125,23	0,480	0,168
45	838,59	281,57	0,499	0,168
60	1 493,21	517,36	0,500	0,173

7 pav. Pasipriešinimo ir prispaudimo koeficientų priklausomybė nuo galinio spoilerio atakos kampo, kai oro srauto greitis yra: ( ) – 5 m/s; ( ) – 15 m/s; ( ) – 30 m/s; ( ) – 45 m/s; ( ) – 60 m/s

8 pav. Pasipriešinimo ir prispaudimo koeficientų priklausomybė nuo oro tėkmės greičio, kai spoilerio atakos kampas yra: (▬) – 30°; (▬) – 15°; (▬) – 0°

F-1 boliduose siekiama išgauti kaip įmanoma didesnį prispaudimo koeficientą tuo pačiu metu turint kaip įmanoma mažesnį pasipriešinimo koeficientą. Todėl iš 7 pav.eiksle pateiktų duomenų galima teigti, kad šiam konkrečiam F-1 modeliui tinkamiausias galinio spoilerio atakos kampas yra apie 19 laipsnių, nes būtent ties šia verte prispaudimo koeficientas yra didžiausias.

Iš 8 pav.eiksle pateiktų duometų matosi, kad didėjant važiavimo greičiui pasipriešinimo koeficientas mažėja, o prispaudimo – auga. Didžiausias pasipriešinimo koeficientas gaunamas su 30° atakos kampą turinčiu galiniu spoileriu, o didžiausias prispaudimo koeficientas su 15° atakos kampu. Iš to galima spręsti, kad palankiausias atakos kampas bolidui yra ribose tarp 15° ir 30°.

4. Išvados

1. Didinant F-1 bolido judėjimo greitį, pasipriešinimo koeficientas nežymiai mažėja. Greitį padidinus 12 kartų (nuo 5 m/s iki 60 m/s), pasipriešinimo koeficientas sumažėjo apie 1 proc. Tuo tarpu, tiek pat padidinus judėjimo greitį, prispaudimo koeficientas vidutiniškai išauga 3,6 proc.

2. Didinant F-1 bolido atakos kampą, pasipriešinimo koeficientas kinta netolygiai. Atakos kampą padidinus nuo 0° iki 15°, pasipriešinimo koeficientas vidutiniškai išauga apie 3,6 proc., o didinant nuo 15° iki 30° – apie 1 proc. Prispaudimo koeficientas ribose nuo 0° iki 15° vidutiniškai išauga apie 14 proc., o ribose nuo 15° iki 30 – sumažėja apie 1 proc.

Literatūra

1. KATZ, J. Aerodynamics of race cars. *Annual Review of Fluid Mechanics* [interaktyvus]. San Diego state, 2006, 38(1), 27–63 [žiūrėta 2020-12-18]. Prieiga per: https://bit.ly/3cJ2JIr.
2. *Aeorodinamikos mokslo samprata* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-12-18]. Prieiga per: https://bit.ly/3h4yvmg.
3. *Aerodinamikos sąvokos aprašymas* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-12-18]. Prieiga per: https://bit.ly/3bGkmY1.
4. MACHIN, R. *Introduction to Racecar Aerodynamics* [interaktyvus]. 2015 [žiūrėta 2020-12-18]. Prieiga per: https://bit.ly/2ZlsB98.
5. *Sportinio automobilio 3D modelis* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-12-18]. Prieiga per: https://bit.ly/3h3vsdO.
6. *Oro tankio skaičiuoklė* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-12-28]. Prieiga per: https://bit.ly/2MfCmBx.
7. *Aerodiniaminio pasipriešinimo koeficiento formulė* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-12-28]. Prieiga per: https://go.nasa.gov/3ryr4se.

ETHERNET PRAMONINIŲ VALDYMO TINKLŲ TOPOLOGIJŲ TYRIMAS

Nuobaras T.[1], Pelenis D.[1]

[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: realaus laiko valdymo tinklai, *EtherCAT*, *PROFINET*.

1. Įvadas

Vis sparčiau tobulėjant ir sudėtingėjant pramoniniams procesams, automatizuojant vis daugiau gamybinių procesų, įprastai naudojamos pramoninių komunikacijų magistralės tampa netinkamos dėl per didelio vėlinimo laiko. Todėl vis dažniau automatizuotose gamybiniuose įrenginiuose galima sutikti realaus laiko valdymo tinklų, tokių kaip *EtherCAT* ar *PROFINET*.

Šių tinklų paskirtis – kaip galima labiau sumažinti vėlinimo laikus nuo valdymo signalo išsiuntimo iš valdiklio iki jo priėmimo ir apdorojimo vykdančiame prietaise. Tiek senuose, tiek naujuose realaus laiko komunikacijų magistralėse susiduriama su gretaiveikos problemomis. Didėjant magistralėje naudojamų prietaisų kiekiui, ilgėja laikas per kurį valdomas signalas aptarnauja visus komunikacinius prietaisus. Taip pat vėlinimo laiką įtakoja pasirinkto realaus laiko valdymo tinklo jungimo topologija. Sudėtingose sistemose su dideliu kiekiu pozicionavimo įrenginių, pvz.: manipuliatorių, įvairių vykdiklių, esant per dideliam vėlinimo laikui iškyla pozicionavimo tikslumo problemos, todėl projektuojant tokias sistemas svarbu žinoti kaip kinta reakcijos laikas skirtingose komunikacijų magistralėse priklausomai nuo naudojamų valdomų prietaisų (angl. *Slave Device*) kiekio, magistralės topologijos (nuoseklus jungimas, žvaigždės tipo jungimas, žiedo tipo jungimas, medžio tipo jungimas).

Tikslas – ištirti realaus laiko *Ethernet* šakos pramonės komunikacinį tinklą, charakterizuojant laikinius parametrus ir pateikiant rekomendacines priemones efektyvesnio pramonės tinklo topologijos sudarymui.

2. *EtherCAT* ir *PROFINET* realaus laiko pramoniniai valdymo tinklai

EtherCAT (žr. 1 pav.) – tai pramoninio realaus laiko valdymo tinklo standartas (ISO 17545-4) [1], priskiriamas pramoninio *Ethernet*‘o grupei,

naudojamas paskirstytiems realaus laiko valdymo tinklams. *EtherCAT* buvo sukurtas *Beckhoff* kompanijos pramoninio *Ethernet*‘o protokolo pagrindu ir į rinką pristatytas 2004 m. [2]. Kadangi *EtherCAT* protokolas yra optimizuotas trumpiems cikliniams duomenų apsikeitimams, galima atsisakyti tokių protokolų rinkinių kaip TCP/IP ar UDP/IP naudojimo [3].

1 pav. *EtherCAT* paketo struktūra [3]

PROFINET – realaus laiko valdymo tinklas sukurtas kompanijos *PROFIBUS* & *PROFINET* International, prastatytas į rinką 2003 m. Naudojamas pramoninėms komunikacijoms, duomenis perduoda per pramoninį *Ethernet*‘ą. *PROFINET* technologija naudoja 2 paveiksle pateiktą *Ethernet*‘o modelį [4].

2 pav. *PROFINET* komunikacijos modelis [4]

Kad sumažinti laiko sąnaudas ir valdiklio apkrovimą *PROFINET* protokolų rinkinį suprastina pašalindamas IP lygmenį, kad pagerintų realaus laiko duomenų perdavimo charakteristikas, naudodamas tarpinius lygmenis ant *Ethernet‘o* MAC sluoksnio siekiant užtikrinti didelę duomenų perdavimo spartą. Lygmens 7 funkcionalumas tiesiogiai priklauso nuo kitų tarinių lygmenų. *PROFINET* IO naudoja keletą savų sluoksnių ir standartų [5].

3. Tinklo jungimo būdai

EtherCAT prietaisai gali būti sujungti keturiais skirtingais jungimo būdais [6]: nuosekliu, žiedo tipo, žvaigždės tipo, medžio tipo.

Dažniausiai pramoninėse komunikacijų magistralėse yra naudojamas nuoseklus jungimas. Pagrindinis šio tipo jungimo trūkumas yra nepakankamas patikimumas magistralės kabelio mechaniniams pažeidimams. Bet koks kabelio pažeidimas sutrikdo visos sistemos darbą, kadangi visi pavaldūs prietaisai esantys už kabelio pertraukimo vietos nustoja veikti.

Pramoniniuose tinkluose žiedo jungimas taikomas didinant sistemos patikimumą. Žiedo tipo jungimas gaunamas į paskutinio valdomo prietaiso išėjimo jungtį įjungiant kabelį, kurio antrasis galas įjungiamas į valdančiojo įrenginio įėjimo jungtį. Kabeliui nutrūkus gaunamos dvi nuoseklaus jungimo grandinės, viena valdoma per pirmąjį (išėjimo) valdančiojo įrenginio portą, antra per antrąjį (įėjimo).

Žvaigždės jungimo tipas dažniausiai sutinkamas ofisuose naudojamuose kompiuterių tinkluose. Šio tipo jungimas pasižymi dideliu patikimumu. Sugedus vienam ar keliems įrenginiams ar pažeidus ryšio kabelius einančius iki šių prietaisų, visos sistemos darbas nėra sutrikdomas.

Medžio (angl. *Tree Topology*) tipo jungimas pramoniniuose tinkluose yra pats efektyviausias iš tinklų kuriuose naudojami tinklo šakotuvai. Taikant tokį jungimo būdą, reikalingas mažiausias įrangos vienetų kiekis, su mažiausiu jungčių skaičiumi. Dėl to užtikrinamas mažas reakcijos laikas [3].

4. Tyrimo metodai

Tyrimas susideda iš dviejų dalių. Pirmoje dalyje tiriami realaus laiko valdymo tinklų *EtherCAT* ir *PROFINET* minimalūs duomenų apsikeitimo ciklų laikai. Šiam tyrimui atlikti naudojama *MATLAB* programa, *EtherCAT* ir *PROFINET* prietaisų gamintojų pateikiami duomenys apie šiuos prietaisus. Šioje dalyje tiriama, kaip kinta minimalus duomenų apsikeitimo laikas tarp valdančiojo ir pavaldžių prietaisų, priklausomai nuo prietaisų kiekio tinkle, nuo tinklo jungimo būdo ir prietaisams sujungti naudojamo kebelio vidutinio ilgio tarp prietaisų.

Antroje dalyje *MATLAB Simulink* paprogramėje sudaromas modelis, kuriuo galima valdyti *EtherCAT* prietaisus *Windows* kompiuteriu ir tiriama kaip keičiasi reakcijos laikai priklausomai nuo užduodamo išėjimo signalo dažnio naudojant diskretinius įėjimų ir išėjimų modulius. Kokią įtaką tinklo greitaveikai turi skirtingas modulių kiekis prijungtas prie *EtherCAT* prietaiso. Šiam tyrimui atlikti naudojamas nešiojamas kompiuteris su *Windows* 7 operacine sistema ir įdiegta *MATLAB* 2016b bei *TwinCAT* 3 programine įranga. Šiam tyrimui naudojamas „OMRON“ gamintojo *EtherCAT* prietaisas NX-ECC203 *EtherCAT Coupler*. 3 paveiksle pateikta naudojamos įrangos blokinė diagrama.

3 pav. Naudojamos įrangos blokinė diagrama

Modelyje naudojamas impulsų generavimo blokas pavadinimu *Pulse* generator. Iš duomenų keitimo bloko duomenys siunčiami į išėjimo bloką *Out1*. Šiam blokui *Beckhoff TwinCAT* 3 programoje priskirtas fizinis išėjimas. Kai į šį bloką ateina aukštas signalo lygis, fizinis išėjimas taip pat generuoja aukštą signalo lygį. Naudojamas fizinis išėjimas trumpu laidu sujungtas su fiziniu įėjimu. Šiam įėjimui *TwinCAT* 3 programoje priskirtas įėjimo blokas *In1*. Kai į fizinį įėjimą prijungiamas aukštas signalo lygis, blokas *In1* taip pat generuoja aukštą signalo lygį. *MATLAB* programa matuojamas skirtumas tarp šių dviejų signalų ir rezultatas išsaugomas, o vėliau atvaizduojamas grafiškai.

5. *Ethernet* pramoninių tinklų vėlinimo tyrimo rezultatai

Atlikus *EtherCAT* ir *PROFINET* realaus laiko valdymo tinklų duomenų perdavimo vėlinimų tyrimą, gauti abiejų šių tinklų vėlinimo laikai pateikti grafiškai 4 paveiksle. Grafike lyginamos nuoseklaus jungimo, jungimo žvaigžde ir jungimo medžio topologijos. Visose topologijose skaičiavimams buvo naudojamas 10 metrų vidutinis tinklo kabelio ilgis tarp prietaisų.

Iš grafike pateiktų rezultatų matyti, kad *EtherCAT* valdymo tinklo vėlinimo laikai esant, bet kuriai iš šiam tinklui leidžiamų topologijų yra mažesni nei *PROFINET* valdymo tinklo, tinklą jungiant analogiškomis tinklo topologijomis. Lyginant tris grafike pateiktas *EtherCAT* tinklo jungimo topologijas, didžiausiu vėlinimo laiku pasižymi tinklo jungimas žvaigžde. Šis laikas tinkle esant 100 pavaldžių prietaisų sudaro 221 180 ns, o kai prietaisų skaičius padidinamas iki 250, laikas siekia 550 805 ns. Mažiausiu vėlinimo laiku iš visų *EtherCAT* topologijų pasižymi jungimas žiedu, bet kadangi *PROFINET* nepalaiko žiedo topologijos, o *EtherCAT* prietaisuose toks jungimas sutinkamas labai retai, dėl to, kad valdantieji prietaisai dažniausiai turi tik vieną *EtherCAT* jungtį, todėl šiame grafike tokio jungimo būdo vėlinimo laikas nepateikiamas. Iš grafiko matyti, kad mažiausiu vėlinimo laiku pasižymi jungimas nuosekliu būdu ir jungimas medžio būdu. Šių abiejų jungimo tipų vėlinimo laikai yra visiškai vienodi. Tinkle kuriame yra 100 pavaldžių prietaisų, tinklą jungiant bet kuriuo iš šių dviejų būdų, vėlinimo laikas siekia 158 735 ns, o kai prietaisų kiekis padidinamas iki 250 vienetų, vėlinimas tampa lygus 397 235 ns.

PROFINET atveju didžiausiu vėlinimo laiku pasižymi jungimas medžio topologija. Tinklą jungiant tokiu būdu, kai tinkle yra 100 pavaldžių prietaisų, vėlinimo laikas siekia 339 840 ns.

4 pav. Minimalus duomenų apsikeitimo laikas *EtherCAT* ir *PROFINET* tinkluose

Pavaldžių prietaisų skaičiui padidėjus iki 250-ies, vėlinimo laikas pakyla iki 837 840 ns. Mažiausiu vėlinimo laiku esant bet kokiam prietaisų kiekiui pasižymi nuoseklus *PROFINET* tinklo jungimo būdas. Nuosekliai sujungus 100 prietaisų, vėlinimo laikas yra 320 460 ns. Nuosekliai sujungtų prietaisų skaičių padidinus iki 250, gaunamas 795 960 ns vėlinimo laikas. *PROFINET* tinklą jungiant žvaigžde, kai pavaldžių prietaisų skaičius lygus 100, vėlinimo laikas siekia 328 920 ns. Tinkle sujungus 250 prietaisų, vėlinimo laikas padidėja iki 811 920 ns.

Taip iš grafiko matyti, kad vėlinimo laikų *PROFINET* tinkle skirtumai tarp skirtingų tinklo jungimo topologijų yra mažesnis lyginant su *EtherCAT* tinklu, kas reiškia, kad tinklo jungimo būdas *PROFINET* tinkle daro mažesnę įtaką vėlinimo laikams lyginant šį tinklą su *EtherCAT*.

Atlikus antrąją tyrimo dalį, kurioje *MATLAB Simulink* paprogramėje sudarytu modeliu ir *TwinCAT* 3 programa valdomas *EtherCAT* prietaisas ir matuojamas laikas tarp generuojamo signalo, kuris siunčiamas į prietaisą ir iš prietaiso gaunamo signalo.

Tyrime gauti rezultatai grafiškai pateikti 5 paveiksle.

Peržiūrėjus vieną iš grafike esančių verčių, nustatyta, kad vėlinimas tarp generuojamo signalo ir gaunamo signalo yra apytiksliai lygus 4 milisekundėms.

Tačiau reikia įvertinti, kad „OMRON“ NX-ID3417 diskretinių įėjimų modulio įėjimo užlaikymo filtras pagal nutylėjimą yra 1 milisekundė. Šio modelio maksimalus įjungimo vėlinimas siekia 20 mikrosekundžių. Tyrime naudojamo diskretinių išėjimų modulio „OMRON“ NX-OD3256 maksimalus įjungimo vėlinimas siekia 0,5 milisekundės.

5 pav. Gautų rezultatų grafikas su priartintais laiko ašies duomenimis

Diskretinių įėjimo modulių įjungimo vėlinimo laikas šiuo atveju nevertinamas, kadangi lyginant su kitomis vėlinimų reikšmėmis yra per daug mažas. Įvertinus diskretinio įėjimo modulio įėjimo filtro ir diskretinio išėjimų modulio išėjimo įjungimo vėlinimo vertes, gaunamas signalo vėlinimo laikas lygus 2,5 milisekundės.

6. Išvados

1. Atliekant tyrimą nustatyta, kad vėlinimo laikų *PROFINET* tinkle skirtumai tarp skirtingų tinklo jungimo topologijų yra mažesnis lyginant su *EtherCAT* tinklu, kas reiškia, kad tinklo jungimo būdas *PROFINET* tinkle daro mažesnę įtaką vėlinimo laikams lyginant šį tinklą su *EtherCAT*.
2. Didžiausiu vėlinimo laiku pasižymi tinklo jungimas žvaigžde. Šis laikas tinkle esant 100 pavaldžių prietaisų sudaro 221 180 ns, o kai prietaisų skaičius padidinamas iki 250, laikas siekia 550 805 ns. Mažiausiu vėlinimo laiku pasižymi jungimas nuosekliu būdu ir jungimas medžio būdu.. Tinkle kuriame yra 100 pavaldžių prietaisų, tinklą jungiant, bet kuriuo iš šių dviejų būdų, vėlinimo laikas siekia 15 8735 ns, o kai prietaisų kiekis padidinamas iki 250 vienetų, vėlinimas tampa lygus 397 235 ns. *PROFINET* atveju didžiausiu vėlinimo laiku pasižymi jungimas medžio topologija. Tinklą jungiant tokiu būdu, kai tinkle yra 100 pavaldžių prietaisų, vėlinimo laikas siekia 339 840 ns. Pavaldžių prietaisų skaičiui padidėjus iki 250-ies, vėlinimo laikas pakyla iki 837 840 ns. Mažiausiu vėlinimo laiku esant, bet kokiam prietaisų kiekiui pasižymi nuoseklus *PROFINET* tinklo jungimo būdas. Nuosekliai sujungus 100 prietaisų, vėlinimo laikas yra 320 460 ns. Nuosekliai sujungtų prietaisų skaičių padidinus iki 250, gaunamas 795 960 ns vėlinimo laikas.

3. Naudojantis sudarytu *MATLAB Simulink* modeliu, skirtu valdyti pavaldžius *EtherCAT* prietaisus ir *Beckhoff TwinCAT* 3 programa, pamatuotas vėlinimas tarp generuojamo ir gaunamo diskretinio signalo, kuris siekia 2,5 milisekundės.

Literatūra

1. WU, X., XIE, L. Performance evaluation of industrial *Ethernet* protocols for networked control application. *Control Engineering Practice*. 2019, 208–217.
2. ROSTAN, M., FRANCISCO, S. High speed industrial *Ethernet* for semiconductor equipment. *SEMI Technology Symposium: Innovations in Semiconductor Manufacturing* (STS: ISM). 2006.
3. KNEZIC, M. ir kt. Increasing *EtherCAT* performance using frame size optimization algorithm. *IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation*, ETFA. 2011, 1–4.
4. YANG, M., LI, G. Analysis of *PROFINET* IO communication protocol. *Proceedings – 2014 4th International Conference on Instrumentation and Measurement, Computer, Communication and Control*, IMCCC 2014. 2014, 945–949.
5. KLEINES, H. ir kt. Performance aspects of *PROFINET* IO. 2007 15th *IEEE-NPSS Real-Time Conference*, RT. 2007, 55(1), 290–294.
6. SENO, L., ZUNINO, C. A simulation approach to a real-time *Ethernet* protocol: *EtherCAT*. *IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation*, ETFA. 2008, 440–443.

PRECIZINIO SKYSČIO KIEKIO UŽNEŠIMO ANT BANDINIŲ PAVIRŠIŲ TYRIMAS

Šergalis G.[1], Vanagas G.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: skystis, lašelis, formavimas, čiurkšlinis spaudimas.

1. Įvadas

Norint suformuoti tikslius, bet kokios skystos medžiagos apibrėžto dydžio lašus, reikalingos žinios apie skysčių elgseną. Kiekvienu konkrečiu atveju reikia atlikti situacijos modeliavimą, tyrimus bei eksperimentus.

Literatūroje lašo ar lašelių formavimo problemos tyrimai aprašomi įvairiais aspektais, pritaikant skirtingiems skysčiams ir naudojimo sritims tinkamas technologijas, pvz. rašalo, kuris naudojamas rašaliniuose spausdintuvuose išpurškimui yra pritaikyta čiurkšlinio išspaudimo (angl. *Inkjet*). technologija. Ši problema sutinkama ir suspausto oro dažymo įrangoje, kur labai svarbus yra skysčio lašelių dozavimas ir jų suformavimas per išpurškimo prietaiso angą.

Skysčių precizinis valdymas atrado pritaikomumą ir biologijoje, kur dozuojami įvairūs proteinai ir DNR [1]. Naudojant šią technologiją suformuotos gyvų ląstelių trimatės struktūros hidrogelyje [2]. Spausdinant iš nanodalelių sudarytą rašalą-skystį gaminami lanksčiosios elektronikos elementai [3].

Šiuo metu tobulėjančios nešiojamos tyrimų jutiklinės sistemos, kurios yra integruotos mikroschemos luste (angl. *Lab-on-a-Chip*), savaime reikalauja tikslaus mikrodozavimo, kadangi mikroschemos lusto jutiklinė dalis gali būti sąlyginai maža (pvz., 1 × 1 mm ir mažesnio dydžio). Todėl norint suvaldyti skysčių dozavimą mikro (ar nano) lygiu pasidaro aktualios mikropasaulio fizikinės ypatybės, kurias norint suprasti ir valdyti, reikia atlikti ne vieną pasirinktos technologijos bandymą, skysčių tėkmės modeliavimą, siekiant ištirti skysčio dozavimo principus ir jų elgseną, kai skystis formuojamas per mikrometrinių matmenų (50–100 μm) angą.

Čiurkšlinio išspaudimo technologija yra gerai išvystyta ir daugiausiai naudojama buitiniuose spausdintuvuose. Šiuose prietaisuose gali būti naudojami skirtingo tipo vykdikliai: pjezovykdikliai, arba termovykdikliai. Buitiniuose prietaisuose – spausdintuvuose, dažniausiai yra naudojami

termoelektriniai vykdikliai dėl technologijos išvystymo, pigumo ir tikslumo. Egzistuojantys rinkoje pjezoelektriniai vykdikliai yra specializuoti, kas riboja eksperimentų atlikimą. Analizuojant literatūrą konstatuota, kad tikslaus skysčio dozavimo eksperimentuose, dažniausiai orientuojamasi į termoelektrinių vykdiklių, t. y. rašalinių spausdintuvo rašalo kasečių panaudojimą, kadangi yra didesnis prieinamumas ir yra įmanomas valdymo modifikavimas [4]. Tai sukuria didelį potencialą įvairialypiams tyrimams [1–3]. Šio tyrimo naujumas siejamas su potencialu panaudoti termoelektrinių vykdiklius funkcionalizuojant (padengiant) mikroelektromechaninių ultragarsinių keitiklių arba kitokio tipo keitiklių paviršius pasirinkta medžiaga.

Tikslas – ištirti per termoelektrinio vykdiklio mikroangą išspaudžiamo skysčio charakteringus parametrus. Nustatyti besiformuojančio lašo tūrį, greitį ir kitas būdingas savybes.

2. Čiurkšlinis spausdinimas

Yra du pagrindiniai metodai čiurkšliniam spausdinimui – pastovaus išspaudimo (angl. *Jet / Inkjet*) ir pavienių lašų suformavimo būdas (angl. *Drop-on-Demand*). Svarbiausios medžiagų savybės šio spausdinimo būdui yra skysčių klampumas, paviršių įtempimai ir skysčio tankis. Norint dirbti su kitokio tipo skysčiais, nei nustatyta gamintojo, naudojant terminį čiurkšlinį spausdinimą, skysčio savybės turėtų būti identiškos arba artimos rašalo savybėms arba patekti į atitinkamus fizinių savybių intervalus. Numatytieji skysčių fizikinių savybių intervalai yra šie: klampumas η = 0,1–2,5 Pa·s, paviršiaus įtempimo koeficientas σ = 20–50 mN/m, ir skysčio tankis ρ = 900–1 100 kg/m^3. Dalelių ar molekulių dydis turėtų neviršyti 1 µm [5].

Palyginant šias savybes, atitinkamai vandens tankis yra ρ_{H2O} = 998,2 kg/m^3 esant 20 °C [6], vandens paviršiaus įtempimo koeficientas σ_{H2O} = 72,8 mN/m esant 20 °C [7] bei vandens klampumas η_{H2O} = 1,0016 mPa·s esant 20 °C [8]. Taigi, darbiniai skysčiai turi būti artimi vandens fizikinėms savybėms.

Terminio čiurkšlinio purkštuko struktūrinė schema ir pagrindinės dalys pavaizduotos 1 paveiksle.

1 pav. Terminio čiurkšlinio purkštuko struktūrinė schema ir pagrindinės dalys: 1 – slėginė kamera; 2 – purkštuko anga; 3 – kaitinimo elementas; 4 – rašalas [9]

Termoelektriniuose vykdikliuose naudojamos mikrovaržos, kurių greitas įkaitimas sukelia skysčio garų burbulą, kuris išstumia rašalo kanale esantį rašalą per angą. Šio tipo keitiklio principinis brėžinys pavaizduotas 1 pav.

Termovykdikliuose naudojamuose rašalinėse buitinių spausdintuvų kasetėse yra nuo kelių šimtų iki kelių tūkstančių angų. Didesnis angų skaičius leidžia išgauti tikslesnius vaizdus, padidinti našumą. Vienas iš pagrindinių tokių vykdiklių trūkumas yra baigtinis ilgaamžiškumas.

Elkana ir kt. [10] aprašytas tyrimas skirtas ištirti šių spausdinimo kasečių varžų patikimumą ir nustatyti ciklų skaičių iki kol šios varžos sugenda. Autorių tyrimo rezultatai parodė, kad mikrovaržoms, naudojamoms kaitinimui, ir jų patikimumui turi įtakos jų forma, todėl keičiant formą galima gauti eile didesnį išpurškimo ciklų skaičių (iki $2{,}49 \cdot 10^9$).

Taigi, didinant šių mikrovaržų patikimumą tuo pačiu galima gauti ir patikimesnes šio terminio čiurkšlinio spausdinimo galvutes, kas leistų padaryti po keletą kartų užpildomas spausdinimo galvutes. Šios technologijos prieinamumas ir kaina leidžia rasti taikymo būdų ir kitose pramonės srityse, kaip minėta [1–3] šaltiniuose.

Tiriant, per termoelektrinio vykdiklio mikroangą išspaudžiamo skysčio charakteringus parametrus, buvo sudarytas čiurkšlinio purkštuko matematinis modelis.

3. Čiurkšlinio purkštuko matematinis modelis

Čiurkšlinio purkštuko matematinis modelis buvo sudarytas programinės įrangos (PĮ) *COMSOL Multiphysics* 5.5 paketo aplinkoje, panaudojant viešai prieinamą modelį (aplikaciją) panaudojant skirtingo tipų purkštukų projektavimui, taip pat naudojant skirtingus skysčius, todėl tai palengvina individualaus purkštuko projektavimą [11].

Matematinio modelio sudarymui naudojamos *Navier-Stoke* lygtys, aprašančios skysčių tėkmę, kadangi rašalas ir oras yra laikomi nespūdžiais bei niutoniniais skysčiais, kurių tėkmės greičiai neviršija garso greičio [12]. Taip pat modelyje vertinamas ir skysčio paviršiaus įtempimo jėgos kartu su *Navier-Stoke* lygtimis, kurios nusako masės ir impulso momento perteikimą. Taigi pasinaudojant PĮ teikiamais įrankiais ir bendriniu modeliu galima modeliuoti purkštuko angos matmenis per kurias yra formuojamas skysčio lašelis. O keičiant rašalo-skysčio rezervuaro formą iš kurio skystis patenka į angą, galima prognozuoti visos konstrukcijos įtaką lašelio formai ir dydžiui, įvertinant suformuoto lašelio formą, dydį, greitį ir kitus parametrus, pvz.: klampą, įtempimo jėgas.

Modeliavimo rezultatai leidžia padėti suprasti skysčio elgseną kanale ir po išspaudimo kai lašelis nukrenta ant paviršiaus, taip optimizuojant vykdiklio veikimo algoritmą. Čiurkšlinio purkštuko supaprastinta struktūra, kartu su sugeneruotu skysčio lašu, pavaizduota 2 paveiksle.

2 pav. Čiurkšlinio purkštuko supaprastinta struktūra, kartu su sugeneruotu skysčio lašu. t = 30 µs nuo išpurškimo ciklo pradžios: 1 – skysčio bunkeris; 2 – anga; 3 – besiformuojantis lašelis

Modeliavimas buvo atliktas nuo pradinio laiko momento (t = 0 s) iki pasirinktos maksimalios vertės 50 µs (žr. 3 pav. a, b). Skirtingais laiko momentais galima stebėti lašo formą, greitį ir kitus rūpimus parametrus.

3 pav. Lašo tūris: a) kai t = 5 µs; b) kai t = 50 µs

Modelyje naudoti skysčio parametrai:

- skysčio tankis ρ = 1 000 kg/m^3;
- skysčio klampa μ = 10 mPa·s;
- angos skersmuo d = 50 µm.

Gauta skysčio lašelio masės priklausomybė nuo išpurškimo laiko pavaizduota 4 paveiksle.

4 pav. Skysčio lašelio masės priklausomybė nuo išpurškimo laiko

Turint masę ir skysčio tankį galima netiesiogiai apskaičiuoti ir tūrį pasirinktu laiko momentu. Tai leidžia teisingai parinkti įpurškimo valdiklio programos parametrus.

4. Išvados

1. *COMSOL* PĮ aplinkoje sudarytas čiurkšlinio išspaudimo modelis leidžia stebėti skysčio lašelio formavimo dinamiką.
2. Apskaičiuota skysčio lašelio masės priklausomybė nuo išpurškimo laiko laidžia nustatyti besiformuojančio lašo masę, pvz.: kai $t = 20$ µs, $m = 14 \cdot 10^{-11}$ kg, kai $t = 50$ µs, $m = 20 \cdot 10^{-11}$ kg.

Literatūra

1. MCWILLIAM, I. M. C., KWAN, HALL, D. Inkjet printing for the production of protein microarrays. *Protein Microarrays* [interaktyvus]. 2011, 785, 345–361 [žiūrėta 2021-02-12]. Prieiga per: doi:https://doi.org/10.1007/978-1-61779-286-1_23.
2. NEGRO, A., CHERBUIN, T., LUTOLF, M. P. 3D inkjet printing of complex, cell-Laden hydrogel structures. *Scientific Reports* [interaktyvus]. 2018, 8, 17099 [žiūrėta 2021-02-18]. Prieiga per doi:https://doi.org/10.1038/s41598-018-35504-2.
3. LAXMIDHAR, N., MOHANTY, S., NAYAK, S. K,. RAMADOSS, A. A review on inkjet printing of nanoparticle ink for flexible electronics. *Journal of Materials Chemistry C* [interaktyvus]. 2017, 7 [žiūrėta 2021-02-28]. Prieiga per doi:https://doi.org/10.1039/C9TC01630A.
4. *Electronic Stamp* [interaktyvus]. 2011 [žiūrėta 2021-01-15]. Prieiga per: http://spritesmods.com/?art=inker&page=4.
5. WAASDORP, R., HEUVEL, O., VERSLUIS, F., HAJEE, B,. GHATKESAR, M. K. Accessing individual 75-micron diameter nozzles of

a desktop inkjet printer to dispense picoliter droplets on demand. *Rsc Advances* [interaktyvus]. 2018, 27 [žiūrėta 2021-03-02]. Prieiga per doi:https://doi.org/10.1039/C8RA00756J.
6. *Temperature Effects on Density* [interaktyvus]. 2011 [žiūrėta 2021-03-05]. Prieiga per: http://butane.chem.uiuc.edu/pshapley/GenChem1/L21/2.html.
7. *Surface Tension Values of Some Common Test Liquids for Surface Energy Analysis* [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2021-03-05]. Prieiga per: http://www.surface-tension.de/.
8. *Viscosity of Water* [interaktyvus]. 2008 [žiūrėta 2021-03-06]. Prieiga per: https://wiki.anton-paar.com/en/water/.
9. *How It All Began. The History of Inkjet Printing. Part* 2 [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2020-03-15]. Prieiga per: http://dimasio.com/how-it-all-began-the-history-of-ink-jet-printing-part-2.html.
10. Thin-film MEMS resistors with enhanced lifetime for thermal inkjet. *Micromachines* [interaktyvus]. Elkana Bar-Levav, Moshe Witman and Moshe Einat, 2020 [žiūrėta 2020-06-05]. Prieiga per: doi:https://doi.org/10.3390/mi11050499.
11. *Inkjet Nozzle – Level Set Method* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-05]. Prieiga per: https://www.comsol.com/model/inkjet-nozzle-8212-level-set-method-1445.
12. KINNEY, J. *Inkjet Printer Nozzle With Potassium Dichromate Ink* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2020-04-15]. Prieiga per: https://sites.google.com/site/section2team4/inkjet-printer-nozzle.

SND PANAUDOJIMO ĮTAKA BENZININIO VARIKLIO DARBO PARAMETRAMS

Tiuliutinas P.[1], Česnulevičius A.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: SND, žalingos išmetamosios dujos, variklio galia, kibirkštinio uždegimo variklis.

1. Įvadas

Lengvieji automobiliai suvartoja daugiau pasaulinės transporto energijos nei visas kelių ir vandens krovininis transportas kartu sudėjus [1]. Transportas išmeta apie 20 proc. pasaulio anglies dvideginio (toliau – CO_2) ir 70 proc. anglies monoksido (toliau – CO) emisijų, kartu su nesudegusių angliavandenilių ir azoto oksidų (toliau – CH ir HO_x) emisijom [2].

Europos sąjungoje 2020 m. parduoti nauji lengvieji benzininiai automobiliai sudarė 47,5 proc., hibridiniai – 11,9 proc, dyzeliniai – 28 proc. [3]. Lietuvoje 2020 m. iš viso įregistruota maždaug 1,5 mln. lengvųjų automobilių iš kurių beveik 400 tūkst. yra varomi benzinu, benzinu/elektra [4]; automobiliai 11 ir daugiau metų senumo sudarė virš 50 proc į šalį įvežamų ir parduodamų automobilių [5].

Alternatyva benzinui kibirkštinio uždegimo varikliuose yra suskystintos naftos dujos (toliau – SND). Dėl itin didelio lengvųjų benzininių automobilių kiekio tiek šalyje, tiek pasaulyje, prasminga žvelgti į automobilių perdarymą naudoti SND.

SND panaudojimas benzininiuose varikliuose paprastai lemia mažesnes žalingų išmetamųjų dujų emisijas [6–7] ir sumažėjusią variklio galią [8-9].

Tyrimų objektas – kibirkštinio uždegimo variklis, pritaikytas dirbti SND. **Tikslas** – įvertinti variklio pritaikymo dirbti SND privalumus ir trūkumus.

2. SND tiekimo sistemos

Seniausia ir paprasčiausia SND tiekimo sistema yra vadinama pirmos kartos. Tai visiškai mechaniškai valdoma sistema, kurios degalų tiekimas valdomas tik reduktoriaus-garintuvo, keičiantis oro slėgiui automobilio

įsiurbimo kolektoriuje, ir toliau pakoreguojamas rankiniu dujų srauto reguliavimo vožtuvu. Degalai yra tiekiami per maišytuvą prieš droselinę sklendę.

Reduktoriai-garintuvai yra skirti plačiam variklių galių diapazonui, todėl turi užtikrinti pakankamai didelį tiekiamų dujų srautą. Maksimalus dujų srautas daugumoje variklio darbo rėžimų varikliui būtų per didelis, todėl papildomai yra statomas rankinis dujų srauto reguliavimo vožtuvas. Sistema sureguliuojama taip, kad variklis stabiliai dirbtų laisvais sūkiais ir priimtinai dirbtų esant vidutiniams sūkiams.

Dujų tiekimas į įsiurbimo kolektorių vyksta nepertraukiamai tol, kol vyksta SND tiekimas į reduktorių garintuvą, o degusis mišinys susidaro įsiurbimo kolektoriuje. Sistema yra valdoma vienintelio variklio darbo parametro (slėgio įsiurbimo kolektoriuje) ir neturi jokio atgalinio ryšio. Variklis dažniausiai laisvais sūkiais dirba per riebiu mišiniu dėl variklio darbo stabilumo pagerinimo, o didesnėmis apkrovomis per liesu mišiniu dėl nepakankamo degalų kiekio, todėl smarkiai pablogėja žalingų išmetamųjų dujų ir variklio galios ir degalų sąnaudų rodikliai [8, 10].

Antros ir trečios kartos SND tiekimo sistemos buvo patobulintos rankinį dujų srauto reguliavimo vožtuvą pakeičiant elektroniniu vožtuvų, kurį valdo elektroninis valdymo blokas (toliau – EVB) remdamasis duomenimis iš automobilio droselinės sklendės padėties ir deguonies kiekio išmetamosiose dujose daviklių, bei variklio sūkių.

Šios sistemos pagrinde buvo pritaikytos automobiliams su pirmosiomis elektroninėmis benzino įpurškimo sistemomis (vienataškės benzino įpurškimo sistemos) ir katalizatoriais. Sistemos stengiasi palaikyti degųjį mišinį arti stoichiometrinio, kad pagerinti katalizatoriaus darbą, kuris efektyviausias mišiniui esant arti stochiometrinio.

Esminis skirtumas tarp sistemų yra, kad trečioje kartoje panaudotas dujų skirstytuvas, kuriuo dujos tiekiamos atskirai į kiekvieną įsiurbimo kolektoriaus kanalą. Tuo pasiekiamas tolygesnis mišinio pasiskirstymas tarp cilindrų ir panaikinama mišinio užsiliepsnojimo galimybė įsiurbimo kolektoriuje esant netvarkingai uždegimo sistemai.

Ketvirtos kartos dujų tiekimo sistema pakeitė patį degalų tiekimo principą, ji nebetiekia degalų nepriklausomai nuo benzino tiekimo sistemos, o naudoja automobilio benzino purkštukų signalus ir juos koreguoja, kad valdyti elektromagnetinius dujų purkštukus.

Reikiamą purkštukų atidarymo laiką apskaičiuoja automobilio benzino tiekimo EVB, o dujų tiekimo EVB signalo korekcijai naudoja įsiurbimo kolektoriaus ir dujų slėgio daviklius, reduktoriaus-garintuvo ir dujų temperatūros daviklius, bei deguonies kiekio išmetamosiose dujose daviklius. Sistemos principinė schema (žr. 1 pav.).

Ši sistema yra tiksliausia ir efektyviausia dujinės fazės SND tiekimo sistema.

1 pav. 4 kartos dujų tiekimo sistema

Dujų purkštukai tiekia degalus tik tuo metu, kuriuo degalus turėtų tiekti benzino purkštukai, o purkštukų atidarymo laikas reguliuojamas dešimtųjų milisekundės dalių tikslumu.

2. SND tiekimo sistemų palyginimas

Labiausiai paplitusios yra pirmos ir ketvirtos kartos SND tiekimo sistemos, pirmos kartos – dėl kainos ir paprastumo, ketvirtos kartos – dėl geriausio variklio darbo, ekonomiškumo ir patikimumo, todėl prasminga lyginti būtent šias sistemas. Be to, pirmos ir trečios kartos SND sistemos praktiškai nesiskiria pačiu SND tiekimo metodu.

Lyginant ketvirtos ir pirmos kartos dujų tiekimo sistemas, esant vienodoms variklio darbo sąlygoms, tyrime [10] pastebėtas 22 proc. variklio šiluminis efektyvumo padidėjimas ir su juo susijęs 24 proc. variklio galios padidėjimas (žr. 2 pav.).

SND įpurškimo pranašumas pastebėtas ir kito tyrimo [8] metu, kur buvo lyginamos benzino ir pirmos kartos dujų karbiuracijos bei ketvirtos kartos dujų tiekimo sistemos. Pastebėtas labai didelis variklio galios ir tūrinio efektyvumo padidėjimas esant 25 proc. droselinės sklendės atidarymui (žr. 3 pav.).

Toks didelis skirtumas susidarė dėl to, kad benzino ir SND karbiuracijos metu papildomą slėgio kritimą įsiurbimo kolektoriuje sudaro benzino karbiuratoriaus vienturis ir dujų maišytuvas. Slėgio kritimas lėmė

sumažėjusį variklio tūrinį efektyvumą, o dėl jo ir galią. Esant 50 proc. droselinės sklendės atidarymui, skirtumas tarp rezultatų ženkliai mažesnis, kadangi slėgio kritimas dėl anksčiau minėtų priežasčių nebebuvo toks reikšmingas lyginant su slėgiu įsiurbimo kolektoriuje. Tačiau rezultatai taip pat palankūs ketvirtos kartos SND tiekimo metodui (žr. 4 pav.).

a) b)

2 pav. a) Galios priklausomybė nuo mišinio ekvivalentiškumo santykio ir SND tiekimo sistemos; b) Šiluminio efektyvumo priklausomybė nuo mišinio ekvivalentiškumo santykio ir SND tiekimo sistemos [10]

a) b)

3 pav. a) Galios priklausomybė nuo degalų tiekimo metodo; b) Tūrinio efektyvumo priklausomybė nuo degalų tiekimo metodo. Rezultatai esant 25 proc. droselinės sklendės atidarymui [8]

Lyginant žalingas išmetamųjų dujų emisijas, tyrime [10] pastebėta, kad CO ir CH emisijos sumažėjo naudojant SND įpurškimą iki ribos, kai mišinys buvo per liesas, kad stabiliai užsidegtu. CO_2 emisijos nežymiai išaugo, dėl geriau vykstančio degimo proceso ir pilniau sudegančio mišinio. NO_x emisijos išaugo 58 proc. dėl padidėjusių mišinio degimo temperatūros ir šilumos išsiskyrimo greičio (žr. 5 pav.).

a) b)

4 pav. a) Galios priklausomybė nuo degalų tiekimo metodo; b) Tūrinio efektyvumo priklausomybė nuo degalų tiekimo metodo. Rezultatai esant 50 proc. droselinės sklendės atidarymui [8]

a) b)

c) d)

5 pav. a) CH priklausomybė nuo SND tiekimo metodo; b) CO priklausomybė nuo SND tiekimo metodo; c) CO_2 priklausomybė nuo SND tiekimo metodo; d) NO_x priklausomybė nuo SND tiekimo metodo [10]

3. SND ir benzino tiekimo sistemų palyginimas

Lyginant SND ir benzinu dirbančių variklių emisijas, tyrime [11] ant dinamometrinio stendo buvo naudotas miesto ir užmiesčio važiavimo ciklas lengvajam automobiliui ir pastebėtas visų anksčiau minėtų emisijų sumažėjimas. Miesto ciklo bandymo rezultatai (žr. 1 lentelę).

1 lentelė

CO, HC, NO_x, CO_2 emisijų palyginimas važiuojant miesto ciklu [11]

Emisija	**CO, ppm**	**HC, ppm**	**NO_x, ppm**	**CO_2, ppm**
Benzinas	147,89	53,8	5,76	8 950,3
SND	103,1	37,7	3,4	8 051

Abiejų bandymu metu naudota antros kartos SND karbiuracijos sistema. Užmiesčio ciklo bandymo rezultatai važiuojant benzinu ir SND (žr. 2 lentelę).

2 lentelė

CO, HC, NO_x, CO_2 emisijų palyginimas važiuojant užmiesčio ciklu [11]

Emisija	**CO, ppm**	**HC, ppm**	**NO_x, ppm**	**CO_2, ppm**
Benzinas	43,11	11,1	3,043	16 509,3
SND	38,8	5,5	0,7	14 693,3

Važiavimo ciklai ir išmetamųjų dujų matavimai atlikti pagal Indijos *Bahrat* 3 emisijų standartą, kuris yra *Euro* 3 standarto atitikmuo.

Kito tyrimo metu [12] buvo lyginami šakų smulkintuvo variklio darbo parametrai realiomis smulkintuvo darbo sąlygomis. Tyrimo metu šakų smulkintuvas buvo pritaikytas dirbti su pirmos kartos SND tiekimo sistema. SND karbiuracijos metu dalis variklio įsiurbiamo oro pakeičiama išgarintomis dujomis, todėl krenta variklio tūrinis efektyvumas ir dėl to galia. Tačiau SND yra didesnio kaloringumo degalai ir tyrimo metu variklis sugebėjo dirbti artimu stoichiometriniam mišiniu (dirbant benzinu mišinys buvo riebus), dėl ko padidėjo variklio efektyvumas pagal sunaudotą degaluose esančią energiją ir sumažėjo degalų sąnaudos (žr. 6 pav.).

SND, lyginant su benzinu, sudėtyje turi mažesnį anglies kiekį, tai gali įtakoja smarkiai mažesnį nesudegusių angliavandenilių kiekį išmetamosiose dujose. Tyrimo emisijų rezultatai (žr. 7 pav.).

CO ir NO_x emisijų padidėjimas atsirado dėl variklio darbo artimu stoichiometriniam mišiniu.

a) b)

6 pav. a) Variklio galios ir degalų sąnaudų priklausomybė nuo degalų rūšies; b) Varikio efektyvumo priklausomybė nuo degalų rūšies. Brūkšninė linija – SND, ištisinė linija – benzinas [12]

7 pav. Emisijų priklausomybė nuo degalų rūšies [12]

Dirbant stoichiometriniu mišiniu, degimo proceso temperatūra yra aukščiausia, o tai tiesiogiai nulemia CO ir NO_x formavimąsi.

4. Išvados

1. Nepriklausomai nuo SND tiekimo sistemos tipo, pastebimos mažesnės bendros žalingų dujų emisijos lyginant su benzinu. Tai lemia mažesnis anglies atomų kiekis SND sudėtyje ir geresnis mišinio susidarymas, kadangi SND į variklį tiekiamos dujinės fazės.
2. Ketvirtos kartos dujų įpurškimo sistemos žymiai geriau sudaro degųjį mišinį, todėl pasiekiama didesnė variklio galia ir sumažėjusios CO ir CH

emisijos. CO_2 ir NO_x emisijos išauga dėl pilniau sudegančio mišinio ir didesnės mišinio degimo temperatūros atitinkamai.

3. Variklio tūrinis efektyvumas naudojant SND visuomet nukrenta, nes dalis įsiurbiamo oro yra pakeičiama degiosiomis dujomis. Dėl to sumažėja ir variklio galia.
4. Naudojant SND, pasiekiamos geresnės galios-specifinės kuro sąnaudos, nes su tuo pačiu degalų kiekiu sukuriama didesnė galia lyginant su benzinu.
5. Variklio galios sumažėjimas, lyginant su benzinu, atsiranda dėl lėtesnio degiojo mišinio degimo ir dėl to susidarančio mažesnio slėgio variklio cilindre.
6. Jokios įprastos SND tiekimo sistemos nekoreguoja mišinio uždegimo laiko. Tai vienas svarbiausių iš anksto nurodomų EVB variklio darbo parametrų, kurio korekcija naudojant SND leistų pasiekti dar geresnių rezultatų.

Literatūra

1. *International Energy Outlook* 2016 [interaktyvus]. Washington, DC, 2016 [žiūrėta 2021-04-11]. Prieiga per: https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2016).pdf.
2. RÜCKERT ROSO, V., DUARTE SOUZA ALVARENGA SANTOS, N., EDUARDO CASTILLA ALVAREZ, C., ANTONIO RODRIGUES FILHO, F., JOSÉ PACHECO PUJATTI, F., MOLINA VALLE, R. Effects of mixture enleanment in combustion and emission parameters usinga flex-fuel engine with ethanol and gasoline. *Applied Thermal Engineering* [interaktyvus]. 2019, 153, 463–472 [žiūrėta 2021-04-11]. Prieiga per: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1359431118369497.
3. *Fuel Types of New Cars* [interaktyvus]. ACEA, 2020 [žiūrėta 2021-04-11]. Prieiga per: https://www.acea.be/press-releases/article/fuel-types-of-new-cars-electric-10.5-hybrid-11.9-petrol-47.5-market-share-f.
4. REGITRA. *Atviri duomenys* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-11]. Prieiga per: https://www.regitra.lt/lt/atviri-duomenys/.
5. AUTOPLIUS. *2020 IV ketvirčio automobilių rinkos apžvalga* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-11]. Prieiga per: https://autoplius.lt/tyrimai/barometras/ketvirtine-automobiliu-rinkos-apzvalga--2020-m--iv-ketvirtis.
6. RASLAVIČIUS, L., KERŠYS, A., MOCKUS, S., KERŠIENĖ, N., STAREVIČIUS, M. Liquefied petroleum gas (LPG) as a medium-term option in the transition to sustainable fuels and transport. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [interaktyvus]. 2014, 32, 513–525 [žiūrėta 2021-04-11]. Prieiga per: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S136403211400063X#.

7. HANSUB, S., KANGYOON, L., NAMHOON, C., MYOUNGHO, S. *A Study on the Injection Characteristics of a Liquid-Phase Liquefied Petroleum Gas Injector for Air-Fuel Ratio Control* [interaktyvus]. Republic of Korea, Seoul: Hanyang University, Department of Automotive Engineering, 2005 [žiūrėta 2021-04-11]. Prieiga per: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1243/095440705X34621?journalCode=pidb.
8. ERKUS, B., SÜRMEN, A., IHSAN KARAMANGIL, M. A comparative study of carburation and injection fuel supply methods in an LPG-fuelled SI engine. *Fuel* [interaktyvus]. 2013, 107, 511–517 [žiūrėta 2021-04-11]. Prieiga per: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001623611201085X.
9. BAYRAKTAR, H., DURGUN, O. Investigating the effects of LPG on spark ignition engine combustion and performance. *Energy Conversion and Management* [interaktyvus]. Turkey, Trabzon: Karadeniz Technical University, Faculty of Marine Science, Naval Architecture Departmen, 2005, 46, 2317–2333 [žiūrėta 2021-04-11]. Prieiga per: https://www.academia.edu/5758673/Investigating_the_effects_of_LPG_on_spark_ignition_engine_combustion_and_performance.
10. PRADEEP BHASKER, J., PORPATHAM, E. LPG gaseous phase electronic port injection on performance, emission and combustion characteristics of LEAN burn SI engine. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* [interaktyvus]. 2016, 40 [žiūrėta 2021-04-11]. Prieiga per: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/40/1/012069/pdf.
11. SARAF, R. R., THIPSE, S. S., SAXENA, P. K. Comparative Emission Analysis of Gasoline / LPG Automotive Bifuel Engine. *World Academy of Science, Engineering and Technology* [interaktyvus]. 2009, 3, 491–494 [žiūrėta 2021-04-11]. Prieiga per: https://auto-gas.net/wp-content/uploads/2015/09/comparative-emission-analysis-of-gasolinelpg-automotive-bifuel-engine.pdf.
12. WARGUŁA, Ł., KUKLA, M., LIJEWSKI, P., DOBRZYNSKI, M., MARKIEWICZ, F. Influence of the use of liquefied petroleum gas (LPG) systems in woodchippers powered by small engines on exhaust emissions and operating costs. *Energies* [interaktyvus]. 2020, 13(21) [žiūrėta 2021-04-11]. Prieiga per: https://www.mdpi.com/1996-1073/13/21/5773.

AUTOMOBILIŲ TECHNINĖS BŪKLĖS TYRIMAS TECHNINIŲ APŽIŪRŲ DUOMENŲ PAGRINDU

Vileikis A.[1], Tautkus A.[1]

[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: lengvieji automobiliai, gedimai, techninė apžiūra, statistiniai duomenys.

1. Įvadas

Šiuolaikiniai automobiliai yra aukšto techninio lygio ir puikios kokybės, tenkinantys ir paties reikliausio vartotojo poreikius. Eksploatacijos metu kinta automobilių techninė būklė, todėl reikalinga jų techninė priežiūra, reikalui esant, ir remontas. Automobilių techninė apžiūra (toliau – TA) yra profilaktinė sistema, kai numatytais laiko tarpais atliekami tam tikri veiksmai, darantys įtaką automobilio techninei būklei bei transporto priemonės procesams [1].

Atliekant TA tikrinama, ar transporto priemonės įranga, mechanizmai, sistemos ir atskiros automobilio mazgų dalys atitinka reikalaujamas saugos ir aplinkos apsaugos charakteristikas. Taip pat tai ir prevencinė priemonė, užkertanti kelią galimiems nelaimingiems įvykiams kelyje dėl transporto priemonės gedimo [2].

Tikslas – atlikti automobilių techninės būklės tyrimą, remiantis techninių apžiūrų duomenimis.

2. Lietuvos lengvųjų automobilių parko analizė

Šalyje sparčiai vystantis ekonomikai, didėjant gyventojų judrumui, per pastarąjį dešimtmetį stabiliai augo perkamų ir įregistruojamų lengvųjų automobilių skaičius. 1 paveiksle pateiktas transporto priemonių pasiskirstymas pagal kategorijas.

Didžiąją dalį naudojamų lengvųjų transporto priemonių sudaro naudoti automobiliai, turintys dyzelinius ir benzininius vidaus degimo variklius. 2 paveiksle pateikiamas Lietuvoje įregistruotų M1 klasės lengvųjų automobilių skaičius pagal degalų rūšis (iki 2021 m. vasario 1 d.).

Paveiksle matyti, kad Lietuvoje daugiausia įregistruojama lengvųjų automobilių, varomų dyzelinu (68,4 proc.). Antroje vietoje benzininiai

automobiliai (23,3 proc.), toliau, mažėjančia tvarka, išsidėstę benzininiai / dujiniai (6,4 proc.), benzininiai / elektriniai (1,7 proc.) ir elektriniai (0,20 proc.) automobiliai [10].

1 pav. Transporto priemonių pasiskirstymas pagal kategorijas [10]

2 pav. M1 klasės lengvųjų automobilių skaičius pagal degalų rūšis [10]

Kol kas menkai patrauklūs ir negausiai naudojami yra elektra varomi lengvieji automobiliai. Tokį M1 klasės lengvųjų automobilių pasiskirstymą pagal degalų rūšis lėmė degalų sąnaudų ekonomija, kuro kaina, individualios asmens pajamos ir kt.

3. Automobilių gedimų priežastys ir klasifikavimas

Atskirų automobilio sistemų ar elementų darbingumo sutrikimas vadinamas gedimu. Dažniausiai pasitaikantys gedimai: stabdžių sistemos, žibintų, atšvaitų, elektros įrangos, vairo mechanizmo bei važiuoklės gedimai [3].

1 lentelėje parodyta automobilių gedimų klasifikacija ir galimos gedimų priežastys [4, 5].

1 lentelė

Automobilių gedimų klasifikacija ir galimos gedimų priežastys

Gedimų klasifikacija	**Gedimų priežastys**
1. Gedimai dėl medžiagos savybių	Nusidėvėjimas, deformacijos, veikiant statinei apkrovai, smūginis suirimas, irimas dėl korozijos ar aukštai temperatūrai veikiant.
2. Aplinkos poveikis, korozija	Metalų korozija dėl eksploatacijos, skirtingų gamintojų (vieni modeliai rūdija greičiau, kiti lėčiau), dėl klimato, auto įvykių (kurie spartina metalų koroziją).
3. Gamintojų nulemtos surinkimo klaidos	Automobilį renkant nesilaikoma techninių reikalavimų, neatliekamos privalomos patikros ir kt.
4. Netinkama priežiūra	Automobilio nepriežiūra, taisymas atliekamas nekvalifikuotų specialistų, naudojant nekokybiškas medžiagas ir kt.
5. Akumuliatoriaus problemos	Tai viena dažniausių automobilio gedimų priežasčių. Trumpos kelionės dažnai neužtikrina pakankamos energijos ir efektyvios akumuliatoriaus įkrovos. Taip pat turi būti stebimas akumuliatoriaus tarnavimo laikas (ji būtina keisti kas kelerius metus).
Stabdžių sistemos gedimai	
1. Oro nutekėjimas	Filtrų užsiteršimas, užsikirtimas; nesandarumas; spyruoklių susilpnėjimas; kondensato užšalimas vamzdeliuose.
2. Lėtas ratų stabdymas	Stabdžių čiaupo eksploatacinis reguliavimo sutrikimas; lėtas stūmoklio judėjimas. Stabdžių cilindre dėl nepakankamo tepimo; cilindro sienelių deformacija ar įlenkimai; pažeistas vožtuvų sandarumas; susilpnėjusi konstrukcija.
3. Mažas kompresoriaus našumas	Silpni puspriekabės stabdžiai.
4. Užpakalinių ratų stabdžių pavaros lūžiai, mechanizmo nusidėvėjimas	Susilpnėjusi konstrukcija.

Automobilių gedimų nustatymas yra sudėtingas procesas, reikalaujantis daug žinių ir aukšto lygio specialistų darbo. Egzistuoja daug skirtingų klasifikacijos rūšių, automobilio gedimams aptikti ir šalinti.

Visgi to neužtenka, būtinas bendras gedimų sistemos supratimas apie skirtingų jos elementų sąveiką, siekiant užtikrinti nuoseklų gedimų nustatymą.

4. Techninėse apžiūrose naudojami lengvųjų automobilių gedimų statistinių duomenų surinkimo metodai

TA metu atliekamas patikrinimas turi apimti šias sritis: transporto priemonės identifikavimo duomenis, stabdymo, apšvietimo ir vairavimo įrangą, matomumą, elektros ir mechaninės sistemos sudedamąsias dalis. Taip pat transporto priemonės ašis, ratus, važiuoklės tvirtinamus mazgus, kitą įrangą, neigiamus veiksnius [6, 7].

Apžiūros metu naudojama diagnostikos įranga padeda greičiau ir tiksliau nustatyti įvairių automobilio sistemų techninę būklę ar gedimus. Atliekant TA pastebėti automobilio trūkumai ar gedimai vertinami pagal tokius kriterijus (žr. 2 lentelę).

2 lentelė

TA trūkumų vertinimo kriterijai [8]

Nedidelis trūkumas (NT)	Automobilio trūkumas ar nežymus neatitikties faktas, nedarantis didelės įtakos transporto priemonės saugai ar aplinkai.
Didelis trūkumas (DT)	Trūkumas ar neatitiktis, kuri gali tiesiogiai paveikti automobilio saugą, poveikį aplinkai, keliamas pavojus eismo dalyviams.
Pavojingas trūkumas (PT)	Trūkumas ar neatitiktis, kuri kelia itin didelį, neišvengiamą, tiesioginį pavojų kelių eismo saugai bei jos dalyviams.

Toliau straipsnyje išsamiai pristatoma vieno iš pagrindinių automobilio mazgų – vairo mechanizmo sistemos gedimas. Ši gedimų sritis kelia tiesioginį pavojų eismo dalyvių gyvybei, nes sugedus bet kuriai vairo mechanizmo detalei, automobilis kelyje gali tapti sunkiai valdomas ar nebevaldomas. Žemiau esančioje 3 lentelėje pateikiami vairo mechanizmo trūkumų identifikavimo kriterijai.

Lyginant atskirų metų vairo mechanizmo trūkumų kiekius, būtina žinoti, kiek kiekvienais metais, pagal techninių apžiūrų duomenis, buvo apžiūrėta M1 klasės lengvųjų automobilių. Taigi, 2018 m. buvo apžiūrėta 774 319 vnt. automobilių, 2019 m. 764 897 vnt., o 2020 m. 755 738 vnt. Daugiausia automobilių buvo apžiūrėta 2018 m., mažiausia – 2020 m. Lyginant šių metų duomenis procentais, M1 klasės lengvųjų automobilių 2020 m. buvo apžiūrėta 2,4 proc. mažiau nei 2018 m. Visgi tai nėra didelis skirtumas, todėl laikysiu, kad tiriamaisiais metais apžiūrėtų automobilių kiekiai yra vienodi.

3 paveiksle matyti, kad vairo mechanizmo sistemos srityje daugiausia trūkumų aptikta vairo traukėse ir svirtyse (2.1.3.) (2018 m. 42 068 vnt.; 2019 m. 41 552 vnt., o 2020 m. 38 965 vnt. trūkumų). Lyginant vairo traukių ir svirčių būklę atskirų metų atžvilgiu matyti, kad trūkumo kiekis, lyginant 2018 m. su 2019 m., nežymiai mažėjo (sumažėjo per 516 vnt.), o lyginant 2018 m. su 2020 m. trūkumas sumažėjo ženkliau (sumažėjo per 3 103 vnt.).

3 lentelė

Vairo mechanizmo trūkumų identifikavimo kriterijai [9]

Trūkumo pavadinimas	**Trūkumo kodas**	**Trūkumo aprašymas**
Vairo reduktorius ir vairo veleno būklė	2.1.1.	Vairo pavaros veikimas netolygus, pernelyg didelis ir (ar) kitoks įprastiniam pavaros veikimui nebūdingas pasipriešinimas, kuris juntamas sukant vairą. Deformuotas velenas, susidėvėjusios, nesaugios išdrožinės ir (ar) pleištinės jungtys. Per didelis vairo pavaros ir (ar) vairo veleno susidėvėjimas. Per didelis vairo pavaros ir (ar) vairo veleno laisvumas. Yra eksploatacijos skysčių nuotėkis.
Vairo traukių ir svirčių būklė	2.1.3.	Sudedamosios dalys, kurios tarpusavyje turėtų būti sujungtos nepaslankiai, juda viena kitos atžvilgiu. Per didelis lankstų ir jungčių susidėvėjimas (klibėjimas, pernelyg dideli poslinkiai, laisvumas). Sudedamoji dalis sutrūkusi, nutraukta, deformuota ir (ar) nesaugi. Trūksta tvirtinimo, fiksavimo detalių. Sudedamoji dalis (pvz.: ratų suvedimo traukė, išilginė vairo traukė ar kl.) įrengta ir (ar) sureguliuota netinkamai. Netinkamas remontas arba konstrukcijos pakeitimas. Purvasaugio nėra arba purvasaugis neveiksmingas.
Vairo stiprintuvas	2.1.5.	Yra skysčio nuotėkis arba pablogėjęs veikimas. Vairo stiprintuvo eksploatacijos skysčio kiekis nepakankamas. Vairo stiprintuvas neveikia. Vairo stiprintuvas įtrūkęs ar pažeistas, todėl yra nesaugus. Neteisingai pritvirtintas, sureguliuotas ir (ar) sudedamosios dalys trinasi tarpusavyje. Netinkamas remontas arba konstrukcijos pakeitimas. Elektros instaliacija (laidai) arba žarnelės pažeistos arba per daug paveiktos korozijos.

Antras trūkumas – vairo reduktorius ir vairo veleno būklė (2.1.1.) (2020 m. 6 739 vnt. trūkumų). Lyginant šį trūkumą su vairo traukių ir svirčių būkle (2.1.3.), jis yra 6,24 karto mažesnis.

Tačiau priešingai nei vairo traukių ir svirčių būklės trūkumas (2.1.3.), šis trūkumas nuo 2018 m. iki 2020 m. nežymiai didėjo, nuo 2018 m. iki 2019 m. padidėjo 1 044 vnt., nuo 2019 m. iki 2020 m. padidėjo 707 vnt.

Mažiausiai trūkumų vairo mechanizmo sistemos srityje aptikta vairo stiprintuvo sistemoje (2.1.5.) (2018 m. 2 195 vnt. trūkumų).

3 pav. 2018–2020 metų vairo mechanizmo sistemos trūkumų techninės apžiūros statistiniai duomenys

Šis trūkumas lyginant 2018 m. (2 195 vnt.), 2019 m. (2 149 vnt.) ir 2020 m. (2 040 vnt.) mažai skiriasi.

5. Išvados

1. Techninės apžiūra užkerta kelią galimiems nelaimingiems įvykiams kelyje dėl transporto priemonės gedimo.
2. Didžiąją dalį naudojamų lengvųjų transporto priemonių sudaro naudoti automobiliai, turintys dyzelinius (68,4 proc.) ir benzininius (23,3 proc.) vidaus degimo variklius.
3. Vairo mechanizmo sistemos srityje daugiausiai trūkumų aptikta vairo traukėse ir svirtyse (2.1.3.) (2018 m. 42 068 vnt. trūkumų).
4. Vairo mechanizmo sistemos srityje antras pagal trūkumų kiekį trūkumas – vairo reduktorius ir vairo veleno būklė (2.1.1.) (2020 m. 6 739 vnt. trūkumų) lyginant su vairo traukių ir svirčių būkle (2.1.3.) šis trūkumas 6,24 karto mažesnis.
5. Mažiausiai trūkumų, iš pasirinktų palyginti trūkumų, aptikta vairo stiprintuvo sistemoje (2.1.5.) (2018 m. 2 195 vnt. trūkumų).

Literatūra

1. BUTELIAUSKAS, S. *Automobilių sandara ir priežiūra*. *Mokomoji knyga*. Vilnius. 2008.
2. FILIPCZYK, J., MAKAROVA, I., BELYAEV, E. Analysis of periodical technical inspection systems in automotive transport. *The Experiences of Poland and Russia. Transport Problems* [interaktyvus]. 2015, 10(4), 121–128 [žiūrėta 2021-01-08]. Prieiga per: Research Gate.

3. MEDEKŠAS, H. *Gaminių kokybė ir patikimumas*. Kaunas: Technologija, 2003.
4. MICKŪNAITIS, V. *Transporto priemonių kokybės valdymas*. Vilnius: Technika, 2006, 173–174.
5. CHAND, S. ir kt. Analysis of vehicle breakdown frequency: A case study of New South Wales, Australia. *Sustainability* [interaktyvus]. 2020, 1–14 [žiūrėta 2021-01-08]. Prieiga per: file:///D:/Downloads/sustainability-12-08244.pdf.
6. SELIG, J. P., LITTLE, T. D. Autoregressive and cross-lagged panel analysis for longitudinal data. *Handbook of Developmental Research Methods. Chapter: Autoregressive and Cross-Lagged Panel Analysis for Longitudinal Data.* Guilford Press, 2012, 265–278.
7. DENTON, T. *Advanced Automotive Fault Diagnosis*. Second edition. Elsevier Butterworth-Heinemann, 2006, 18–28.
8. GARBINČIUS, G. *Automobilių techninė priežiūra ir remontas*. Vilnius: Technika, 2012.
9. *Lietuvos techninės apžiūros įmonių asociacija* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-07]. Prieiga per: https://www.vta.lt/.
10. VALSTYBĖS ĮMONĖ „REGITRA“. *Automobilių sandorių pasiskirstymas pagal tipą* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-06]. Prieiga per: www.regitra.

PRAMONINIŲ PASTATŲ GRINDŲ VIRŠUTINIO SLUOKSNIO DAUGIAKRITERIS VERTINIMAS

Bajariūnas N.[1], Kelpšienė L.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: pramoniniai pastatai, grindų danga, daugiakriteris vertinimas.

1. Įvadas

Pramoniniai pastatai, tai tokie pastatai, kurie pritaikyti tam tikriems technologiniams procesams vykti. Pagal paskirtį pramoniniai pastatai būna įvairūs:

- gamybos pastatai – įvairiausių įmonių cechai;
- energetikos pastatai – katilinės, šiluminės elektrinės, kompresorinės;
- transporto – garažai, angarai;
- sandėliai;
- pagalbiniai pastatai – administracijos, laboratorijos, remonto ir kitos dirbtuvės, valgyklos.

Pramoniniams pastatams būdinga nuo jų paskirties bei technologinio proceso priklausanti erdvinė, planinė ir konstrukcinė sandara. Pramoninių pastatų planas dažniausiai būna stačiakampio formos. Taip pat šie pastatai ne visada turi vienodą korpuso aukštį. Pramoniniai pastatai kuriuos sudaro tik vienas aukštas, pagal erdvinę sandarą būna: daugianaviai, vienanaviai ir mišrūs. Vienaukščių pramoninių pastatų statoma daugiausiai, nes dviejų ir daugiau aukštų pastatai tinka tik tokiai gamybai, kurioje naudojami lengvi technologiniai įrenginiai, kuriuos būtų galima statyti ir ant perdangų. Pramoniniams pastatams reikalingos tvirtos ir ilgaamžės grindys, nes jos labiausiai dėvisi tokio tipo pastatuose.

Tikslas: išanalizuoti kelias grindų dangas ir išnagrinėti pasirinktą daugiakriterio vertinimo metodą.

2. Struktūrinių sistemų aprašymas

2.1. Medinės grindys

Mediena tai viena iš populiariausių medžiagų, kuri plačiai naudojama statyboje, todėl nes medieną lengva apdoroti ir su ja tvarkytis, medienos gaminius galima rinktis iš įvairiausių rūšių: eglės, beržo, ąžuolo ir kt.

Kiekviena medienos rūšis turi skirtingas savo savybes. Skiriasi jų kietumas, drėgnumas, tvirtumas, taip pat mediena lengva apdirbti, atpjauti ir paruošti įvairaus dydžio lentomis. Medienos naudojimas statyboje turi daug privalumų, nes mediena turi gera atsparumą gniuždymui, lenkimui. Maksimalus medienos lenkimo stipris yra 70 MPa, o didžiausias vidutinis tankis 1 080 kg/m^3. Taip pat palyginti su kitomis statybinėmis medžiagomis, gera natūrali šilumos izoliacija, kurią lengva įgyvendinti vietoje, geras darbingumas ir mažas energijos suvartojimas transformuojant, nes mediena lyginant su kitomis medžiagomis yra lengvesnė tai jos pasikrauti galima daug daugiau. Šios pagrindinės medienos konstrukcijų ypatybės daugiausia priklauso nuo medienos rūšių kurių yra gan nemažai: klevas, maumedis, uosis, ąžuolas, beržas, pušis, eglė, alksnis, drebulė, liepa. Pav., pušis yra minkšta mediena turinti ryškias rieves, rausvos spalvos, mažo šakotumo, taip pat ši mediena yra sakinga, nelanksti ir yra atspari puvimui; ąžuolas tai kieta mediena kuri yra patvari ore, žemėje ir ypač vandenyje, baltai gelsvos spalvos; uosis taip pat kieta mediena kuri turi ryškias rieves, balkšvos spalvos, bet ši mediena nepatvari keičiantis drėgmei, todėl greit pūva [1].

Konkrečiame senų pastatų atkūrimo kontekste šis sprendimas turi dar vieną pranašumą: jis visiškai suderinamas su originaliu grindų sprendimu, taip pat pagamintu iš medienos. Tačiau mediena yra nevienalytė, anizotropinė ir linkusi į defektus, todėl visos šios savybės kelia tam tikrų sunkumų taikant statyboje. Higroskopinė medienos prigimtis taip pat kelia papildomų sunkumų, susijusių su matmenų stabilumu, taip pat su polinkiu į biologinius išpuolius, kurie gali apriboti medienos patvarumą, jei nebus užtikrintos tinkamos prevencinės priemonės ir priežiūra, o tai turės tiesioginį poveikį medienos mechaninėms savybėms [1]. Be to, reikia atidžiai apsvarstyti medienos reakciją ir atsparumą ugniai, atsižvelgiant į jos degumą ir temperatūros priklausomybę nuo mechaninių savybių.

2.2. Sijų ir blokų grindys

Tradicinę sijų ir blokų plokščių sistemą sudaro: surenkamos iš anksto įtemptos betoninės T formos sijos, išdėstytos plokštės išilgine kryptimi ir lygiagrečios viena kitai; tuščiavidurių blokų, pagamintų iš keraminės medžiagos, arba lengvasis betonas, dedamas tarp „T“ formos sijų ir virš „T“ formos sijų ir lengvųjų blokų pastatytas viršutinis gelžbetonio sluoksnis. Tuščiavidurių blokų įvedimas žymiai sumažina grindų savąjį svorį ir padidina standumo ir svorio santykį. Paprastai šie sprendimai yra suprojektuoti kaip vienpusės plokštės, o tai reiškia, kad jie tolygiai paskirstytą apkrovą perneša tik viena kryptimi, tai yra „T“ formos sijų kryptimi (tarpatramiu). Šis sprendimas turi nemenkų pranašumų, tai yra suteikia palyginti standžią konstrukcinę sistemą (palyginti su mediena), kurią greitai montuojama ir užtikrinama tinkama garso ir šilumos izoliacija. Kita vertus, šis sprendimas yra žymiai sunkesnis nei įprastos medinės grindys ir apima šviežio betono tiekimą

bei gamybą, o tai ne visada lengva statybvietėse, esančiose senuose rajonuose su siauromis gatvėmis.

2.3. Gelžbetoninės grindys

Gelžbetonio sistemoms yra du galimi sprendimai: vientisos plokštės, kurių grindų plotas yra pastovus ir lengvos plokštės. Šiame tyrime daugiausia dėmesio skiriama vien tik vientisoms pastovaus storio plokštėms, kurios tiesiog palaikomos išilgai jų kraštų, nes šis konstrukcinis sprendimas yra pats tradiciškiausias, būtent reabilituojant senų pastatų grindis. Šio sprendimo privalumai yra didelis tvirtumas ir standumas, tai neleidžia grindims greit irti, gelžbetonis nedegus todėl geras atsparumas ugniai, mažas ore sklindančių garsų perdavimas, tokios grindys lengvai prižiūrimos, todėl tam reikia mažiau išlaidų ir didelis patvarumas patalpų aplinkoje.

Gelžbetonis yra sunkesnė medžiaga nei mediena, o tai žymiai padidina konstrukcinę masę; todėl seisminiam veiksmui paprastai reikia sutvirtinti sienas. Kalbant apie sijų ir blokų sistemą, tai apima didelį kiekį šviežio betono, o tai gali sukelti logistikos sunkumų senuose rajonuose [2].

2.4. Kompozicinės plieninės betono grindys

Dažniausiai naudojamos plieninės-betoninės kompozicinės plokščių sistemos yra sudarytos iš profiliuoto plieno lakšto su plonu gelžbetonio sluoksniu, tiesiog palaikomu išilgai jo išorinio kontūro. Šio konstrukcinio sprendimo privalumai yra aukštas konstrukcijos našumas (stiprumo ir standumo bei svorio santykis), didelis patvarumas, lengvas valdymas vietoje ir greita konstrukcija. Pagrindiniai trūkumai yra didesnis savas svoris, palyginti su mediena, ir poreikis dengti tik pagamintą betoną [1].

2.5. Daugiasluoksnės stiklo pluošto armuoto polimero plokštės

Tai yra naujas grindų dangos sprendimas [3, 4], kurio gamyba vis dar yra tik prototipo stadija, apimantis stiklo pluošto armuoto polimero lakštus. Čia nagrinėjamą daugiasluoksnių plokščių sistemą sudaro 5 mm storio paviršiai, 4 mm storio išilginė armatūra, kurių skersinis atstumas yra 500 mm, ir 130 mm storio.

Techniniai šios sistemos pranašumai yra jos lengvumas lyginant su gelžbetoniu, patogumas transportuoti, greitas ir lengvas surinkimas (dėl lengvos ir specialios spyruoklinės plokščių sujungimo sistemos), atitikimas normatyviniams konstrukcijos saugos reikalavimams, labai gerai sulaiko šilumą, techninės priežiūros trūkumas (arba labai mažas) ir galimybė pakartotinai naudoti.

Pagrindiniai trūkumai yra santykinai dideli pradiniai kaštai ir taip pat šios grindys lengvai praleidžia garsą, bei lengvai paveikiamos ugnies, reikalaujantis švelninimo ir apsaugos priemonių.

3. Daugiakriterio vertinimo metodas COPRAS

COPRAS – tai yra kompleksinio proporcingumo vertinimo pirmenybių reitingavimo metodas, kurį daugiausiai aprašė Zavadskas ir kiti [5], prisiima tiesioginę ir proporcingą galimų alternatyvų reikšmingumo ir naudingumo laipsnio priklausomybę, esant abipusiai prieštaraujantiems kriterijams. Atsižvelgiama į alternatyvų efektyvumą atsižvelgiant į skirtingus kriterijus ir atitinkamus kriterijų svorius. Šis metodas parenka geriausią sprendimą, atsižvelgiant tiek į idealų, tiek į blogiausią sprendimą. COPRAS metodas, kuris naudojamas vertinant ir parenkant alternatyvas medžiagoms pagal pateiktas inžinerines problemas, naudoja laipsnišką rangų vertinimą ir vertinimo procedūrą pagal jų reikšmingumą ir naudingumą. Šis metodas puikiai pritaikomas sprendžiant statybų, turto valdymo, ekonomikos srities problemas.

Procesiniai COPRAS metodo žingsniai [6] pateikti žemiau. Sudaroma sprendimo priėmimo matrica:

$$X = \left[x_{ij}\right] = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \dots & x_{22} & \dots \\ x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}; \tag{1}$$

čia x_{ij} − sprendimų priėmimo matricos nariai: i – kriterijaus reikšmė, j – sprendimo variantas.

Normalizuojamos kriterijų reikšmės:

$$d_{ij} = \frac{x_{ij} \cdot q_i}{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}}; \; i = \overline{1,m}; \quad j = \overline{1,n}; \tag{2}$$

čia d_{ij} − normalizuotos matricos nariai; q_j − integruotasis reikšmingumas; i − alternatyva; m − alternatyvų skaičius; j − rodiklis; n − rodiklių skaičius.

Alternatyvas apibūdinančių maksimizuojančių ir minimizuojančių normalizuotų rodiklių sumų nustatymas:

$$S_{+i} = \sum_{j=1}^{n} d_{+ij}; \tag{3}$$

$$S_{-i} = \sum_{j=1}^{n} d_{-ij}; \tag{4}$$

čia S_{+i} − maksimizuojančių rodiklių suma; S_{-i} − minimizuojančių rodiklių suma.

Alternatyvų santykio reikšmingumo (efektyvumo) nustatymas:

$$Q_j = S_{+i} + \frac{S_{-\min} \cdot \sum_{i=1}^{n} S_{-i}}{S_{-i} \cdot \sum_{i=1}^{n} \frac{S_{-\min}}{S_{-i}}}, \quad i = \overline{1, n}; \tag{5}$$

čia Q_i – alternatyvos santykinis reikšmingumas; S_{-min} – mažiausia minimizuojančių rodiklių suma.

Naudingumo laipsnio nustatymas:

$$N_i = \frac{Q_i}{Q_{\max}} \cdot 100\%; \tag{6}$$

čia N_i – alternatyvos naudingumo laipsnis; Q_{max} – didžiausias alternatyvų santykinis reikšmingumas.

4. Tiriamoji dalis

Atliekamas pasirinktų grindų dangos medžiagų kiekybinis vertinimas COPRAS metodu, nustatant kuri grindų danga efektyviausia. Vertinimo variantai ir rodikliai pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė

Sprendimų priėmimo matrica

Projekto alternatyvos (variantai)	**Rodikliai**		
	Tankis, kg/m³	**Šilumos laidumas, koef.**	**Įrengimo sudėtingumas balais**
	R_1	R_2	R_3
Medinės	1 080,000	0,180	5,000
Gelžbetoninės	2 500,000	2,040	6,000
Plieninės betono	2 400,000	2,000	4,000
Rodiklių suma	5 980,000	4,220	15,000
Min. ar max. rodiklis	min.	max.	max.
Rodiklių reikšmingumai, q_j	0,333	0,333	0,333

Matricos normalizavimas pateiktas 2 lentelėje.

2 lentelė

Normalizuota matrica

Projekto alternatyvos (variantai)	**Rodikliai**		
	R_1	R_2	R_3
Medinės	0,060	0,014	0,111
Gelžbetoninės	0,139	0,161	0,133
Plieninės betono	0,134	0,158	0,089
Min. ar max. rodiklis	min.	max.	max.

Alternatyvas apibūdinančių maksimizuojančių ir minimizuojančių normalizuotų rodiklių sumų nustatymas pateiktas 3 lentelėje.

3 lentelė

Maksimizuojančios ir minimizuojančios normalizuotų rodiklių sumos

S_{+1} =	0,125	S_{-1} =	0,060
S_{+2} =	0,294	S_{-2} =	0,139
S_{+3} =	0,247	S_{-3} =	0,134

Alternatyvų santykinio reikšmingumo (efektyvumo) ir naudingumo laipsnio nustatymas pateiktas 4 lentelėje. Gauti rezultatai pavaizduoti 1 paveiksle.

4 lentelė

Alternatyvų santykinis reikšmingumas ir naudingumo laipsnis

					Prioritetų eilutė
Q_1 =	0,302	N_1 =	81,525	%	**3**
Q_2 =	0,371	N_2 =	100,000	%	**1**
Q_3 =	0,326	N_3 =	88,028	%	**2**

1 pav. Gauti rezultatai CORPAS metodu

5. Išvados

1. Nagrinėjamų dangų teigiamos savybės. Mediena turi gera atsparumą gniuždymui, lenkimui, tai gera natūrali šilumos izoliacija, lengvai apdirbama. Sijos ir blokai, suteikia standžią konstrukcinę sistemą, kuri

greitai montuojama ir užtikrinama tinkama šilumos ir garso izoliacija. Gelžbetonis turi dideli tvirtumą ir standumą, ši savybė neleidžia grindims greitai irti. Taip pat gelžbetonis yra nedegus, todėl turi gerą atsparumą ugniai. Kompozicinės plieninės betono grindys turi didelį patvarumą, lengvai ir greitai valdosi konstruojamoje vietoje. Daugiasluoksnės stiklo pluošto armuoto polimero plokštės pranašumai yra jos lengvumas lyginant su gelžbetoniu, patogu transportuoti, greitas bei lengvas surinkimas.

2. Efektyviausia grindų dangos iš nagrinėtų medžiaga gauta naudojant COPRAS metodą yra gelžbetoninės grindys, turinčios aukščiausią naudingumo laipsnį, o neefektyviausios medinės.

Literatūra

1. CRUZ, M. Serviceability limit states of timber floors. Vibrations and comfort. *Master Dissertation in Civil Engineering*. Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal, 2013. Prieiga per: Science Direct.
2. BÖRJESSON, P., GUSTAVSSON, L. Greenhouse gas balances in building construction: Wood versus concrete from life-cycle and forest land-use perspectives. *Energy Policy* [interaktyvus]. 2000, 28, 575–588 [žiūrėta 2021-03-17]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00049-5.
3. GARRIDO, M. ir kt. Multi-objective optimization of pultruded composite sandwich panels for building floor rehabilitation. *Construction and Building Materials* [interaktyvus]. 2019, 198, 465–478 [žiūrėta 2021-03-17]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.259.
4. PROENÇA, M., GARRIDO, M., CORREIA, J. R. Development of a snap-fit connection system between pultruded GFRP sandwich panels for building floors. *9th International Conference on Fibre-Reinforced Polymer (FRP) Composites in Civil Engineering* [interaktyvus]. Paris, France, 2018 [žiūrėta 2021-03-17]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/326658114_Composite_sandwich_panels_for_rehabilitation_of_building_floors_main_challenges.
5. ZAVADSKAS, E. K. ir kt. Selection of the effective dwelling house walls by applying attributes values determined at intervals. *Journal of Civil Engineering and Management* [interaktyvus]. 2008, 14(2), 85–93 [žiūrėta 2021-03-17]. Prieiga per: doi:10.3846/1392-3730.2008.14.3.
6. CHATTERJEE, P., ATHAWALE, V. M., CHAKRABORTY, S. Materials selection using complex proportional assessment and evaluation of mixes data methods. *Materials & Design* [interaktyvus]. 2011, 32(2), 851–860 [žiūrėta 2021-03-17]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.matdes.2010.07.010.

TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO AKTUALIJOS

VIDAUS APDAILOS DARBŲ KOKYBĖS VALDYMO STATYBOS PROJEKTUOSE YPATUMAI

Bartulis T.[1], Kelpšienė L.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: vidaus apdailos darbų kokybė, kokybės valdymas statybos projektuose, vidaus apdailos darbų kokybės valdymas.

1. Įvadas

Statybų sektorius yra viena didžiausių investicijų pritraukimo sričių, sudaranti daugiau kaip pusę visų materialinių investicijų Lietuvoje [1]. Lietuvoje statybos sektorius sukuria apie 7,5 proc. šalies BVP, statybos sektoriuje dirba apie 5 proc. visų darbuotojų Lietuvoje. Lietuvoje veikia 6 763 statybos įmonės, statybos paslaugų eksportas kasmet didėja apie 16 proc. Statybos sektorių sudaro šeši pagrindiniai sektoriai: architektūros bei inžinerijos veikla, susiję techninės konsultacijos, statybvietės paruošimas, pastatų bei jų dalių statyba, statinių, pastatų įrengimas, statybos užbaigimas ir statybos, griovimo įrenginių nuoma [2].

Mokslinis ištirtumas. Vidaus apdailos darbų kokybės valdymo statybų projektuose ypatumai daugiau analizuoti užsienio autorių:

Autorius Aygun [3] nagrinėjo koncepcinį modelį, kuris taikomas pastato elementų panašumui nustatyti. Šį modelį sudaro trys dalys: pirmos dvi yra susijusios su pasyviais projektų dalyviais (visuomene, valstybe ir pan.) ir suinteresuotų grupių keliamais reikalavimais, o trečioji su medžiagomis, naudojamomis statyboje.

Ruiz-Jaramillo [4] tyrė paveldo rizikos indeksą: daugiakritėrė sprendimų priėmimo priemonė savivaldybių istorinių objektų išsaugojimo projektams.

Autoriai Li ir kt. [5] tyrė patalpų energijos taupymą, pasitelkiant 3D programą. Suformuota patalpų vaizdo sintezė.

Samadi ir kt. [6] tyrė optimalų pastatų apšvietimą, taikant kinetines šešėliavimo sistemas.

Autorius Hu [7] atliko poveikio statybai vertinimą – bendras gyvavimo ciklo įvertinimas ir daugiakritėrė sprendimų analizės sistema. Statybinių medžiagų gamyba, parinkimas ir pritaikymas yra svarbūs, ypač

grynosios nulinės energijos pastatams. Pastato eksploatacinių savybių vertinime daugiausia dėmesio skiriama pastatų energijos vartojimo efektyvumui.

Rochikashvili ir Bongaerts [8] tyrė daugiakriterių sprendimų dėl sienų dažų ir dangų priėmimą naudojant analitinį hierarchijos procesą. Modelis, pagrįstas pagrindinėmis dekoratyvinių sienų dažų savybėmis, padeda pabrėžti geriausią alternatyvą atsižvelgiant į nurodytus prioritetus: maža žalos aplinkai ir žmonių sveikatai rizika, kokybė, rinkos kaina, remontas. Modelis parodo visų kriterijų ir alternatyvų vertes, atsižvelgiant į palyginimus.

Šiame darbe daugiau dėmesio bus skiriama kokybės standartams ir kriterijams pagal, kuriuos galima įvertinti vidaus apdailos darbus.

Aktualumas. Vidaus apdaila – tai didelė gausybė medžiagų bei įrengimų, technologinių sprendimų bei jų derinių, gamintojų, tiekėjų. Įgyvendinti efektyvų vidaus apdailos variantą yra galutinis visų jo kūrime dalyvaujančių suinteresuotų grupių tikslas. Ruošiant ir įgyvendinant efektyvų galutinės vidaus apdailos projektą būtina nustatyti uždavinius, siekiamus tikslus bei poreikius. Įvairiose statybos stadijose dalyvauja daug interesų grupių: rangovai, pirkėjas, interjero kūrėjai, medžiaga bei įrengimų gamintojai bei tiekėjai ir kt. Siekiant efektyvaus rezultato, vertinimas turi būti atliekamas kompleksiškai. Vidaus apdailos projektas turi būti įgyvendinamas atsižvelgiant į jo etapus, dalyvaujančių suinteresuotų grupių tikslus ir galimybes, įvertinant išorinę aplinką.

Naujumas. Vidaus apdailos darbų kokybės valdymo ypatumai statybų projektuose moksliniu kontekstu mažai nagrinėti lietuvių kalba. Šio tyrimo naujumas – kokybės standartų pritaikymo tyrimas vidaus apdailos darbų projektuose.

Teorinis ir praktinis reikšmingumas. Tyrimas reikšmingas statybos organizacijoms, kurios atlieka vidaus apdailos darbus ir siekia geresnės darbų atlikimo bei valdymo kokybės.

Tikslas – ištirti vidaus apdailos kokybės valdymo statybos darbų projektuose ypatumus.

Tyrimų metodas – mokslinės literatūros lyginamoji analizė.

2. Vidaus apdailos darbų samprata statybos projektų valdyme

Vidaus apdailos darbai yra statybų proceso dalis. Pastato apdaila yra tarsi prekės įpakavimas, kuris priklauso nuo statinio paskirties. Lietuvių kalbos žodyne [9], žodis „apdaila“ reiškia galutinį dirbinio, statinio sutvarkymą, apdirbimą, papuošimą. Oksfordo žodyne [10] vidaus apdailos samprata pateikiama kaip, patalpų ar namo vidaus dekoravimo veikla dažais, tapetais, grindiniu, kilimine danga ir t. t. Vidaus apdaila naudojama vidiniame pastato interjere, pvz.: tapetai, vidaus plytelės, dažai, kambario grindinys. Taigi, galima teigti, kad vidaus apdaila yra interjero apdaila, dažniausiai susijusi su nekonstrukciniais elementais.

Vidaus apdaila, traktuojama, kaip galutinis statybos baigimas – tai tinkavimas, grindų sienų dengimas, įrengimas, dažymas bei stiklinimas, technologinių vamzdynų, santechnikos įtaisų įrengimas, įrenginių dažymas, elektros įranga ir kiti baigiamieji statybos darbai. Vidaus apdailos darbai sukuria baigtinį statini produktą.

Įprasti vidaus apdailos tipai [11]: durų procedūros; sienų procedūros; lubų procedūros; laiptai; paveikslai ir kolonos; erdvės padalijimo sistemos; spintelės ir stalviršiai; santechnikos įrenginiai; apšvietimas.

Pagal atliekamus darbus atskiriems konstruktyviems vidaus apdailos darbus galima suskirstyti į dvi grupes: dalinė apdaila; galutinė apdaila [12].

Vidaus apdaila gali būti klasifikuojama pagal atskiras erdvines konstrukcijas. Atskiros grupės pagal medžiagų bei technologijų panaudojimą [13, 14]. Vidaus apdaila apima platų medžiagų bei technologijų spektrą.

Apibendrinant vidaus apdailos darbų definiciją, galima teigti, kad vidaus apdaila yra patalpų ar namo vidaus interjero darbai, kurie apima, lubų, sienų, grindų, durų, santechnikos bei elektros inžinerijos darbus.

3. Kokybės valdymo statybos projektuose ypatumai

Kokybei valdyti naudojamos sertifikavimo sistemos. Vadovaujantis tarptautiniu standartu ISO 9001:2015, kokybės samprata, pateikiama, kaip charakteristikų atitikties reikalavimams lygis [15]. Reikalavimai nustatomi pagal specifikacijas bei atsižvelgiant į vartotojų poreikius. Vartotoju laikomas asmuo, kuris sietinas su produktu ar paslauga.

Vartotojai skiriami į išorinius ir vidinius: išoriniai vartotojai – tai galutiniai naudotojai, kaip ir tarpinių grandžių atstovai – pardavėjai ar kiti vartotojai, susiję su produktu, kaip oficialūs reguliuojantys asmenys; vidiniai vartotojai – tai organizacijos padaliniai ir asmenys, dalyvaujantys produkto gamybos ar paslaugos teikimo procese. Produktu laikomas proceso rezultatas [16].

Analizuojant kokybės sampratą, galima teigti, kad kokybė – savybės, kurios rodo produkcijos tinkamumą vartotojų poreikiams tenkinti [17].

Autorius Barvidas [14] kokybės sampratą apibudino, kaip objekto atitiktį charakteristikoms ir gebėjimus tenkinti esamus bei numatomus vartotojų poreikius. Statybos procese vartotojų pasitenkinimas įvardijamas, kaip fizinis produkto ir statybos proceso lygis, kuris patenkina arba viršija vartotojų lūkesčius. Vartotojų lūkesčiai priklauso nuo vartotojų patirties, prieinamos informacijos, poreikių, įvaizdžio, bendradarbiavimo statybos įmonių marketingo politikos ir pan. Poreikiai gali apimti aspektus, kaip eksploatavimo charakteristikos, patikimumas, funkcinis tinkamumas, saugumas, poveikis aplinkai, žmogaus sveikatai, ekonomiškumas, estetiškumas ir pan. [18].

Taigi, vidaus apdailos kokybės valdymo projekto esmę sudaro sistema, apimanti standartų reikalavimus, atitinkanti užsakovo poreikius.

Vartotojų pasitekinimą galima išmatuoti kokybe, kaina, laiku bei aptarnavimu [19].

Statybų sektoriuje svarbų vaidmenį vartotojo patenkinimui lemia orientacija į vartotoją, bendravimo įgūdžiai bei reagavimas į neatitiktis. Grįžtamojo ryšio duomenys, kaip kokybės ir bendradarbiavimo veiksniai, turi didelę įtaką vartotojo patenkinimui. Priklausomybė tarp aptarnavimo lygio kokybės ir darbo, atlikto pagal rangos sutartį, kokybės lemia vartotojo pasitenkinimą.

Autorius Dahler-Larsen [19] vartotoją įvardino, kaip projekto savininką ar asmenį norintį statinio. Platesnis požiūris į vartotoją apima: rangovus bei partnerius, projekto vadovą, projekto darbuotojus, subrangovus, tiekėjus ir pardavėjus, vartotojus bei visuomenę. Apibendrintai vartotojus galima įvardinti suinteresuotomis šalimis.

Autorė Kačinskaitė [20] išskyrė vartotojui svarbius kriterijus, tai profesionalumas, bendravimas, reagavimas į klausimus ar poreikius, problemų supratimas. Pastato vartotojų pasitenkinimas išreiškiamas per dimensijas, kaip dizainas, kokybė, būsto aptarnavimas, procesų kokybė, medžiagų ir technologijų kokybė, techninė kokybė, funkcinė kokybė.

Projektų kokybės valdymas – tai metodai, priemonės bei veiklos rūšys, skirtos vykdyti projekto užsakovo keliamus reikalavimus projektui, produkcijai. Taip pat svarbu atskirti projekto kokybės valdymą ir projekto produkcijos kokybės valdymą [21].

Autorius Barvidas ir kt. [14] išskyrė kokybės valdymo sistemos dedamąsias dalis:

- kokybės planavimas – sąnaudų ir rezultatų analizė, kokybės lygių nustatymas, kontrolės procedūros, tikrinimo lapai, eksperimentai;
- kokybės užtikrinimas – planiniai bei neplaniniai patikrinimai, kokybės įvertinimas;
- kokybės kontrolė – patikrinimai, statistiniai metodai.

Autorė Adomaitienė pateikė kokybės trilogiją, kuri lemia požiūrį į tarpfunkcinę vadybą ir apima tris veiklas: kokybės planavimą, valdymą ir gerinimą [21].

Kokybės planavimas – veikla skirta kurti, plėtoti produktus, procesus ar paslaugas, skirtas tenkinti vartotojų poreikius. Kokybė suplanuota. Kokybės planavimas apima tikslų nustatymą; organizacijos vartotojų nustatymą; užsakovų poreikių nustatymą; produktą apibūdinančių savybių, specifikacijų, kurios tenkintų užsakovų poreikius, sukūrimą; procesų, kurių metu gaminamos užsakovą patenkinančios produkto savybės, sukūrimą; procesų valdymo užtikrinimą ir planų operacijų seką [21].

Autorė Adomaitienė [17] kokybės valdymo etapus suskirstė į iškeltus tikslus; suplanuotu metodus bei priemones tikslams pasiekti; darbuotojų mokymus. Suformuoti pagrindiniai procesai: daryti; tikrinti; veikti.

PDTV (planuoti, daryti, tikrinti, veikti) ciklas taikomas procesams ir kokybės vadybos sistemai, kaip visumai. PDTV ciklas apibūdinamas, kaip [18]:

1. Planuoti: nustatyti sistemos ir jos procesų tikslus bei išteklius reikalingus, rezultatams pasiekti, pagal užsakovų reikalavimus ir organizacijos politiką, bei identifikuoti riziką ir galimybes.
2. Daryti: įgyvendinama tai, kas buvo suplanuota.
3. Tikrinti: įvykdyti monitoringą, stebėseną ir matuoti procesus, bei gautus produktus ir paslaugas pagal politikas, tikslus, specifikacijas, reikalavimus ir planuotą veiklą, bei pateikti rezultatus.
4. Veikti: procesų ir veiksmų vykdymas, siekiant pagerinti veiksmingumą.

Kokybės valdymą statybose, bei vidaus apdailos sistemos projektuose, užtikrina ES tarptautinis standartas, kuris patvirtintas ir Lietuvoje – LST EN ISO 9001:2015. Kokybės vadybos sistema.

Tarptautinė standartizacijos organizacija – ISO buvo įkurta 1946 m., Šveicarijoje. ISO 9000 standartai vadovaujasi aštuoniais pagrindiniais kokybės valdymo principais: užsakovų dėmesys; vadovavimas; darbuotojų įtraukimas; procesų metodas; valdymo sistemos metodas; nuolatinis tobulinimas; faktinis sprendimų priėmimo metodas; abipusiai naudingi tiekėjų santykiai [22].

Sertifikavimo sistema – BREEAM (angl. *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) sukurta 1990 m., Didžiojoje Britanijoje. Standartu vertinamas pastatų poveikis aplinkai [23]. BREEAM sertifikatas paplitęs pasaulyje, įvertinta apie 559 mln. pastatų. BREEAM identifikuoja aplinkos ir darnumo problemas, vertinamos poveikio aplinkai charakteristikos [24].

Projektuojant ir sertifikuojant pastatus pagal BREEAM metodiką, vertinamos kategorijos, kaip: energija, valdymas, sveikata, inovacijos, ekologija, tarša, atliekos, medžiagos, transportas, vandentvarka. Kiekviena BREEAM kategorija turi kriterijus, kuriuos įgyvendinus suteikiami kreditai. Surinktų kreditų skaičius turi įtakos pastato BREEAM įvertinimo lygiui. Galimi šie įvertinimai: neišlaikyta <30 proc.; išlaikyta ≥30 proc.; geras ≥45 proc.; labai geras ≥50 proc.; puikus ≥70 proc.; pranašus ≥85 proc.

Kiekvienam BREEAM standartui pasiekti keliami reikalavimai, kuriuos vertinamas pastatas turi atitikti. Priešingu atveju, pastatui BREEAM standartas nesuteikiamas [24].

LEED (angl. *The Leadership in Energy and Environment Design*) vertinimo metodas sukurtas 1998 m., Jungtinėse Amerikos Valstijose. Tvarių pastatų vertinimo sistema. LEED metodu identifikuojamas pastato ekologiškumo lygis į pastato tvarumą aplinkos ir sveikatos kontekstu. Šis vertinimo metodas taip pat kaip ir BREEAM gali būti taikomas bet kurioje pastato gyvavimo ciklo fazėje, kaip ir vidaus apdailos darbų sistemoje [25]. Taigi, žaliųjų pastatų plėtra populiari pasaulyje. Vidaus apdaila, kaip būtinas pastato projekto etapas, turi neišvengiamą poveikį aplinkai ir visuomenės sveikatai [26]. Lietuvoje 2015 m. Lietuvos žaliųjų pastatų taryba sukūrė ir

Lietuvos rinkai pritaikė pastatų tvarumo vertinimo standartą (LPTVS). Tačiau tokie darnių pastatų vertinimo metodai kaip BREEAM ir LEED yra toli pažengę ir išlieka lyderiai tvarių pastatų sertifikavime. Abi šios sertifikavimo sistemos pripažintos tarptautiniu lygmeniu. Tvarių pastatų sertifikavimo metodai yra priemonė efektyvinti kokybės užtikrinimą ne tik pastato ribose. Tvarumo kriterijams keliami griežti reikalavimai, kurių reikalinga laikytis pastato gyvavimo ciklo metu.

Apibendrinant, išanalizavus mokslinę literatūrą, galima teigti, kad kokybė – tai charakteristikų atitikties reikalavimams laipsnis. Reikalavimai nustatomi atsižvelgiant į vartotojų poreikius, lūkesčius bei norus. Teigiama, kad kokybė vartotojo pasitenkinimo lygis. Vidaus apdailos projektuose kokybė yra atitiktis reikalavimams (specifikacijoms) bei vartotojų poreikiams ar norams. Kokybės valdymas apima etapus, kaip esamos kokybės atlikimo įvertinimas, atlikimo palyginimas su tikslais, atlikimo ir planuotų rodiklių skirtumo mažinimas ar panaikinimas. Kokybės valdymui naudojamos sertifikavimo sistemos. Vidaus apdailos kokybės sistemą gali užtikrinti ISO serijos standartai, BREEM ir LEED sertifikavimo sistemos, pastatų tvarumo vertinimo standartas (LPTVS) bei kiti žaliųjų pastatų vertinimo standartai.

4. Išvados

1. Išanalizuota vidaus apdailos darbų definicija. Vidaus apdaila yra patalpų ar namo vidaus interjero darbai, kurie apima lubų, sienų, grindų, durų ir langų angokraščių galutinio įrengimo darbus.
2. Išanalizuota kokybės valdymo samprata statybos projektuose. Kokybė – tai charakteristikų atitikties reikalavimams laipsnis. Vidaus apdailos projektuose kokybė yra atitiktis reikalavimams (specifikacijoms) bei vartotojų poreikiams ar norams. Kokybės valdymas apima etapus, kaip esamos kokybės atlikimo įvertinimas, atlikimo palyginimas su tikslais, atlikimo ir planuotų rodiklių skirtumo mažinimas ar panaikinimas. Kokybės valdymui naudojamos sertifikavimo sistemos.
3. Apžvelgti kokybės standartai užtikrinantys vidaus apdailos kokybę statybos projektuose. Vidaus apdailos kokybės sistemą gali užtikrinti ISO serijos standartai, BREEM ir LEED sertifikavimo sistemos, pastatų tvarumo vertinimo standartas (LPTVS) bei kiti žaliųjų pastatų vertinimo standartai.

Literatūra

1. LIETUVOS LAISVOSIOS RINKOS INSTITUTAS. *Rizikos vertinimo ir valdymo statybose trūkumai. Faktai ir analizė* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-09]. Prieiga per: https://www.llri.lt/wp-ontent/uploads/2016/03/Risk-based-PB-final.pdf.
2. LIETUVOS PRAMONINKŲ KONFEDERACIJA. *Lietuvos statybų sektoriuje vis daugiau dėmesio skiriama inovacijoms* [interaktyvus]. 2020

[žiūrėta 2021-04-09]. Prieiga per: http://www.lpk.lt/lietuvos-statybu-sektoriuje-vis-daugiau-demesio-skiriama-inovacijoms/.
3. AYGUN, M. Conceptual performance and product models for buildings and their elements. *7 th International IBPSA Conference*. 2001, 13–15.
4. RUIZ-JARAMILLO, J. ir kt. Heritage risk index: A multi-criteria decisionmaking tool to prioritize municipal historic preservation projects, *Frontiers of Architectural Research* [interaktyvus]. 2020, 9(2), 403–418 [žiūrėta 2021-04-09]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.10.00.
5. LI, Y. ir kt. Flexible indoor scene synthesis based on multi-object particle swarm intelligence optimization and user intentions with 3D gesture. *Computers & Graphics* [interaktyvus]. 2020, 93, 1–12 [žiūrėta 2021-04-09]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.cag.2020.08.002.
6. SAMADI, S. ir kt. A computational approach for achieving optimum daylight inside buildings through automated kinetic shading systems. *Frontiers of Architectural Research* [interaktyvus]. 2020, 9(2), 335–349 [žiūrėta 2021-04-09]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.10.004.
7. HU, M. Building impact assessment – A combined life cycle assessment and multi-criteria decision analysis framework. *Resources, Conservation and Recycling* [interaktyvus]. 2019, 150 [žiūrėta 2021-04-09]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104410.
8. ROCHIKASVILI, M., BONGAERTS, J. C. Multi-criteria decision-making for sustainable wall paints and coatings using analytic hierarchy process. *Energy Procedia* [interaktyvus]. 2016, 96, 923–933 [žiūrėta 2021-04-09]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.167.
9. *Lietuvių kalbos žodynas* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-09]. Prieiga per: http://lkiis.lki.lt/dabartinis.
10. *Oksfordo žodynas* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-09]. Prieiga per: https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/interior-decoration?q=interior+decoration.
11. KIBERT, C. J. ir kt. *Advanced Topics in Manufactured Construction*. University of Florida, United States, 2016.
12. SULLY, A. *Interior Design: Conceptual Basis*. Springer International Publishing Switzerland, 2015. ISBN 978-3-319-16473-1.
13. CHING, F. D. K., BINGGELI, C. *Interior Design Illustrated*. John Wiley & Sons, 2018. ISBN 9781119468530.
14. BARVIDAS, A. Statybos valdymo būdo parinkimas siekiant užtikrinti darbų efektyvumą ir kokybę. *PhD Thesis*. Vilnius: Technika, 2010. ISBN 978-9955-28-633-2.
15. LST EN ISO 9001:2015 *Kokybės vadybos sistemos. Reikalavimai* (ISO 9001:2015) *Quality Management Systems – Requirements* (ISO 9001:2015). EN ISO 9001:2015.

16. GASPARAVIČIŪTĖ, Ž. *Kokybės užtikrinimo Lietuvos ir užsienio tvariuose ir tradiciniuose komerciniuose pastatuose analizė*. Vilniaus Gedimino technikos universitetas, 2019.
17. KENYON, G. N., SEN, K. C. *The Perception of Quality*. Springer-Verlag London, 2019. ISBN 978-1-4471-6627-6.
18. DASTBAZ, M., GORSE, C., MONCASTER, A. *Building Information Modelling, Building Performance, Design and Smart Construction*. Springer International Publishing. 2017. ISBN 978-3-319-50346-2
19. DAHLER-LARSEN, P. *Quality. From Plato to Performance,* Palgrave Macmillan, 2019. ISBN 978-3-030-10392-7.
20. KAČINSKAITĖ, E. Naujos statybos daugiabučių namų gyventojų pasitenkinimo tyrimas. *14-osios Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“: 2011 metų teminės konferencijos straipsnių rinkinys.* Vilnius: Technika, 2011. ISSN 2029-7149.
21. ADOMAITIENĖ, R. *Visuotinė kokybės vadyba: mokomoji medžiaga*. Vilnius, 2015.
22. DEL CASTILLO, A., SARDI, N. ISO standards and the quality concept applied to anesthesia services. *Colombian Journal of Anesthesiology* [interaktyvus]. 2012, 40, 14–16 [žiūrėta 2021-04-09]. Prieiga per: doi:10.1016/S2256-2087(12)40005-0.
23. ALCHIMOVIENĖ, J. Daugiabučių namų miestų gyvenamuosiuose rajonuose darnaus atnaujinimo vertinimas. *PhD Thesis*. Vilnius: Technika, 2012. ISBN 978-609-457-324-8.
24. BRE GROUP. *What is BREEAM?* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-04-09]. Prieiga per: https://www.breeam.com/.
25. USTINOVIČIUS, L. ir kt. *Statinių eksploatavimas ir atnaujinimas*. Vilnius: Technika, 2012. ISBN 978-609-457-350-7.
26. WU, Z. ir kt. Developing a green building evaluation standard for interior decoration: A case study of China. *Building and Environment* [interaktyvus]. 2019, 152, 50–58 [žiūrėta 2021-04-09]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.02.010.

DUJOTIEKIO VAMZDYNŲ SKIRTINGŲ SUJUNGIMO TECHNOLOGIJŲ APŽVALGA

Bernatavičius A.[1], Kaupienė J.[1]

[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: vamzdynai, suvirinimas, litavimas, plastikas, technologija.

1. Įvadas

Vamzdynas – viena iš sudedamųjų dujotiekio sistemos dalių, kuris privalo užtikrinti gamtinių dujų transportavimo kokybę, saugumą ir patikimumą. Sandarus vamzdynas gali būti, tik tada kai visa grupė darbų atliekami atsakingai ir laikantis numatytų įstatymų, taisyklių ir įrengimo standartų, kuriuose numatyta visa darbų grandinė.

Visa vamzdynų sistema sudaryta iš atskirų segmentų. Tinkamas procesų valdymas leidžia suplanuoti visą darbų eiliškumą, kuris privalo užtikrinti nenutrūkstamą darbą ir galutinio rezultato pasiekimą užsibrėžtu laiku. Kiekvienas netinkamas proceso įgyvendinimas ar vėlavimas, turi įtakos galutiniam rezultatui.

Pagal AB „Energijos skirstymo operatoriaus“ pateiktus duomenis, Lietuvos teritorijoje eksploatuojama per 9 tūkstančius kilometrų skirstomųjų dujotiekių [1]. Lietuvos skirstomųjų dujotiekių infrastruktūrą sudaro plastikiniai ir plieniniai vamzdynai, kurie pagal savo įrengimą ir sujungimo būdus kardinaliai skiriasi. Atsižvelgiant į teritoriją ir sistemos paskirtį tinkamai parinkti įrengimo sprendimai leidžia sumažinti įrengimo kainą, laiką ir eksploatacines išlaidas viso dujotiekio gyvavimo metu.

Tikslas – apžvelgti skirtingas dujotiekio vamzdynų sujungimo technologijas ir kokybės įvertinimą.

2. Skirtingų tipų vamzdynų sujungimo būdai ir statybos technologijos

Buityje naudojamos gamtinės dujos yra natūralus kuras, kuris sudarytas iš skirtingų dujų mišinių, kuriose daugiausiai randama metano (CH_4). Gamtinės dujos esant tinkamoms sąlygoms yra degios ir netgi sprogios. Jungtinėse Valstijose dėl įvykių susijusių su gamtinių dujų vamzdynais, kasmet vidutiniškai žūsta 17 žmonių ir žala siekia 133 mln. USD [2].

Plastikinės medžiagos pasižymi: atsparumu korozijai, lengvesne konstrukcija (plastiko tankis svyruoja nuo 900 iki 1 800 kg/m^3 [3]), nesudėtingu jungiamųjų detalių montavimu, patogumu transportuojant.

Kas kartą plastikinių medžiagų panaudojimas turi būti įvertintas dėl šios medžiagos jautrumo agresyviam gruntui. Tyrimai parodė, kad tokių gruntų aplinkoje padidėja išorinio plastiko vamzdžių paviršiaus šiurkštumas ir sumažėja kristališkumas. Dėl šios degradacijos kristaliniame lygyje sumažėja atsparumas lūžiams ir vėliau vamzdžio tarnavimo laikas [4].

Plastikiniai vamzdynai dažniausiai sujungiami:

- movinėmis jungtimis;
- sulituojami specialia įranga.

Statybos technologijos procese plastikinių vamzdynų montavime didžiąją dalį laiko užima pasiruošimo darbai. Darbų vietos įrengimas (technologinių įrenginių atkasimas, technologinės įrangos išdėstymas, medžiagų paruošimas).

Movinė jungtis yra greitas ir patikimas sujungimas, bet tuo pačiu ir turintis didesnę tikimybę sujungimo metu padaryti klaidą, nes visą procesą kontroliuoja ir atlieka žmogus (žr. 1 pav.).

1 pav. Movinė jungtis [5]

Vamzdynų litavimas technologinis procesas, kurio metu naudojama speciali litavimo įranga (žr. 2 pav.). Šio sujungimo metu didžiąją dalį darbo atlieka pusiau automatizuota įranga, kuri sumažina klaidų tikimybę. Apmokyti specialistai kontroliuodami įrangą atlieka nustatymus ir proceso kontrolę.

2 pav. Litavimo įrenginys [6]

Plieniniai vamzdynai pasižymi savo tvirtumu ir gali puikiai tarnauti agresyvesniame grunte. Kaip vienas iš neigiamų savybių yra tokio tipo vamzdynų pastovus eksploatavimas. Metalas yra linkęs rudyti, todėl tokiems objektams reikalinga nuolatinė katodinė apsauga. Plieniniai vamzdynai sujungiami virinimo proceso metu. Vamzdynų suvirinimo technologijų yra pakankamai daug, bet dažniausiai naudojami:

- rankinis lankinis būdas glaistytais elektrodais (angl. *Manual Metal Arc Welding*, MMA);
- lankinis būdas lydžiuoju elektrodu inertinėse dujose (angl. *Metal Inert Gas Welding*, MIG);
- lankinis būdas nelydžiuoju volframo elektrodu inertinėse dujose (angl. *Tungsten Inter Gas Welding*, TIG).

Suvirinimas skirtingai nuo vamzdyno diametro užtrunka ilgiau nei plastikinių vamzdynų sujungimas.

MMA suvirinimo privalumai (žr. 3 pav.): nesudėtingas suvirinimo procesas, nesudėtinga įranga ir medžiagos, sudėtingų gaminių suvirinimas, kur sunku prieiti, suvirinimas lauko sąlygomis be specialių apsauginių priemonių.

3 pav. MMA suvirinimo aparatas [7]

MIG suvirinimo privalumai (žr. 4 pav.): suvirinimo galimybės nuo 0,5 mm storio metalą, didelis suvirinimo našumas, bešlakė technologija, mažas dūmingumas suvirinimo proceso metu, kas įtakoja gerą virinamos detalės matomumą, geras prieinamumas prie virinamų detalių.

TIG suvirinimo privalumai (žr. 5 pav.): nėra dūmų ir šlako, platus virintinų medžiagų spektras, aukšta suvirinimo kokybė, švari siūlė, nėra purslų, plonų detalių suvirinimas, minimali srovė 3 A, galimybė virinti be pridėtinio metalo, siauras ir koncentruotas lankas su kontroliuojamu įvirinimu, platus panaudojimas, galimybės automatizuoti procesą, dviejų srovių rėžimas, impulsinis suvirinimas.

4 pav. MIG suvirinimo įrangos sudedamosios dalys [8]: 1) suvirinimo laukas; 2) vielinis elektrodas; 3) vielinio elektrodo ritė; 4) padavimo pavara; 5) dujų padavimo vamzdelis; 6) padavimo vamzdis; 7) pistoletas; 8) suvirinimo aparatas; 9) kontaktinis vamzdelis; 10) apsauginių dujų laukas; 11) dujų antgalis, 12) virinimo terpė; 13) dujų balionas; 14) dujų baliono reguliatorius MIG

5 pav. TIG suvirinimo aparatas [9]

TIG suvirino būdo automatizavimas suteikia dideles galimybes visą suvirinimo procesą paspartinti.

3. Jungčių tyrimai

Atlikus visus jungiamuosius darbus, privalomas visų jungčių patikrinimas. Tik patikrinus jungtis ir neradus jokių pažeidimų, įforminamas jungties tinkamumas ir leidžiamas jos naudojimas sistemoje. Kiekviena jungtis turi savo tikrinimo metodus. Patikra pagal jungties tipą atliekama:

Movinių jungčių patikros metu stebima kad: sujungti vamzdynai su movine jungtimi privalo būti tinkamai išcentruoti, movos viršutinėj dalyje esantys indikatoriai su išlindusia PE mase įrodo apie tinkamą lydimo procesą ir jo užbaigimą, už movos kraštų privalo matytis apdirbti ir paruošti jungimui vamzdyno galai, pagal žymes patikrinama ar jungiamosios detalės įstatytos iki ribotuvų, kraštuose turi nesimatyti PE masės ar vamzdyno lydymosi žymių ir

kaitinimo elementų, mova negali tūrėti jokių matomų įtrukimų ar kitokių pažeidimų.

Litavimo jungčių patikros metu stebima kad: jungties briaunos simetriškos ir lygios, negali būti jokių nešvarumų ir įdubimų ar įlenkimų, briaunos įduba negali, būti žemesnė nei vamzdynų viršutinė dalis, centravimas negali viršyti 10 proc. sienelės storio, briaunos plotis privalo atitikti nurodytus matmenis su ±1 mm paklaida.

Plieninių vamzdynų patikros būdai skirstomi į neardomosios kontrolės ir ardomosios kontrolės metodais. Neardomosios kontrolės metodams priskiriama: regimoji kontrolė, siūlės tankio tikrinimas žibalu, bandymas amoniaku, bandymas suslėgtu oru, hidraulinis bandymas, bandymas vandeniu, bandymas vakuumu, bandymas helio nutekėjimo ieškikliais, radiacinė defektoskopija, rentgeno defektoskopija, gama defektoskopija, ultragarsinė defektoskopija [10].

Ardomosios kontrolės metodas: mechaninis metodas [9].

Vienas iš patikimiausių būdų kuris leidžia patikrinti visos sistemos sandarumą ir stiprumą yra hidraulinis bandymas. Hidraulinio bandymo atliekamas laikantis skirstomųjų dujotiekio įrengimo taisyklių [2]. Hidraulinio metu visas bandomas vamzdynas užpildomas oru arba inertinėmis dujomis. Visas bandymas skirstomas į dvi dalis: stiprumo bandymą ir sandarumo bandymą.

Stiprumo bandymo slėgis (angl. *Strenght Test Pressure*, STP) turi būti didesnis už didžiausiąjį atsitiktinį dujų slėgį (angl. *Maximum Incidental Pressure*, MIP), o sandarumo bandymo slėgis (angl. *Tightness Test Pressure*, TTP) – ne mažesnis nei didžiausiasis darbinis dujų slėgis (angl. *Maximum Operating Pressure*, MOP) [11].

Bandymas laikomas pavykęs, jeigu visuose bandymo etapuose nematomas slėgio kritimas. Bendras viso vamzdyno bandymas atliekamas 24 val. Bandymo metu rezultatai fiksuojami skaitmeniniais slėgio indikatoriais (žr. 6 pav.).

6 pav. TIG suvirinimo aparatas [12]

Slėgio indikatorius fiksuoja užduotu metu esamus rezultatus ir bandymo pabaigoje išduoda grafinį brėžinį ir skaitmenines reikšmes. Išnagrinėjant gautus rezultatus priimamas sprendimas dėl vamzdyno tinkamumo naudoti.

4. Išvados

1. Vamzdynai pagal savo tipą atitinkamai turi ir savo sujungimo būdą. Plastikiniai vamzdynai lituojami ir sujungiami movomis. Movinio tipo sujungimas atliekamas pilnai rankiniu būdu, o litavimas pusiau automatiniu. Pusiau automatinis darbų atlikimas sumažina klaidos tikimybę ir aukštesnę kokybę. Plieninių vamzdynų suvirinimui dažniausiai naudojamos MMA, MIG ir TIG technologijos. Suvirinimas taip pat galimas ir pusiau automatiniu būdu.
2. Sujungimo kokybei nustatyti pasitelkiama tam tikra technologija. Kokybės įvertinimui yra skiriamas labai didelis dėmesys. Tik teigiamai įvertinus ir pasirašius priėmimo aktus yra leidžiamas vamzdynų užpildymas dujomis ir įvedimas į bendrą sistemą.

Literatūra

1. ESO. *Įmonės veikla* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-08]. Prieiga per: https://www.eso.lt/lt/apie-mus/imones-veikla.html.
2. JACKSON, R. B., DOWN, A., PHILLIPS, N. G., ACKLEY, R. C., COOK, C. W., PLATA, D. L., ZHAO, K. Natural Gas Pipeline Leaks Across Washington, DC. *Environmental Science & Technology*. 2014, 48, 2051–2058.
3. GURSKIS, V. *Statybinės medžiagos. Mokomoji knyga*. Kaunas: Ardiva, 2008.
4. GHABECHE, W., ALIMI, L., CHAOUI, K. Degradation of plastic pipe surfaces in contact with an aggresive acidic environment. *International Conference on Technologies and Materials for Renewable Energy, Environment and Sustainability*. 2015, 74, 351–364.
5. FRIALEN. *Naudotojo instrukcija* [interaktyvus]. 2010 [žiūrėta 2020-11-01]. Prieiga per: https://www.humes.co.nz/assets/Product-Guide/b7c8e08e52/Humes-Friatec-Frialen-Safety-fittings-assembly-instructions.pdf.
6. DIRECT INDUSTRY. *Butt Welding Machine PT Series* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-06]. Priega per: https://www.directindustry.com/prod/herz-gmbh/product-63928-1378211.html.
7. SERPANTINAS. *Elektrodų laikiklis* [interaktyvus]. 1992–2020 [žiūrėta 2020-12-15]. Prieiga per:

https://www.serpantinas.com/lt/produktu_katalogas/suvirinimo_reikmenys/elektrodu_laikikliai/binzel_kurt_haufe_de/.
8. WEMAN, K. *Welding Processes Handbook.* Woodhead Publishing, 2012.
9. SERPANTINAS. *MMA suvirinimo įranga* [interaktyvus]. 1992–2020 [žiūrėta 2021-01-15]. Prieiga per: https://www.serpantinas.com/lt/produktu_katalogas/suvirinimo_ir_pjovimo_iranga/mma_suvirinimo_iranga/miller_maxstar_200_str/.
10. NARUŠEVIČIUS, J., PETROVIČEVAS, V. *Suvirinimas. Vadovėlis aukštosioms mokykloms.* Vilnius: Senoja, 2010.
11. *Lietuvos Respublikos energetikos ministro įsakymas „Dėl skirstomųjų dujotiekių įrengimo taisyklių patvirtinimo“*, 2016 m. gegužės 17 d. Nr. 1-162 [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-01-16]. Prieiga per: https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/4301fd20212111e6acbed8d454428fb7/asr.
12. WIKA. *Hand-held Pressure Indicator* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-06]. Prieiga per: https://www.wika.com/en-en/cph6200_cpt6200.WIKA.

GESINIMO SISTEMOS VAMZDŽIŲ IR JUNGČIŲ ĮRENGIMO EFEKTYVUMO DAUGIAKRITERIS VERTINIMAS

Budrys E.[1], Vaičiulis D.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: vamzdžiai, sąvaržinės jungtys, srieginės jungtys, virinamos jungtys, TOPSIS.

1. Įvadas

Sparčiai daugėjant gesinimo sistemose naudojamų montavimo medžiagų įvairovei užsienio šalyse ir Lietuvoje kyla vis daugiau klausimų, iš kokių medžiagų būtų galima sumontuoti efektyviausią ir kokybiškiausią gesinimo sistemą, kuri atitiktų visus reikalingus standartus.

Turint pastato planą galima numatyti galimus gaisro taškus [1] ir taip tinkamai suprojektuoti gesinimo sistemos jungtis, posūkius ir perėjimus.

Vamzdžių jungtys yra svarbi gesinimo sistemos dalis, skirta vamzdžių sujungimui, posūkiui, perėjimui iš vieno vamzdžio skersmens į kitą. Todėl būtina žinoti apie jungties tipo ypatumus, didžiausią galimą slėgį, darbinę temperatūrą, tempimo ir gniuždymo savybes, kad projektuojant būtų galima numatyti pavojingus taškus.

Tikslas – atlikti gesinimo sistemos su sąvaržinėmis, srieginėmis ir virintomis jungtimis įrengimo efektyvumo daugiakriterį vertinimą taikant TOPSIS metodą.

2. Gesinimo sistemos vamzdžių ir jungčių tipai

Gesinimo sistemos vamzdžiai ir jungtys naudojami norint tiekti vandenį, gesinti gaisro židinį, saugoti nuo ugnies plitimo. Sistemos gali būti užpildomos vandeniu arba oru, kuriuose temperatūra didesnė nei +5 °C. Jei patalpos oro temperatūra mažesnė nei +5 °C užpildoma oru. Pagal LST EN ISO 13943:2002 [2] standartą slėgis vamzdyne turi neviršyti 1 MPa ir turi atitikti EN 10217-1 standartą. Gesinimo sistemos vamzdžius būtina padengti priešgaisriniais dažais.

Visos jungtys skirtos gesinimo sistemai turi turėti CE ženklinimą arba Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamento Gaisrinių tyrimo centro sertifikatą.

Srieginės jungtys, kurios paprastai gaminamos iš ketaus, turi būti lengvai sukamos, prijungiamos arba nuimamos. Visos jungtys, išskyrus cinkuotas, turi būti padengtos priešgaisriniais dažais atsižvelgiant į koroziškumo klasę pagal LST EN ISO 12944 standartą.

Sąvaržinės jungtys [3] gali būti cinkuotos arba remiantis standarto ASTM A-536 klasėmis 65-45-12, jau gamykloje nudažytos priešgaisriniais dažais. Plieniniai vamzdžiai ir jungtys gaminami nuo 25 mm iki 200 mm skersmens.

Gesinimo sistemose naudojamos plieninės suvirintos jungtys [4], kurių skersmuo gali būti nuo 15 mm iki 200 mm (DIN2615). Plieninėms jungtims suvirinti reikalinga speciali įranga, suvirinimo aparatas ir apsauginės priemonės.

3. Gesinimo sistemos vamzdžių ir jungčių prekybos paskirties pastate įrengimo efektyvumo nustatymas taikant TOPSIS metodą

Gesinimo sistemos vamzdžiai ir jungtys bus vertinami pagal 3-is rodiklius: medžiagų kainą, žmonių darbo laiko sąnaudas, žmonių darbo valandos kainą. Šiame darbe nagrinėjami sekantys gesinimo sistemos vamzdžių ir jungčių deriniai: rifliuoti dažyti plieniniai vamzdžiai su savaržinėmis jungtimis, dažyti plieniniai vamzdžiai su srieginėmis jungtimis ir dažyti plieniniai vamzdžiai su virinamoms jungtimis. Skaičiuojama bus vamzdžių ir jungčių kiekiai pagal projektą. Kaip atrodo vamzdžių ir jungčių išdėstymas pavaizduota 1 paveiksle.

1 pav. Prekybos paskirties pastato gesinimo sistemos vamzdžių ir jungčių schema

Pagal gesinimo sistemos schemą, pateiktą 1 paveiksle, su programa *MagiCAD* suskaičiuoti vamzdžių ilgiai, movų, alkūnių, trišakių kiekiai pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė

Gesinimo sistemos vamzdžių ir jungčių žiniaraštis

Eil. Nr.	**Pavadinimas**	**Mato vnt.**	**Kiekis**
1.	Gesinimo vamzdis, Dn50	m	200
2.	Alkūnė-90, Dn50	vnt.	21
3.	Trišakis-90, Dn50	vnt.	11
4.	Mova, Dn50	vnt.	33

Nebus vertinama vamzdžių laikikliai, strypai, tvirtinimas prie stogo ir jų montavimas, nes tai neturi įtakos tarp skirtingu gesinimo sistemų.

Gesinimo sistemos vamzdžių ir jungčių medžiagų kaina, darbo valandos bei įrengimo kaina apskaičiuojami programa *Sistela* (žr. 2 lentelę).

Yoon ir Hwang [5] sukūrė variantų prioritetiškumo nustatymo metodiką (angl. *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*, TOPSIS).

Norint pritaikyti prioritetiškumo nustatymo metodą, būtina sudaryti sprendimų priėmimo matricą *P*, kurioje eilutės žymi nagrinėjamas alternatyvas [6]:

$$P = [x_{ij}] = \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_m \end{matrix} \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} \cdots & x_{2n} \\ \dots & \dots \cdots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}; \quad `(1)$$

čia a_i – lyginamieji variantai; x_{ij} – *i*-tojo varianto *j*-toji vertinimo rodiklio reikšmė; *m* – lyginamų variantų kiekis ($i = \overline{1, m}$); *n* – vertinimo rodiklių kiekis ($j = \overline{1, n}$).

Sprendimu matrica *P* normalizuojama atliekant vektorinę normalizaciją:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}}. \quad (2)$$

Gaunama normalizuota matrica:

$$\bar{P} = [\bar{x}_{ij}] = \begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_m \end{matrix} \begin{bmatrix} \bar{x}_{11} & \bar{x}_{12} \cdots & \bar{x}_{1n} \\ \bar{x}_{21} & \bar{x}_{22} \cdots & \bar{x}_{2n} \\ \dots & \dots \cdots & \dots \\ \bar{x}_{m1} & \bar{x}_{m2} \cdots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Nustatomos rodiklių integruoto reikšmingumo reikšmės q_j^*. Tam dažniausiai atliekamos ekspertų apklausos.

Svertinė normalizuota matrica $\bar{P}^*$:

$$\overline{P^*} = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_1^*\overline{x}_{11} & q_2^*\overline{x}_{12} & \dots & q_n^*\overline{x}_{1n} \\ q_1^*\overline{x}_{21} & q_2^*\overline{x}_{22} & \dots & q_n^*\overline{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ q_1^*\overline{x}_{m1} & q_2^*\overline{x}_{m2} & \dots & q_n^*\overline{x}_{mn} \end{bmatrix}. \quad (4)$$

Geriausių vertinimo rodiklių rinkinys:

$$a^+ = \{[(\max_i \bar{x}_{ij} \,|j \in J), (\min_i \bar{x}_{ij} \,|j \in J')]/i = 1, m\} = \{a_1^+, a_2^+, \dots, a_n^+\}; \quad (5)$$

čia J – rodiklių, kurių didesnės reikšmės yra geresnės, indeksų aibė; J' – rodiklių, kurių mažesnės reikšmės yra geresnės, indeksų aibė.

Blogiausių vertinimo rodiklių rinkinys:

$$a^- = \{[(\min_i \bar{x}_{ij} \,|j \in J), (\max_i \bar{x}_{ij} \,|j \in J')]/i = 1, m\} = \{a_1^-, a_2^-, \dots, a_n^-\}. \quad (6)$$

„Atstumas“ tarp i-osios alternatyvos ir geriausių rodiklių rinkinio:

$$L_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n \left(\bar{x}_{ij} - a_j^+\right)^2}; \quad (7)$$

o tarp i-osios alternatyvos ir blogiausių vertinimo rodiklių rinkinio:

$$L_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n \left(\bar{x}_{ij} - a_j^-\right)^2}. \quad (8)$$

Santykinis „atstumas“ iki blogiausių rodiklių rinkinio:

$$K_i = \frac{L_i^-}{L_i^+ + L_i^-}. \quad (9)$$

Kuo K_i reikšmė artimesnė vienetui, tuo i-asis variantas „artimesnis“ geriausių rodiklių rinkiniui a^+, t. y. geriausias variantas bus tas, kurio K_i vertė yra didžiausia [7].

Sprendimų priėmimo matrica pateikta 2 lentelėje, o normalizuota sprendimų priėmimo matrica – 3 lentelėje.

Svertinė normalizuota matrica, sudaryta pagal (4), pateikta 4 lentelėje. Geriausios ir blogiausios alternatyvos nustatomos pagal (5) ir (6) formules, rezultatai pateikti 5 lentelėje.

Pagal formules (7), (8) buvo apskaičiuoti atstumai tarp lyginamųjų bei nustatytų geriausių ir blogiausių vertinimo rodiklių rinkinių pateikti 6 lentelėje.

Alternatyvos tarp santykio ir idealaus atstumo nustatoma pagal (9) formulę, rezultatai pateikti 7 lentelėje.

TOPSIS metodu nustatytų gesinimo sistemos vamzdžių su jungtimis įrengimo santykinių efektyvumų grafikas pavaizduotas 2 paveiksle.

2 lentelė

Sprendimų priėmimo matrica

Varianto Nr.	Gesinimo sistemos vamzdžių ir jungčių tipai	Vertinimo rodikliai		
		Medžiagų kaina, € (minimizuojamas)	**Žmonių darbo laiko sąnaudos vamzdžiams su jungtims sumontuoti, val. (minimizuojamas)**	**Žmonių darbo valandos kaina vamzdžiams su jungtimis sumontuoti, €/val. (minimizuojamas)**
Rodiklių reikšmingumas q		0,33	0,33	0,33
1.	Rifliuoti dažyti plieniniai vamzdžiai su sąvaržinėms jungtimis	1 954,75	3,6	12,5
2.	Dažyti plieniniai vamzdžiai su srieginias jungtimis	1 527,22	8,7	12,5
3.	Dažyti plieniniai vamzdžiai su virinamoms jungtimis	1 415,67	16,5	22,4

3 lentelė

Normalizuota matrica $[P]$

Gesinimo sistemos vamzdžių ir jungčių tipai	Vertinimo rodikliai		
	Medžiagų kaina, €	**Žmonių darbo laiko sąnaudos vamzdžiams su jungtims sumontuoti, val.**	**Žmonių darbo valandos kaina vamzdžiams su jungtimis sumontuoti, €/val.**
Rifliuoti dažyti plieniniai vamzdžiai su sąvaržinėms jungtimis	0,684	0,189	0,438
Dažyti plieniniai vamzdžiai su srieginias jungtimis	0,535	0,458	0,438
Dažyti plieniniai vamzdžiai su virinamoms jungtimis	0,496	0,869	0,785

4 lentelė

Svertinė normalizuota matrica $[\bar{P}^*]$

Gesinimo sistemos vamzdžių ir jungčių tipai	Vertinimo rodikliai		
	Medžiagų kaina, €	**Žmonių darbo laiko sąnaudos vamzdžiams su jungtims sumontuoti, val.**	**Žmonių darbo valandos kaina vamzdžiams su jungtimis sumontuoti, €/val.**
Rifliuoti dažyti plieniniai vamzdžiai su sąvaržinėms jungtimis	0,228	0,063	0,146
Dažyti plieniniai vamzdžiai su srieginias jungtimis	0,178	0,153	0,146
Dažyti plieniniai vamzdžiai su virinamoms jungtimis	0,165	0,289	0,261

5 lentelė

Geriausių ir blogiausių vertinimo rodiklių rinkiniai

Geriausias variantas	**Vertinimo rodikliai**		
	Medžiagų kaina, €	**Žmonių darbo laiko sąnaudos vamzdžiams su jungtims sumontuoti, val.**	**Žmonių darbo valandos kaina vamzdžiams su jungtimis sumontuoti, €/val.**
a^+	0,165	0,063	0,146
a^-	0,228	0,289	0,261

6 lentelė

„Atstumai“ tarp lyginamų alternatyvų ir geriausių bei blogiausių vertinimo rodiklių rinkinių

„Atstumai“ iki geriausių vertinimo rodiklių rinkinio		**„Atstumai“ iki blogiausių vertinimo rodiklių rinkinio**	
L_1^+	0,06285	L_1^-	0,25393
L_2^+	0,09034	L_2^-	0,18581
L_3^+	0,25393	L_3^-	0,06285

7 lentelė

Gesinimo sistemos vamzdžių ir jungčių santykiniai efektyvumo rodikliai

Gesinimo sistemos vamzdžių ir jungčių tipai	**Rodiklių verčių suma**
Rifliuoti dažyti plieniniai vamzdžiai su sąvaržinėms jungtimis (K_1)	0,80159
Dažyti plieniniai vamzdžiai su srieginias jungtimis (K_2)	0,67287
Dažyti plieniniai vamzdžiai su virinamoms jungtimis (K_3)	0,19841

2 pav. TOPSIS metodu nustatyti gesinimo sistemos vamzdžių su jungtimis įrengimo santykiniai efektyvumai

Atlikus tyrimą pagal TOPSIS metodą nustatyta, kad racionaliausias gesinimo sistemos montavimui yra rifliuoti dažyti plieniniai vamzdžiai su sąvaržinėms jungtimis, kurių santykinis efektyvumas yra 0,802 (iš 1,0 galimo; žr. 2 pav.).

4. Išvados

1. Šiame darbe buvo atliktas gesinimo sistemos vamzdžių ir jungčių įrengimo daugiakriteris vertinimas TOPSIS metodu. Pagal medžiagų kainą, žmonių darbo laiko sąnaudas ir žmonių darbo valandos kainą buvo vertinami: dažyti plieniniai vamzdžiai su sąvaržinėmis jungtimis, dažyti plieniniai vamzdžiai su srieginėmis jungtimis ir dažyti plieniniai vamzdžiai su virintomis jungtimis. Nustatyta, kad racionaliausia nagrinėtoje gesinimo sistemoje naudoti rifliuotus dažytus plieninius vamzdžius (DIN 2458) su sąvaržinėmis jungtimis (ASTM A536). Jų efektyvumas – 80,2 proc. Vamzdžių su srieginėmis ir virintomis jungtimis įrengimo efektyvumai atitinkamai yra 67,3 proc. ir 19,8 proc.

Literatūra

1. Priešgaisrinės apsaugos ir gelbėjimo departamento prie Vidaus reikalų ministerijos direktoriaus 2007 m. vasario 22 d. įsakymu Nr. 1-66. „*Stacionariųjų gaisrų gesinimo sistemų projektavimo ir įrengimo taisyklės*“.
2. LST EN 12259-1+A1:2002/A3:2006 „*Gaisrinė sauga. Pagrindiniai reikalavimai*“.
3. SUNG-WAN, K., BUB-GYU, J., SEONG-WOO, A., SUNG-WOO, W. Seismic behavior of riser pipes with pressure and groove joints using an in-plane cyclic loading test. *Journal of Building Engineering* [interaktyvus]. Korea, 2021 [žiūrėta 2021-04-01]. Prieiga per: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710220335440#fig4.
4. VAN WITTENBERGHE, J., DE BEATS, P., DE WAELE, W. ir kt. Evaluation of fatigue crack propagation in a threaded pipe connection using an optical dynamic 3D displacement analysis technique. *Engineering Failure Analysis* [interaktyvus]. Belgium, 2021 [žiūrėta 2021-04-01]. Prieiga per: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350630710002451.
5. HWANG, C. L, YOON, K. *Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Varlag, 1981.
6. USTINOVIČIUS, L., ZAVADSKAS, E. K. *Statybos investicijų efektyvumo sistemotechninis įvertinimas*. Vilnius: Technika, 2004, 63–70.
7. SIMANAVIČIŪTĖ, R. Kiekybinių daugiatikslių sprendimo metodų jautrumo analizė. *Daktaro disertacija*. Vilnius: Technika, 2011.

FASADO APDAILINIO TINKO DAUGIAKRITERIS VERTINIMAS, TAIKANT RODIKLIŲ OBJEKTYVŲ REIKŠMINGUMĄ

Butkūnas L.[1], Morkūnas J.[1], Kelpšienė L.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: tinkas, atmosferos veiksniai, senėjimas, SAW.

1. Įvadas

Fasado medžiagoms vis dar plačiai naudojami išoriniai tinkai. Jie apsaugo išorines sienas nuo žalingų atmosferos veiksnių įtakos ir pagerina architektūrinę išvaizdą. Estetinė funkcija yra susijusi su matomais fasado paviršiaus defektais, tokiais kaip: įtrūkimai, įbrėžimai, purvas ir kt. [1]. Dauguma šių ilgaamžiškumo problemų kyla dėl atmosferos veiksnių, skirtingų tinko ir kontaktinio paviršiaus fizinių savybių, bei blogo apdirbimo.

Tikslas – atlikti gyvenamųjų pastatų tinkuotų fasadų tinko sluoksnio daugiakriterį vertinimą SAW metodu.

2. Atmosferos veiksniai veikiantys tinką

Dažniausiai tinkai yra veikiami sudėtingų atmosferos veiksnių, tokių kaip: temperatūros pokyčiai (ypač žema temperatūra (apie 0° C)), drėgmė, saulės spinduliuotė, lietus, vėjas ir atmosferos dujos (žr. 1 ir 2 pav.).

1 pav. Išorinio tinko atmosferos veiksnių schema [9]: 1 – mūras; 2 – kontaktinis paviršius; 3 – tinko sluoksnis

2 pav. Tinko porų struktūros įtaka atmosferos dujų ir drėgmės prasiskverbimui [9]

Šie pokyčiai sukelia fizinius ir cheminius pokyčius, dėl kurių blogėja tinko sluoksnis [2, 3, 4].

Temperatūros ir drėgmės gradientai gali sukelti deformacijas, sukeliančias įtampą. Dėl susitraukimo ir išsiplėtimo sumažėja tinko sukibimas su kontaktiniu paviršiu [1]. Šarminio rišiklio išplovimas sumažina stiprumą ir tūrinį tankį, praranda masę, padidina bendrą poringumą ir keičia porų struktūrą.

Šiuos neigiamus padarinius gali sustiprinti ledo pakilimas užšalimo metu ir druskų kristalizacija. Visi šie reiškiniai formuoja senėjimo procesą ir turi įtakos fasadinių tinkų ilgaamžiškumui jų tarnavimo metu.

Oro veiksnių sudėtingumas ir aukščiau nurodyti reiškiniai apsunkina ilgaamžiškumo įvertinimą. Siekiant supaprastinti problemą, akcentuojamos savybės, kurios yra būtinos ilgaamžiškumui užtikrinti. Aptariamos savybės apima tokius veiksnius kaip poringumas ir porų struktūra, kurią patvirtino Neville [8] ir kiti tyrėjai [7, 9], kurie mano, kad medžiagos struktūros sandarumas yra nepaprastai svarbus prasiskverbimo prasme. kurį sukelia vanduo ir dujos. Šie parametrai iš esmės įtakoja stiprumą [5], tankį, sorptyvumą [10], kapiliarų įsiurbimą, absorbciją [6], pralaidumą [7] ir atsparumą šalčiui [4, 10], kurie naudojami statybinių medžiagų ilgaamžiškumo prognozavimo metoduose [9, 10].

3. SAW vertinimo metodas

Paprastasis adityvus svorių metodas (angl. *Simple Additive Weighting*, SAW) yra vienas iš paprastesnių ir plačiausiai taikomų metodų [14].

Įvesties duomenys – sprendimų matrica ir rodiklių reikšmingumo reikšmės.

SAW metodo žingsniai [14]:

- sprendimų matrica normalizuojama;
- normalizuotosios matricos to paties varianto kiekvienas narys dauginamas iš jo reikšmingumo ir sudedamas su kitais alternatyvos (eilutės) nariais.

Pradiniai duomenys, sprendžiant šiuo metodu, yra sprendimo matrica P ir efektyvumo rodiklių reikšmingumo reikšmės, tarkim integruoto reikšmingumo (q_1^*, q_2^*, ..., q_n^*), tenkinančios sąlygą:

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

čia n – rodiklių skaičius; j – rodiklis; q_j – integruotasis reikšmingumas.

Visi sprendimo matricos P nariai, kuriuos reikia maksimizuoti, normalizuojami pagal formulę:

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

čia $\bar{x}_{ij}$ – normalizuotos matricos nariai; x_{ij} – sprendimų priėmimo matricos nariai; x_j^{max} – maksimali rodiklio reikšmė.

O tie, kuriuos reikia minimizuoti – pagal formulę:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_j^{min}}{x_{ij}}; \quad (3)$$

čia x_j^{min} – minimali rodiklio reikšmė.

Nustatant varianto racionalumą, atitinkami normalizuotosios matricos nariai dauginami iš efektyvumo rodiklių reikšmingumo reikšmių ir gautos sandaugos susumuojamos. Racionalaus varianto sandaugų suma bus maksimali:

$$A = \left\{A_i \middle| max_i \sum_{j=1}^{n} q_j^* \bar{x}_{ij}\right\}. \quad (4)$$

4. Daugiakriteris tinko sluoksnio vertinimas

Pirmiausia susirašome visus tinko galimus variantus, po to jiems iškeliamus kriterijus. Kriterijus parenkame vertinti balais: 3 – aukštas, 2 – vidutinis, 1 – žemas. Kadangi pagal kriterijus turi būti kuo aukštesnės savybės tinkui, todėl parenkame rodiklio geriausią reikšmę (max. 3) (žr. 1 lentelę).

1 lentelė

Sprendimų priėmimo matrica

Tinko alternatyvos (variantai)	**Rodikliai (vertinamas balais)**						
	Elastingumas ir plaštiškumas	Vandens atstūmimas	Vandens garų difuzija	Mikrobiologinis atsparumas	Atsparumas įtrūkimams	Atnaujinimas / remontas	Atsparumas ugniai
Mineralinis	1	2	3	2	1	3	3
Silikatinis	2	2	3	2	2	1	2

Tinko alternatyvos (variantai)	Rodikliai (vertinamas balais)						
	Elastingumas ir plaštiškumas	Vandens atstūmimas	Vandens garų difuzija	Mikrobiologinis atsparumas	Atsparumas įtrūkimams	Atnaujinimas / remontas	Atsparumas ugniai
Silikonų dervų	3	3	3	3	3	1	2
Silikono / silikatotinkas	2	3	3	3	3	1	2
Polimerinis	3	3	2	3	3	1	1
Max. rodiklis	max.	max.	max.	max.	max.	max.	max.
Rodiklio geriausia reikšmė	3	3	3	3	3	3	3

Po to parenkame rodiklių reikšmingumą. Sudėjus visus rodiklių reikšmingumus, turi gautis suma lygi 1 (žr. 2 lentelę).

2 lentelė

Normalizuota matrica

Tinko alternatyvos (variantai)	Rodikliai (vertinamas balais)						
	Elastingumas ir plaštiškumas	Vandens atstūmimas	Vandens garų difuzija	Mikrobiologinis atsparumas	Atsparumas įtrūkimams	Atnaujinimas / remontas	Atsparumas ugniai
Mineralinis	0,33	0,67	1,00	0,67	0,33	1,00	1,00
Silikatinis	0,67	0,67	1,00	0,67	0,67	0,33	0,67
Silikonų dervų	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	0,67
Silikono / silikatotinkas	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	0,67
Polimerinis	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	0,33	0,33
Max. rodiklis	max.	max.	max.	max.	max.	max.	max.
Rodiklių reikšmingumai, q_j	0,10	0,20	0,20	0,10	0,20	0,10	0,10

Galiausiai gautus rodyklių rezultatus sudedame ir gautą didžiausią reikšmė ir yra racionaliausias variantas (žr. 3 lentelę).

3 lentelė

Reikšmių matrica

Tinko alternatyvos (variantai)	**Rodikliai (vertinamas balais)**							Rodiklių verčių suma	**Prioritetų eilutė**
	Elastingumas ir plaštiškumas	Vandens atstūmimas	Vandens garų difuzija	Mikrobiologinis atsparumas	Atsparumas įtrūkimams	Atnaujinimas / remontas	Atsparumas ugniai		
Mineralinis	0,03	0,13	0,20	0,07	0,07	0,10	0,10	0,70	**4**
Silikatinis	0,07	0,13	0,20	0,07	0,13	0,03	0,07	0,70	**4**
Silikonų dervų	0,10	0,20	0,20	0,10	0,20	0,03	0,07	0,90	**1**
Silikono / silikatotinkas	0,07	0,20	0,20	0,10	0,20	0,30	0,07	0,87	**2**
Polimerinis	0,10	0,20	0,13	0,10	0,20	0,03	0,03	0,80	**3**
Max. rodiklis	max.	max.	max.	max.	max.	max.	max.		

5. Išvados

1. Įvairūs atmosferos veiksniai (temperatūros pokyčiai, drėgmė, saulės spinduliuotė, lietus, vėjas ir atmosferos dujos) formuoja senėjimo procesą ir turi įtakos fasadinių tinkų ilgaamžiškumui jų tarnavimo metu.
2. Išanalizuota SAW metodo metodika.
3. Atlikus tinko sluoksnio daugiakriterį vertinimą pagal SAW metodą, vertingiausias – tinkas silikono dervų, jisai surinko didžiausią vertingumo balą 0,90. Mažiausiai vertingas tinkas tyrimo metu pasirodė – mineralinis ir silikatinis, jie abu surinko vienodą vertinimo balą 0,70. Geriausias tinkas nuo blogiausio tinko skiariasi panasiai 22 proc.

Literatūra

1. HOW SON, L., YUEN, G. *Building Maintenance Technology*. London: Macmillan Press Ltd., 1993.
2. MATSUFUJI, Y., KOYAMA, T., HARADA, S. Service life predictive method of building materials. *Seventh International Conference on Durability of Building materials and Components*. Sweden, 1996, 1, 45–53.
3. MEYER, A. The importance of the surface layer for the durability of concrete structures. Katherine, Bryant Mather, editors. *International Conference on Concrete Durability*. Atlanta, USA, 1987, 48–61.
4. PIGEON, M. ir kt. Surface microstructure and scaling resistance of concrete. *Cement and Concrete Research*. 1996, 26(10), 1555–1565.

5. RÖßLER, M., ODLER, I. Investigations on the relationship between porosity, structure and strength of hydrated Portland cement pastes. Part I and II. *Cement and Concrete Research*. 1985, 15, 320–401.
6. MARTYS, N., FERRARIS, C. Capillary transport in mortars and concrete. *Cement and Concrete Research*. 1997, 27(5), 747–760.
7. BAGEL, L. V. ZIVICA, V. Relationship between pore structure and permeability of hardened cement mortars, on the choice of effective pore structure parameter. *Cement and Concrete Research*. 1997, 27(8).
8. NEVILLE, A. *Properties of Concrete*. 4th ed. Arkady, Polish: Kraków, 2000.
9. FAGERLUND, G. Moisture mechanics as a tool for service life prediction. SJÖSTROM, C., *Seventh International Conference on Durability of Building Materials and Components*. Sweden, 1996, 1, 21–31.
10. FAGERLUND, G. Assessment of the service life of materials exposed to frost. *Seventh International Conference on Durability of Building Materials and Components*. Sweden, 1996, 1, 34–44.
11. BS ISO 15686-2/2001. *Buildings and Constructed Assets – Service Life Planning. Part* 2. *Service Life Prediction Procedures*.
12. MARTINEZ-RAMIREZ, S. ir kt. Studies on degradation of lime mortars in atmospheric simulation chambers. *Cement and Concrete Research*. 1997, 27(5), 777–784.
13. BOCHEN, J. ir kt. Alterungstests von Aussenputzen zur Prognose der Dauerhaftigkeit. *Fifth International Colloquium 'Materials Science and Restoration 99*. Esslingen, Germany, 1999.
14. SIMANAVIČIENĖ, R. *Kiekybinių daugiatikslių sprendimo priėmimo metodų jautrumo analizė*. Vilnius: Vilniaus Gedimino technologijos universitetas, 2011. ISBN 978-609-457-055-1.

POLINIŲ PAMATŲ ĮRENGIMO EFEKTYVUMO DAUGIAKRITERIS VERTINIMAS

Chainauskas S.[1], Kaupienė J.[1], Vaičiulis D.[1]

[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: poliniai pamatai, SAW.

1. Įvadas

Šiai dienai Lietuvoje populiariausias sprendimas pamatams įrengti yra gilūs, poliniai pamatai (žr. 1 pav.). Naujai pritaikomos technologijos įrengimui, suteikia galimybe sumažinti medžiagų per dideles sąnaudas, taip pat sutaupyti ir darbo jėgos. Tokio tipo giluminius pamatus ypatingai svarbu naudoti, kuomet viršutinėje geologinio pjūvio dalyje randasi silpni ir vidutinio stiprumo gruntai. Poliniai pamatai ypatingai populiarūs įrenginėjant stiprius, laikančius pamatus, kurių apatinėje dalyje įrengiami poliniai pamatai. Norint užtikrinti polinių pamatų įrengimo efektyviausią parinkimą tam tikromis geologinėmis sąlygomis, yra taikomi specialūs inžineriniai polinių pamatų įrengimo technologiniai sprendiniai, kurių gausa, kiekvienu atveju, leidžiama rinktis efektyviausią variantą.

Polinių pamatų įrengimo technologiją, skaičiavimą, projektavimą reglamentuoją europinis standartas LST EN 1997-1:2005 „Eurokodas“ 7. „Geotechninis projektavimas. 1 dalis“ [2], LST EN 12699 „Specialieji geotechnikos darbai. Spraustiniai poliai“ [3], LST EN 1536 „Specialieji geotechnikos darbai. Gręžtiniai poliai“ [4].

1 pav. Poliniai pamatai [1]

Tikslas – atlikti gelžbetoninių, plieninių ir plastikinių polinių pamatų įrengimo efektyvumo daugiakriterį vertinimą taikant SAW metodą.

2. Polinių pamatų įrengimo vertinimo kriterijai

Statiniai silpnuose gruntuose statomi ant polinių pamatų. Pamatų polių paskirtis – perduoti statinių atskirų sunkių technologinių įrenginių apkrovas giliau esantiems tvirtiems gruntams. Kadangi naujų konstrukcijų poliai gali būti didelės laikomosios galios, juos įrengti kartais yra pigiau ir greičiau, palyginti su kitų konstrukcijų pamatais (dėl žemės darbų ir pamatų masės mažėjimo). Jie dažnai įrengiami ir gana geruose gruntuose [5].

Darbe [6] yra tiriamas vieno aukšto, gyvenamojo namo statybose, skirtinguose gruntuose, polinių pamatų įrengimas. Tyrime buvo vertinamas skirtingas polinių pamatų skersmuo (0,3–0,6 m) skirtinguose gruntuose (pūrus gruntas, vidutinio tankio gruntas, tankus gruntas) atsižvelgiant į mechanizmų laiko sąnaudas (val.), poliams reikalingos armatūros kiekį (kg), įrengimo kainą (€), polinių pamatų įrengimo darbų trukmę (val.), reikiamo betono kiekį (m^3), polinio pamato gylį (m). Daugiakriteris vertinimas [6] parodė, kad efektyviausias variantas yra 0,3 m. skersmens polinio pamato įrengimas puriame grunte, o prasčiausias variantas 0,6 m skersmens polinio pamato įrengimas tankiame grunte.

Šiame straipsnyje, atsižvelgus į [6] darbo duomenis, vertinamas gelžbetoninių (C16/20 S400), plieninių (HEB300 S235JR) ir plastikinių (SRP) polinių pamatų įrengimas, kai vertinimo rodikliai yra: mechanizmų darbo laiko sąnaudos, mechanizmų darbo valandos kaina, polinio pamato įrengimo kaina.

3. Daugiakriteris vertinimas

Pasaulyje šiuo laikotarpiu egzistuoja daug gerai žinomų daugiatikslių vertinimo metodų. Vienas iš labiausiai aprašomų ir naudojamų moksliniuose tyrimuose yra SAW (angl. *Simple Additive Weighting*) –paprastasis svorinių rodiklių sudėjimo metodas [7].

Šiame darbe bus vertinami poliniai pamatai skirti 98 m^2 gyvenamojo namo statyboms (polių kiekis – 30 vnt., ilgis – 3 m, skersmuo – 0,3 m).

Vertinimui pasirinkti šie poliniai pamatai: gelžbetoniniai poliai; plieniniai poliai; plastikiniai poliai.

SAW metodo žingsniai [7]:

1. Sudaromos galimų sprendimų matricos reikšmės.
2. Normalizuojama galimų sprendimų matrica bei parenkamos vertinimo rodiklių reikšmingumo reikšmės.
3. Normalizuotosios matricos to paties varianto kiekvienas narys dauginamas iš jo reikšmingumo ir sudedamas su kitais alternatyvos (eilutės) nariais.

Gelžbetoninių, plieninių ir plastikinių polinių pamatų įrengimo kainos (€), mechanizmų valandos kainos (€/val.) bei mechanizmų darbo laiko (val.) sąnaudos apskaičiuotos programa *Sistela* (žr. 1 lentelę.).

Atsižvelgiant į daugiakriterio vertinimo kriterijus, apskaičiuojama polinių pamatų įrengimo normalizuota galimų sprendimų matrica bei santykiniai efektyvumo rodikliai, kurie pateikiami 2–3 lentelėse ir 2 paveiksle.

1 lentelė

Polinių pamatų įrengimo galimų sprendimų matrica

Polinio pamato tipas	**Kriterijų aprašai ir žymenys**		
	Mechanizmų darbo laiko sąnaudos, val.	Mechanizmų darbo valandos kaina, €/val.	Polinių pamatų įrengimo kaina, €
	(kuo mažesnės tuo geriau)	(kuo mažesnė tuo geriau)	(kuo mažesnė tuo geriau)
Gelžbetoniniai C16/20 S400	**20,07***	163,01	**3 271,65***
Plieniniai HEB300 S235JR	25,15	169,59	4 265,12
Plastikiniai SRP	30,42	**149,46***	4 546,47
* – geriausios rodiklių vertės			

2 lentelė

Normalizuota galimų sprendimų matrica

Polinio pamato tipas	**Rodiklių reikšmingumai *q***		
	0,333	0,333	0,333
	Normalizuoti rodikliai		
	Normalizuotos mechanizmų darbo laiko sąnaudos poliams įrengti	Normalizuota mechanizmų darbo valandos kaina poliams įrengti	Normalizuota polinių pamatų įrengimo kaina
Gelžbetoniniai C16/20 S400	1,000	0,917	1,000
Plieniniai HEB300 S235JR	0,798	0,881	0,767
Plastikiniai SRP	0,660	1,000	0,720

3 lentelė

Polinių pamatų įrengimo santykiniai efektyvumo rodikliai

Polinio pamato tipas	**Vertinimo kriterijai**			**Suminis efektyvumas**	**Prioritetų eilutė**
	Mechanizmų darbo laiko sąnaudų santykinis efektyvumas	Mechanizmų darbo valandos kainos santykinis efektyvumas	Polinių pamatų įrengimo kainos santykinis efektyvumas		
Gelžbetoniniai C16/20 S400	0,333	0,305	0,333	0,971	1
Plieniniai HEB300 S235JR	0,266	0,293	0,255	0,815	2
Plastikiniai SRP	0,220	0,333	0,240	0,792	3

2 pav. SAW metodu nustatyti polinių pamatų santykiniai efektyvumai

SAW metodu gauti polinių pamatų efektyvumai pateikti 2 paveiksle. Pagal vertinimo kriterijus, gyvenamojo namo (naudingas plotas 98 m^2) statyboms, efektyviausia naudoti gelžbetoninių polinių pamatų įrengimą, kurių efektyvumas ribose nuo 0 (blogiausias) iki 1 (geriausias) yra 0,971.

4. Išvados

1. Atlikus polinių pamatų (skirtų 98 m^2 naudingo ploto gyvenamojo namo statybai) įrengimo daugiakriterį vertinimą SAW metodu nustatyta, kad iš tyrinėtų polinių pamatų tipų (gelžbetoninių, plieninių ir plastikinių) racionaliausias variantas yra gelžbetoninių (C16/20 S400) polių įrengimas. Jų efektyvumas 97,1 procentai iš galimų 100 procentų.
2. Pagal įrengimo efektyvumą antri, iš nagrinėtų, gauti plieniniai (HEB300 S235JR) poliniai pamatai. Skirtumas tarp šio pamato įrengimo ir gelžbetoninio yra 15,6 procento.
3. Mažiausiai efektyvus, iš nagrinėtų, yra plastikinių (SRP) polinių pamatų įrengimas. Jų efektyvumas yra 2,3 procento mažesnis už plieninių (HEB300 S235JR) polinių pamatų įrengimą ir 17,9 procentų mažesni už gelžbetoninių (C16/20 S400) polinių pamatų įrengimą.

Literatūra

1. *Plungės rajono ir Rietavo krašto laikraštis „Plungė”* [interaktyvus]. 2021-01-15 [žiūrėta 2021-03-27]. Prieiga per: https://laikrastisplunge.lt/wp-content/uploads/2021/01/poliniu-pamatu-irengimas.jpg.
2. LST EN 1997-1:2005. *Eurokodas 7. Geotechninis projektavimas. 1 dalis. Pagrindinės taisyklės = Eurocode 7: Geotechnical Design – Part 1: General Rules: Lietuvos standartas*. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2005.

3. LST EN 12699:2015. *Specialiųjų geotechnikos darbų atlikimas. Spraustiniai poliai = Execution of Special Geotechnical Works – Displacement Piles: Lietuvos standartas*. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2015.
4. LST EN 1536:2010+A1:2015. *Specialiųjų geotechnikos darbų atlikimas. Gręžtiniai poliai = Execution of Special Geotechnical Work – Bored Piles: Lietuvos standartas*. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2015.
5. ZAVADSKAS, E. K. ir kt. *Statybos procesų technologija: vadovėlis*. Vilnius: Technika, 2008. ISBN 9786094574078.
6. TURSKIS, Z. ir kt. Multicriteria evaluation of building foundation alternatives. *Computer-Aided Civil & Infrastructure Engineering*. 2016, 31(9), 717–729 p.
7. SIMAVIČIENĖ, R. Kiekybinių daugiatikslių sprendimo priėmimo metodų jautrumo analizė. *Daktaro disertacija*. Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius: Technika, 2011.

SKIRTINGŲ IŠORĖS MŪRO SIENŲ BLOKELIŲ EFEKTYVUMO DAUGIAKRITERIS VERTINIMAS

Čepurna G.[1], Aviža D.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: mūro blokeliai, SAW metodas, daugiakriteris vertinimas.

1. Įvadas

2010 m. Europos Sąjungoje priimta direktyva 2010/31/ES nurodo palaipsniui šalims narėms didinti pastatų energetinį naudingumą [1]. Pagal įsipareigojimą Lietuvos Respublikoje nuo 2007 m. palaipsniui buvo didinami reikalavimai naujai statomų pastatų energetiniam naudingumui.

Pagal šiuo metu Lietuvos Respublikoje galiojantį statybos techninį reglamentą STR 2.01.02:2016 „Pastatų energetinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“ naujai projektuojamų pastatų energetinis naudingumas turi atitikti A++ klasę. Todėl, projektuojant lauko sienas (atitvaras) svarbu atsižvelgti ne vien į termoizoliacinių medžiagų savybes, bet stengtis parinkti ir laikančiąsias konstrukcijas, kurios butų efektyviausios.

Tikslas – taikant SAW daugiakriterį vertinimo metodą, ištirti, kurie išorės mūro sienų blokeliai yra efektyviausi A++ energetinio naudingumo klasės gyvenamojo pastato atitvaroms.

2. Tyrimų objektas

Šiame darbe bus analizuojama sienos atitvaros konstrukcija (žr. 1 pav.) su 3-jų tipų tipiniais vieno aukšto namui dažniausiai naudojamais mūro blokeliais, apšiltintais 300 mm storio polistireninio putplasčio plokštėmis EPS 70N, apdailai naudojant dekoratyvinį tinką.

Prieš atliekant tyrimą, pasirenkami rodikliai pagal kurios bus lyginamos mūro blokelių 1 m^2 atitvaros konstrukcijos: sienos mūro konstrukcijos kaina (€), sienos mūro konstrukcijos darbo sąnaudos (žm./val.), metiniai šiluminiai energijos nuostoliai per 1 m^2 sienos atitvaros konstrukciją (kWh).

1 pav. Sienos konstrukcija: 1 – vidaus apdaila; 2 – blokelių mūras (tiriamasis objektas); 3 – klijai; 4 – termozizoliacija (polistireninis putplastis – „Neoporas“ EPS 70N); 4 – plonasluoksnis armavimo tinkas, armuotas sintetiniu tinkleliu; 5 – dekoratyvinis tinkas

3. Tyrimo metodika

Tyrimas bus atliekamas adityvių svorių metodu (angl. *Simple Additive Weighting*, SAW). Šis tyrimo metodas pasirinktas, kaip vienas dažniausiai taikomų. Mac Crimmon apibendrino, metodo taisykles [2]. Pradiniai duomenys, sprendžiant SAW metodu, yra sprendimo priėmimo matrica ir efektyvumo rodiklių reikšmingumo reikšmės, tenkinančios sąlygą (1) [3]:

$$\sum_{j=1}^{n} q_j = 1; \tag{1}$$

čia q_j – j-ojo rodiklio reikšmingumo vertė; n – rodikliu skaičius; j – alternatyvų skaičius.

Visi sprendimo matricos nariai, kurios reikia maksiminizuoti, normuojami pagal (2) formulę:

$$\overline{x_{ij}} = \frac{x_{ij}}{x_j^{max}}; \tag{2}$$

čia x_{ij} – alternatyvos rodiklio reikšmė; x_{ij}^{max} – maksimalus rodiklio rinkinys.

Rodikliai, kurios reikia minimizuoti, apskaičiuojami pagal (3) formulę:

$$\overline{x_{ij}} = \frac{x_j^{min}}{x_{ij}}; \tag{3}$$

čia x_{ij}^{min} – minimalus rodiklio rinkinys.

Nustatant varianto racionalumą, atitinkami normalizuotos matricos nariai dauginami iš efektyvumo rodiklių reikšmingumo reikšmių ir gautos sandaugos sumuojamos.

Racionalaus varianto sandaugų suma bus maksimali (4) [2]:

$$A = \{A_i | max_i \sum_{j=1}^{n} q_j \overline{x_{ij}}\}; \quad (4)$$

čia $A_i|max_i$ – lyginamoji alternatyva.

4. Tyrimo rezultatai

Tyrime analizuojami šie blokelių tipai:

1. Akyto betono blokeliai „Bauroc Classic“, kurių matmenys: 600 / 200 / 200 mm (ilgis / plotis / aukštis). Šilumos laidumo koeficientas: $\lambda_{10dry(P=50\%)}$ = 0,1 W/mK, 1 m^2 = 0,2 m^3 [4]. Mūrijami plonasluoksniu klijų mišiniu. Šilumos laidumo koeficientas: $\lambda_{10dry(P=50\%)}$ = 0,1 W/mK [5], siūlės storis 1 mm.
2. Keraminiai blokeliai „Keraterm“ 17,5, kurių matmenys: 470 / 175 / 238 mm (ilgis / plotis / aukštis). Ekvivalentinis šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{10,dry}$ = 0,19 W/mK, 1 m^2 = 0,175 m^3 [6]. Mūrijami mūro mišiniu. Šilumos laidumo koeficientas: $\lambda_{10dry(P=50\%)}$ =1,12 W/mK [7], siūlės storis 4 mm.
3. Silikatiniai blokeliai „Arko“ 18, kurių matmenys: 340 / 180 / 198 mm (ilgis / plotis / aukštis). Ekvivalentinis šilumos laidumo koeficientas $\lambda_{10,dry}$ = 0,68 W/mK, 1 m^2 = 0,18 m^3 [8]. Mūrijami plonasluoksniu klijų mišiniu „MITTO“ C510. Šilumos laidumo koeficientas: $\lambda_{10dry(P=50\%)}$ = 0,1 W/mK [5], siūlės storis 2 mm.

Sienos atitvaros norminis šilumos perdavimo koeficientas (žr. 1 lentelę), apskaičiuojamas pagal (5–7) [9] formules:

$$U = \frac{1}{R_W} \leq 0{,}11\ W/(m^2/K). \quad (5)$$

1 lentelė

Sienos termiškai vienalyčių medžiagų, t. y. be mūro blokelių, šiluminės varžos

Sluoksnio žymuo	**Medžiagos ar šiluminės varžos pavadinimas**	**Šiluminė varža, m^2·K/W**
R_{si}	Sienos vidinio paviršio šiluminė varža R_{si} [6]	0,130
R_1	Vidaus apdaila – tinkas, sluoksnio storis 0,01 m, λ = 1 W/mK	0,010
R_2	Klijai, sluoksnio storis 0,01 m, λ = 0,704 W/mK	0,014
R_3	Polistireninis putplastis Neoporas EPS 70N, sluoksnio storis 0,30 m, λ = 0,034 W/mK (įvertinta pataisa dėl įdrėkio $\Delta\lambda_\omega$, 0,002 W/(m·K))	8,820
R_4	Plonasluoksnis armavimo tinkas, armuotas sintetiniu tinkleliu, sluoksnio storis 0,01 m, λ = 0,704 W/mK	0,014
R_5	Dekoratyvinis tinkas, sluoksnio storis 0,002 m, λ = 0,69 W/mK	0,003
R_{se}	Sienos išorinio paviršiaus šiluminė varža R_{se} [6]	0,040
$R_{be,m}$	Suminė sienos šiluminė varža (be R_m (mūro konstrukcijos))	9,031

$$R_w = R_{be,m} + R_m; \tag{6}$$

čia $R_{be,m}$ – tyrime analizuojamos atitvaros termiškai vienalyčių sluoksnių šiluminė suminė varža; R_m – termiškai nevenalyčio (tiriamojo) sluoksnio šiluminė varža.

Termiškai vienalyčio sluoksnio šiluminė varža apskaičiuojama pagal (7) formulę:

$$R = \frac{d}{\lambda_{ds}} \ (\mathrm{m}^2 \cdot \mathrm{K/W}); \tag{7}$$

čia d – sluoksnio storis, m; λ_{ds} – medžiagos sluoksnio projektinis šilumos laidumo koeficientas W/(m·K).

Visi sienų šilumos perdavimo koeficiento *U* skaičiavimai, panaudojant (1) lentelės duomenis, atlikti programa *Flixo Energy* 8.1, pagal ISO 10211:2007 [10] standarto reikalavimus (žr. 2 pav.).

2 pav. *U* vertės skaičiavimo rezultatai

Metiniai skaičiuojamieji šilumos nuostoliai per sienų atitvaras apskaičiuojami pagal reglamento STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“ 2 priedo IV skyriuje pateikiamą (8) formulę.

$$Q_{H.w,m} = \frac{0{,}001 \cdot t_m \cdot 24}{A_p} \cdot (\theta_{iH} - \theta_{e,m}) \cdot \sum_{x=1}^{n} (A_{w,x} \cdot U_{w,x} \cdot k_{w,m,x}) \ \mathrm{kWh/(m^2 \cdot mėn.)}. \tag{8}$$

Kadangi skaičiuojami mėnesiniai šilumos nuostoliai per vieną atitvarą, todėl reglamento (8) formulė yra pertvarkoma į (9) formulę:

$$Q_{H.w,m} = \frac{0{,}001 \cdot t_m \cdot 24}{1} \cdot (\theta_{iH} - \theta_{e,m}) \cdot (A_w \cdot U_w) \ \mathrm{kWh/mėn.}; \tag{9}$$

čia 0,001 – daugiklis reikalingas vatus perversti į kilovatus;

t_m – dienų skaičius atitinkamame metų mėnesyje (vnt.);

24 – valandų kiekis dienoje (val.);

A_w – sienos plotas, tyrime naudojamas 1 (m^2);

U_w – sienos skaičiuojamasis šilumos perdavimo koeficientas (W/(m^2·K));
θ_{iH} – pastato vidaus temperatūra šildymo sezono metu (°C);
$\theta_{e,m}$ – atitinkamo mėnesio *m* vidutinė išorės oro temperatūra (°C).

Šiluminių nuostolių skaičiavimo duomenys per analizuojamas sienų atitvaras pateikiami 2 lentelėje.

2 lentelė

Šiluminiai nuostoliai per atitvaras

Mėnuo	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	
t_m, vnt.	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
$\theta_{e,m}$, °C	-5,1	-4,4	-0,7	5,5	11,9	15,4	16,7	16,2	11,9	7,2	2	-2,4	
$\theta_{i,H}$, °C	20												
$\Delta\theta$, °C	25,1	24,4	20,7	14,5	8,1	4,6	3,3	3,8	8,1	12,8	18	22,4	
A_w, m^2	1												
Šilumos nuostoliai	**Mėnesiniai (Wh)**												Metų (kWh)
„Bauroc Classic“	1 692	1 486	1 395	946	546	300	222	256	528	863	1 174	1 510	**10,92**
„Keratter“ 17,5	1 886	1 656	1 555	1 054	609	335	248	286	589	962	1 309	1 683	**12,17**
„Arko“ 18	2 017	1 771	1 663	1 128	651	358	265	305	630	1 029	1 400	1 800	**13,02**

Normatyvinė mūro darbų kainą ir normatyvinės darbo sąnaudos 1 m^2 sienos, apskaičiuoti remiantis UAB „Sistela“ sudaromais normatyvais [11]. Normatyvų duomenis pateikiami 3 lentelėje.

3 lentelė

Šiluminiai nuostoliai per atitvaras

Darbo kodas	**Darbo ir išlaidų aprašymas**	**Mato vnt.**	**Kiekis**	**Kaina, EUR**		**Darbo sąnaudos žm./val.**
				Vnt. kaina	**Iš viso**	
N8P-0203	Akyto betono blokų sienų mūrijimas, kai sienų (blokų) storis 200 mm	m^3	0,2	114,1	22,82	0,76
N8P-0202-1	Keraminių blokų sienų mūrijimas, kai sienos storis 175 mm, blokai 470 × 175 × 238 mm	m^3	0,175	135,2	23,66	0,7
N8P-0201	Silikatinių blokų sienų mūrijimas, kai blokai 340 × 180 × 198 mm	m^3	0,18	153,44	27,62	0,81

Remiantis SAW metodika, sudaroma sprendinių priėmimo matrica (žr. 4 lentelę).

Matricos normalizavimui naudojama (3) formulė. Normalizuota matrica pateikta 5 lentelėje.

4 lentelė

Sprendimų priėmimo matrica

Mūro blokelių siena	**Rodikliai**		
	Mūro kaina, R_1, €/m^2	Darbo sąnaudos 1 m^2 R_2, žm/val.	Metiniai šiluminiai nuostoliai R_3, kWh
„Bauroc Classic“	22,82	0,76	10,92
„Keraterm“ 17,5	23,66	0,7	12,17
„Arko“ 18	27,62	0,81	13,02
Min. ar max. rodiklis	min.	min.	min.
Rodiklio geriausia reikšmė	22,82	0,7	10,92

5 lentelė

Normalizuota matrica

Mūro blokelių siena	**Rodikliai**		
	R_1	R_2	R_3
„Bauroc Classic“	1,00	0,921	1,000
„Keraterm“ 17,5	0,964	1,00	0,897
„Arko“ 18	0,826	0,864	0,839
Min. ar max. rodiklis	min.	min.	min.
Rodiklių reikšmingumas, q_1	0,333	0,333	0,333

Rodiklių reikšmių prioritetų nustatymui naudojama 4 formulė. Rodiklių reikšmių svertinės vertės pateikiamos stulpelinėje diagramoje (žr. 3 pav.).

3 pav. Rodiklių reikšmių svertinės vertės

Atlikus išorės sienos mūro blokelių efektyvumo tyrimą SAW metodu nustatyta, kad efektyviausi, iš trijų tirtų blokelių tipų, yra akyto betono blokeliai, „Bauroc Classic“ (žr. 4 pav.).

4 pav. Mūro blokelių rodiklių verčių suma

5. Išvados

1. Atlikus empirinį tyrimą SAW metodu, nustatyta, kad iš tirtų trijų tipų blokelių, efektyviausia A++ energetinio naudingumo klasės gyvenamojo pastato išorės mūro atitvaroms naudoti akyto betono blokelius – „Bauroc Classic“. Šie blokeliai surinko 0,973 efektyvumo balų iš 1 galimo.
2. Iš nagrinėjamų išorės sienų mūro blokelių, keraminiams blokeliams darbo sąnaudos yra 8 proc. mažesnės nei akyto betono blokelių ir 14 proc. mažesnės nei silikatinių blokelių mūrui. Akyto betono mūras yra 3,6 proc. pigesnis už keraminių blokelių ir 17,4 proc. už silikatinių blokelių mūrą.
3. Tyrimo metu nustatyta, kad per akyto betono blokelių konstrukcijos sieną gaunami 10 proc. mažesni šiluminiai nuostoliai nei per keraminių blokelių sieną ir 16 proc. mažesni nei per silikatinių mūro blokelių sieną.

Literatūra

1. *Europos parlamento ir tarybos direktyva* 2010/31/ES [interaktyvus]. [žiūrėta 2021-04-20]. Prieiga per: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LT/TXT/?uri=celex%3A32010L0031.
2. AKMETOVA, I. G., CHICHIROVA, N. D. Aplication of SAW method for multiple-criteria comparative analysis of the reliability heat supply organizations. *Thermal Engineering*. 2016, 63(14), 1016–1024.
3. SIMANAVIČIŪTĖ, R. Kiekybinių daugiastikslių sprendimo priėmimo metodų jautrumo analizė. *Daktaro disertacija*. Vilnius: Technika, 2011.

4. *Gaminio deklaracija* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-04-20]. Prieiga per: https://bauroc.lt/uploads/sites/8/2020/10/DoP-bauroc-CLASSIC-LT18.pdf.
5. *Gaminio aprašymas* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-04-20] Prieiga per: https://www.mitto.lt/cementiniai-misiniai/c510-klijai-silikatiniams-ir-akyto-betono-blokeliams/.
6. *Gaminio deklaracija* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-20]. Prieiga per: https://lode.lv/wp-content/uploads/EID_K2_30.004170N.pdf.
7. *Gaminio aprašymas* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-20] Prieiga per: https://www.mitto.lt/cementiniai-misiniai/c500-muro-misinys/.
8. *Gaminio deklaracija* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2021-04-20]. Prieiga per: http://arko.lt/wp-content/uploads/2019/06/M18-15.pdf.
9. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. *LST ISO 6946. Pastato komponentai ir elementai. Šiluminė varža ir šilumos perdavimo koeficientas. Skaičiavimo metodas* (ISO 6946:2007). *Building Components and Elements – Thermal Resistance and Thermal Transmittance – Calculation Method* (ISO 6946:2007). *Europos standartas* EN ISO 6946:2007 *turi Lietuvos standarto* LST EN ISO 6946:2008 *statusą.* Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2010.
10. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST ISO 10211. *Statybinių konstrukcijų šiluminiai tilteliai. Šilumos srautai ir paviršiaus temperatūros. Detalieji skaičiavimai* (ISO 10211:2007). *Thermal Bridges in Building Construction – Heat Flows and Surface Temperatures – Detailed Calculations* (ISO 10211:2007).
11. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. *Europos standartas* EN ISO 10211:2007 *turi Lietuvos standarto* LST EN ISO 10211:2008 *statusą.* Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2008.
12. UAB „SISTELA“. *Sąnaudų normatyvai, 1 dalis. Bendrieji statybos ir montavimo darbai*. Kainų lygis, 2020.

VISUOMENINIO PASTATO ROSTVERKO SU LIKTINIAIS KLOJINIAIS EFEKTYVUMO DAUGIAKRITERIS VERTINIMAS

Dagys V.[1], Aviža D.[1], Zacharovienė E.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: liktiniai klojiniai, daugiakriteris vertinimas, MOORA metodas, rostverkas.

1. Įvadas

Gruntas gali išlaikyti daug šilumos energijos, ypač jei drėgna, bet tai nėra geras šilumos izoliatorius. Grunto temperatūros pokytis priklausomai nuo gylio ir sezono per pamato rostverką praleidžia daugiausiai šilumos. Didžiausias šilumos pralaidumas vyksta veikiant žiemos orui ir mažame gylyje, kur žemė dažnai sušąla. Šiluma praeina iš grindų į pamatų sieną, grindų plokštuma nemažai įšyla, ypač išpopuliarėjus grindinio šildymo sistemoms. Faktiniai pamatų šilumos nuostoliai skiriasi pagal klimato zonas, grunto tipą ir drėgmės tūrį [1]. Pagal A++ energinio naudingumo klasės reikalavimus pastatų atitvarų norminė šilumos perdavimo koeficiento *U* vertė šildomų patalpų atitvaroms, kurios ribojasi su gruntu visuomeninės paskirties pastatams yra 0,14 W/(m^2×K) [2]. Šiandien statomi pastatai yra efektyvesni energijos vartojimo atžvilgių, nei pastatyti prieš keletą metų, visų pirma dėl reikšmingų statybos produktų ir technikos patobulinimų, taip pat dėl našių šildymo ir aušinimo sistemų. Pagrindo izoliacija visų pirma naudojama siekiant sumažinti šildymo išlaidas, o vėsinimo sąnaudų mažinimo nauda yra nedidelė arba jos nėra. Be šildymo išlaidų mažinimo, pamatų izoliacija padidina komfortą, sumažina kondensato susidarymo ir atitinkamo pelėsių augimo galimybes bei padidina žemesnės klasės patalpų tinkamumą gyventi [3].

Efektyvi pamatų termoizoliacija ganėtinai prisideda prie pastato energetinio naudingumo gerinimo, o vienas iš būdų tai atlikti liktiniai klojiniai. Liktinių klojinių sistema – tai termoizoliacinės plokštės sujungiamos tarpusavyje ir sudarančios „U“ formos liktinį klojinį. Į klojinio vidų montuojamas armatūros karkasas ir pripildomas betonu. Klojinys sutvirtinamas, kad betono tankinimo metu išlaikytų savo formą ir išlaikytų leistinus nuokrypius. Tokių klojinių privalumas iki minimumo sumažinta šalčio tiltelių tikimybė, sumažėję technologiniai procesai (nebereikia montuoti termoizoliacijos), paspartėjęs įrengimo terminas.

Tikslas – taikant MOORA metodą, atlikti visuomeninio pastato rostverko su liktiniais klojiniais daugiakriterį efektyvumo vertinimą.

Tyrimų metodai: mokslinės ir techninės literatūros analizė, empirinis tyrimas MOORA metodu.

2. Tyrimo metodika MOORA metodu

MOORA metodas pirmą kartą buvo pasiūlytas 2006 m. mokslininkų Brauers ir Zavadsko. MOORA metodas leidžia išvengti subjektyvumo, nes nereikia įvertinti rodiklių reikšmingumo koeficientų. Metodo uždavinių sprendimo algoritmo blokinėje schemoje (žr. 1 pav.) pateiktos sunumeruotos formulių naudojimo sekos [4].

1 pav. MOORA metodo sprendimo algoritmo schema [4]

MOORA metodą sudaro dvi dalys [4]:

- santykio skaičiavimo;
- atskaitos taško teorijos taikymo.

Metodo skaičiavimas prasideda iš rodiklių ir alternatyvų matricos sudarymo (1) formulė [5]:

$$x_{ij}; \tag{1}$$

čia x_{ij} – yra *j* alternatyvos atsakas į *i* tikslą.

MOORA metodas nustato santykio sistemą, kurioje kiekvienas atsakas į alternatyvą lyginamas su vardikliu, kuris yra tipiškas visoms alternatyvoms, susijusioms su tuo tikslu apskaičiuojamas pagal (2) formulę [6]:

$$N^{x_{ij}} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^{m} x_{ij}^2}}; \tag{2}$$

čia x_{ij} – yra *j* alternatyvos atsakas į *i* tikslą; i = 1, 2, ...; n – tikslas; j = 1, 2, ...; m – alternatyvos.

Vertinant rodiklius jie gali skirtis savo reikšmingumu, todėl kiekvienas normalizuotas rodiklis dauginamas iš atitinkamo nustatyto

reikšmingumo, lemiančio apsisprendimą alternatyvos atžvilgiu, apskaičiuojamas pagal (3) formulę [7]:

$$N^{x_{ij}} = w_i * x_{ij}; \quad (3)$$

čia w_i – rodiklio reikšmingumo vertė; x_{ij} – yra j alternatyvos atsakas į i tikslą.

Normalizuotos reikšmės priklauso intervalui [0; 1]. Rodiklių reikšmės yra sumuojamos, jei reikšmė yra maksimizuojama, arba atimamos, jei reikšmė minimizuojama. Santykio skaičiavimas (4) formulė [8]:

$$N^{Yj} = \sum_{i=1}^{i=g} N^{x_{ij}} - \sum_{i=g+1}^{i=n} N^{x_{ij}}; \quad (4)$$

čia i = 1, 2, ...; g – maksimizuojamų rodiklių skaičius; $i = g + 1, g + 2, ..., g + n$ – minimizuojamų rodiklių skaičius; N^{Yj} – normalizuotas alternatyvos j vertinimas atsižvelgiant į visus tikslus. Šioje formulėje tiesiškumas susijęs su matmenų matavimais intervale [0; 1]. N^{Yj} eilės reitingas rodo galutinę pirmenybę.

Geriausia alternatyva laikoma ta, kurios Y reikšmė yra didžiausia, o blogiausia, kurios Y reikšmė yra mažiausia. Pagal normalizuotų rodiklių reikšmes randamas atraminis tikslo taškas (idealiai geriausia alternatyva), kurio reikšmės yra nustatomos taip: $r_j = MAX_i x_{ij}$, jei rodiklio geriausia reikšmė yra maksimali ir $r_j = MIN_i x_{ij}$, jei rodiklio geriausia reikšmė yra minimali. Iš maksimalios reikšmės rodiklių sudaroma maksimumo alternatyva, kuri vėliau lyginama su kiekviena rodiklio alternatyva [9].

Toliau ieškomas atstumas iki optimalaus (atraminio) taško pagal (5) formulę. Alternatyvos yra tuo geresnės, kuo jos yra artimesnės idealiajam taškui. Galutinis alternatyvos rangas nustatomas remiantis metrika ir Min- Max metodu [10]:

$$\frac{min}{i}\left\{\frac{max}{j}\left|r_j - x_{ij}\right|\right\}; \quad (5)$$

čia x_{ij} – yra normalizuotas i-osios alternatyvos veikimas pagal j-ąjį kriterijų; r_j yra j-oji atskaitos taško koordinatė, t. y. labiausiai pageidaujami visų alternatyvų rodikliai, atsižvelgiant į j-tąjį kriterijų. Daugiatikslio MOORA metodo taikymas apima plačią problemų vertinimo ir sprendimo priėmimo skalę įvairiose ekonomikos, aplinkos, socialinėse, statybos ir fizikos srityse.

3. Daugiakriteris vertinimas

Tyrimas atliekamas vertinant visuomeninio pastato rostverko liktinius klojinius. Tyrimo modelis pateiktas 2 paveiksle. Pasirinktas klojinio izoliacijos storis (150 × 100 × 100 mm). Tyrime vertinamos dvi liktinių klojinių alternatyvos:

- ekstruzinio polistireninio putplasčio „Finnfoam“ liktiniai klojiniai (XPS 300);
- polistireninio putplasčio „Šillfoam premium“ liktiniai klojiniai (EPS 200).

2 pav. Tyrimo modelis – liktinių klojinių sistema (1–3 – liktinio klojinio plokštės; 4 – grindų termoizoliacija; 5 – armuotas betonas; 6 – sutankintas gruntas; 7 – gręžtinis polius; 8 – sienos termoizoliacija) [11]

Vertinamoms alternatyvoms parenkami apisprendimą lemiantis rodikliai (žr. 1 lentelę).

1 lentelė

Sprendimų matrica

Rodikliai	**Minimizuoti**						**Maksimi-zuoti**
Alternatyvos	Klojinio kaina, €/m	Deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas, W/mK	Betono kiekis, m^3/m	Ilgalaikis įmirkis visiškai panardinus vandenyje, %	Gaminio 1 m svoris, kg	Medžiagos tankis, kg/m^3	Stipris gniuždant, kPa
„Finnfoam“ XPS 300	27,5	0,035	0,1400	0,7	8,4	32,3	300
„Šillfoam premium“ EPS 200	25,3	0,034	0,1375	5,0	5,7	27,5	200

Tolimesniame etape kiekvienos alternatyvos sprendimo matricoje kriterijų vertės yra kvadratinės, tada kiekvienos vertės stulpelis yra

susumuojamas ir apskaičiuojamos kvadratinės šaknys taikant (2) formulę [12]. Gautos vertės parodytos normalizuotoje matricoje (žr. 2 lentelę).

2 lentelė

Normalizuota matrica

Rodikliai	**Minimizuoti**						**Maksimizuoti**
Alternatyvos	Klojinio kaina, €/m	Deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas, W/mK	Betono kiekis, m^3/m	Ilgalaikis įmirkis visiškai panardinus vandenyje, %	Gaminio 1 m svoris, kg	Medžiagos tankis, kg/m^3	Stipris gniuždant, kPa
„Finnfoam“ XPS 300	0,74	0,72	0,71	0,14	0,83	0,76	0,83
„Šillfoam premium“ EPS 200	0,68	0,70	0,70	0,99	0,56	0,65	0,55

Rodiklių reikšmingumo nustatymas atliekamas turint atitinkamą kompetenciją arba atliekant ekspertų apklausą. Kadangi ekspertų apklausa nebuvo atlikta, todėl visų rodiklių reikšmingumo vertės pasirinktos vienodos (proporcingos) ir lygios $w_i = 0{,}143$ (žr. 3 lentelę).

3 lentelė

Normalizuota matrica įvertinus rodiklių reikšmingumą

Rodikliai	**Minimizuoti**						**Maksimizuoti**
Alternatyvos	Klojinio kaina, €/m	Deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas, W/mK	Betono kiekis, m^3/m	Ilgalaikis įmirkis visiškai panardinus vandenyje, %	Gaminio 1 m svoris, kg	Medžiagos tankis, kg/m^3	Stipris gniuždant, kPa
„Finnfoam“ XPS 300	0,11	0,10	0,10	0,02	0,12	0,11	0,12
„Šillfoam premium“ EPS 200	0,10	0,10	0,10	0,14	0,08	0,09	0,08
Reikšmingumas	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143

Atliekamas galutinis skaičiavimas, vertinant minimizuotus ir maksimizuotus rodiklius. Rodiklių reikšmės yra sumuojamos, jei reikšmė yra maksimizuojama, arba atimamos, jei reikšmė minimizuojama [13]. Galutiniai alternatyvų vertinimo rezultatai pateikti 4 lentelėje.

Atlikus daugiakriterį vertinimą MOORA metodu, nustatyta, kad racionaliausia iš vertintų liktinių klojinių sistemų – „Šillfoam premium“ EPS 200 sistema, kuri surinko 0,531 balų iš 1 galimo. Efektyviausia sistema nuo mažiau efektyvios skiriasi 17,7 procento.

4 lentelė

Alternatyvų modulinės vertės lemiančios apsisprendimą

„Finnfoam“ XPS 300	0,437
„Šillfoam premium“ EPS 200	0,531

„Šillfoam premium“ EPS 200 sistema yra pigesnė, turi mažesnį šilumos laidumo koeficientą, vienas šių liktinių klojinių sistemos metras lengvesnis, mažesnis medžiagos tankis ir mažesnis klojinių užpildymui sunaudojimas betono kiekis. Tačiau „Finnfoam“ XPS 300 sistemos ilgalaikis įmirkis visiškai panardinus yra mažesnis, o stipris gniuždant – didesnis.

4. Išvados

1. Atliekant visuomeninio pastato rostverko liktinių klojinių daugiakriterį vertinimą, buvo pasirinktos dvi klojinių alternatyvos („Finnfoam“ XPS 300, „Šillfoam premium“ EPS 200) ir vertinti apsisprendimą lemiantis rodikliai (medžiagų kaina, deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas, betono kiekis, ilgalaikis įmirkis visiškai panardinus vandenyje, gaminio 1 metro svoris, stipris gniuždant, medžiagos tankis). Kadangi nebuvo atlikta ekspertų apklausa, rodiklių reikšmingumas priimtas vienodas ir lygus 0,143.
2. Nustatyta, kad racionaliausia iš vertintų liktinių klojinių sistemų – „Šillfoam premium“ EPS 200 sistema, kuri surinko 0,531 balų iš 1 galimo. Efektyviausia sistema nuo mažiau efektyvios skiriasi 17,7 procento. „Šillfoam premium“ EPS 200 sistema yra: 8,7 proc. pigesnė; turi mažesnį šilumos laidumo koeficientą – 0,034 W/mK; vienas šių liktinių klojinių sistemos metras yra 2,7 kilogramais lengvesnis; 17,5 proc. mažesnis medžiagos tankis ir apie 2 proc. mažesnis klojinių užpildymui sunaudojimas betono kiekis. Tačiau „Finnfoam“ XPS 300 sistemos ilgalaikis įmirkis visiškai panardinus yra 7 kartus mažesnis, o stipris gniuždant 1,5 karto didesnis, lyginant su „Šillfoam premium“ EPS 200 sistema.

Literatūra

1. *A Builder's Guide to Residential Foundation Insulation* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-04]. Prieiga per: https://www.engext.ksu.edu/files/engext/publications/envelope/buildergui de.pdf.
2. STR 2.01.02:2016 „*Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas*“ [interaktyvus]. 2016, D1-754 [žiūrėta 2021-04-04]. Prieiga per: https://eseimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/15767120a80711e68987e8320e9a5185/sEHkqghNMX#part_40fb85e7539c40078137af0bac6f2989.
3. *Homeowners Informational Guide. Foundation Insulation* [interaktyvus] [žiūrėta 2021-04-04]. Prieiga per: http://www.inspectioneeringpgh.com/foundation-insulation.htm.
4. KILDIENĖ, S. Tvarios statybos technologijų plėtros daugiapakopis vertinimas. *Daktaro disertacija*. Vilnius: VGTU leidykla Technika, 2014. ISBN 978-609-457-702-4.
7. KAREL, W., BRAUERS, W., ZAVADSKAS, E. K. The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. *Control and Cybernetics* [interaktyvus]. 2006, 35(2) [žiūrėta 2021-03-28]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/228345226.
8. HAMZAÇEBI, C., IMAMOĞLU, G., ALÇI, A. Selection of logistics center location with MOORA method for Black Sea region of Turkey. *Journal of Economics Bibliography* [interaktyvus]. 2016, 3(1) [žiūrėta 2021-03-28]. ISSN 2149-2387. Prieiga per: http://www.kspjournals.org/index.php/JEB/article/view/785/985.
9. PÉREZ, L., MOJICA, K. Y. S., PABON, L. C. O., DÍAZ, M. C. C. Application of the MOORA method for the evaluation of the industrial maintenance system. *Journal of Physics: Conf. Series* 1126 [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2021-03-30]. Prieiga per: doi:10.1088/1742-6596/1126/1/012018.
10. BHANDARI, S. B., NALMPANTIS, D. Application of various multiple criteria analysis methods for the evaluation of rural road projects. *The Open Transportation Journal*. 2018, 12, 57–76. ISSN 1874-4478.
11. AAN, M., HONDRO, R. K., SYAHRIZAL, M., SIAHAAN, A. P. U., RAHIM, R., GIENAM, S. Student admission assesment using multi-objective optimization on the basis of ratio analysis (MOORA). *4th International Seminar: Research for Science, Technology and Culture*. 2017. ISSN 2504-8457.
12. ADALI, E. A., ISIK, A. T. The multi-objective decision making methods based on MULTIMOORA and MOOSRA for the laptop selection problem. *Journal of Industrial Engineering* [interaktyvus]. 2017, 13, 229–237 [žiūrėta 2021-04-03]. Prieiga per: https://link.springer.com/article/10.1007/s40092-016-0175-5.

13. *U formos liktiniai klojiniai* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-02]. Prieiga per: https://finnfoam.lt/sprendimai/pamatu-siltinimas/u-formos-liktiniai-klojiniai/.
14. KECEK, G., DEMİRAĞ, F. A Comparative analysis of TOPSIS and MOORA in laptop selection. *Research on Humanities and Social Sciences* [interaktyvus]. 2016, 6(14), ISSN: 2225-0484 [žiūrėta 2021-04-03]. Prieiga per: https://core.ac.uk/download/pdf/234675217.pdf.
15. ANDANI, S. R., PONINGSIH, W., SAPUTRA, LUBIS, M. R. DAMANIK, I. S., ARIFIN NUR, K. N., SINAGA, R. F. Application of the MOORA method for decision making in receiver foundation scholarship in AMIK Tunas Bangsa. *Journal of Physics: Conf. Series* 1255 [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2021-04-04]. Prieiga per: doi:10.1088/1742-6596/1255/1/012079.

BIM PROGRAMINĖS ĮRANGOS SKIRTOS MOELIAVIMUI IR 3D GEOMETRIJOS VAIZDAVIMUI EFEKTYVUMO DAUGIAKRITERIS VERTINIMAS

Dovydėnas K.[1], Aviža D.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: BIM, BIM programinė įranga, MOORA metodas.

1. Įvadas

Statybose, kaip ir daugelyje sričių, šiuolaikinės technologijos skaitmenizuojasi, daugiau veiksmų atliekama kompiuterinėmis programomis. Versle norint išlikti konkurencingu, privalu efektyvinti darbo našumą, taigi vienas iš būdų yra investuoti į šiuolaikines BIM programines įrangas, kurios sukuria pridėtinę vertę vykdant BIM projektus.

Visi sėkmingi projektai prasideda gerai suplanavus. Nors virtualūs ir faktiniai BIM projektų rezultatai yra pakankamai skirtingi, tikslai išlieka tie patys. Štai kodėl svarbu apibrėžti, kaip įdiegti BIM kaip įrankį dar prieš pradedant tikrąjį projektą. BIM yra didžiulė technologija, kuri toliau plėtos ir tobulins statybų pramonę, todėl statybų specialistai turėtų skirti pakankamai dėmesio [1].

Tačiau skirtingos programinės įrangos siūlo skirtingus pranašumus. Todėl šiame straipsnyje bus atliktas BIM programinės įrangos atrankos daugiakriteris efektyvumo vertinimas.

Tikslas – taikant MOORA metodą, atlikti BIM programinės įrangos, skirtos modeliavimui ir 3D geometrijos vaizdavimui, daugiakriterį efektyvumo vertinimą.

Tyrimų metodai: mokslinės literatūros analizė, empirinis tyrimas MOORA metodu.

2. MOORA vertinimo metodika

Šiame straipsnyje yra atliktas BIM programinės įrangos daugiakriteris vertinimas MOORA metodu. Šio metodo algoritmas pateiktas 1 paveiksle.

1 pav. MOORA metodo algoritmas [2]

Šis vertinimo metodas turi gerą ir lankstų pasirinkimą, nustatant reikiamas alternatyvas [3].

Vertinimas MOORA metodu atliekamas sudarant sprendimų matricą iš n alternatyvų, aprašytu m rodikliais ir kaip tarpinis rezultatas gaunama sprendimų priėmimo matrica $\{x_{ij}\}$, $i = 1, ..., m$; $j = 1, \ldots, n$.

Matricos normalizavimas atliekamas, kai norima palyginti skirtingų dimensijų rodiklius. Skirtingų dimensijų rodikliai yra perskaičiuojami į rodiklius neturinčius dimensijų. Matrica normalizuojama pagal (1) formulę [2]:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}}; \qquad (1)$$

čia x_{ij} – normalizuotas matricos elementas, $i = 1, 2, \ldots, m$; $j = 1, 2, \ldots, n$.

Variantų racionalumo nustatymui reikalingos rodiklių vertės, t. y. ar rodiklis maksimizuojamas ar minimizuojamas [4].

Variantų racionalumo nustatymas vykdomas pagal (2) formulę – iš maksimizuojamų rodiklių sumos reikia atimti minimizuojamų rodiklių sumą [2]:

$$K_{MOORA} = \sum_{i=1}^{k} \bar{x}_{ij} - \sum_{i=k+1}^{i=m} \bar{x}_{ij}; \qquad (2)$$

čia $i = 1, \ldots, k$ – rodikliai, kurie turi būti maksimizuojami; $i = k + 1, ..., m$ – rodikliai, kurie turi būti minimizuojami. Atlikus skaičiavimus pagal pateiktą

algoritmą, nesunku nustatyti variantu prioritetiškumą – geriausias tas variantas, kurio K_{MOORA} reikšmė yra didžiausia [2].

MOORA metodas, kurį pirmą kartą pristatė 2004 m., yra tokia daugiaobjektyvi optimizavimo technika, kurią galima sėkmingai pritaikyti sprendžiant įvairaus tipo sudėtingas sprendimų priėmimo problemas gamybos aplinkoje [5].

3. BIM programinės įrangos dimensijos

3D BIM nurodo pradinį pastato informacinio modelio projekto modeliavimo procesą. Po šio etapo modelis ir duomenys pereina prie 4D, 5D ir 6D, kurie nurodo atitinkamai statybų planavimą, išlaidų apskaičiavimą ir gyvavimo ciklo valdymą [6].

Prieš planuojant BIM darbo eigą, būtina nustatyti: kokie BIM įrankiai būtų naudojami modeliavimui ir kokie duomenų formatai būtų naudojami sąveikai su modeliu [7].

4. Alternatyvios 3D BIM programinės įrangos

Pagrindinis BIM technologijos komponentas yra 3D parametrinis objektas. Parametriniai objektai turi parametrus ir taisykles, kurie nustato objekto geometriją, ypatybes ir savybes. Šie parametrai ir taisyklės leidžia objektams automatiškai atsinaujinti. Parametriniai objektai taip pat yra susieti, o kai objektas pakeistas plano, pjūvių, detalių ir 3D vaizduose yra automatiškai atnaujinami. Dėl to ataskaitas (pvz., medžiagų žiniaraščiai) ir specifikacijas galima automatizuoti modelio ribose [8].

Autorių [7] tyrimo metu nagrinėtos architektūrinės projektavimo ir modeliavimo programinės įrangos populiarumas. 2 paveiksle parodyta, kaip architektai, įmonės, vartotojai ir studentai naudoja skirtingą programinę įrangą.

2 pav. Architektūrinės projektavimo ir modeliavimo programinės įrangos naudojimas [9]

Lietuvoje tarp architektų populiariausios BIM modeliavimo programinės įrangos: *Revit*, *ArchiCAD* ir *SketchUp*.

4.1. Programinė įranga ArchiCAD

Pagrindinis *ArchiCAD* (žr. 3 pav.) pranašumas yra visų projekto dalių tarpusavio ryšys. Ši technologija leidžia dirbti ne su atskirais brėžiniais, o su bendru projektu. Kiekvienas pakeitimas bus rodomas kiekvienoje viso projekto dalyje ar rodinyje. *ArchiCAD* turi labai patogų įrankių meniu, kuris padidina našumą.

Pagrindinis trūkumas yra tai, kad *ArchiCAD* leidžia turėti tik vieną architektūrinį sprendimą (versiją) vienoje modelio byloje.

Paruošti tipinį gyvenamo namo modelį užtruko apie dvi valandas. Bet jei šiame modelyje yra visos konstrukcijos, pamatai, inžinerinės komunikacijos ir kt., projektavimo laikas ilgėja iki maždaug 5–7 valandų [9].

4.2. Programinė įranga Revit

Autodesk (*Revit* programinės įrangos kūrėjas) įsitvirtino kaip CAD ir BIM pramonės lyderė JAV. Programinė įranga *Revit* (žr. 3 pav.) buvo pritaikyta architektūros, konstrukcijų ir pastato inžinerinių sričių poreikiams. Siekdama padidinti funkcionalumą, *Revit* lengvai importuoja daug CAD failų formatų į *Revit* pastato modelį [10].

Naudojant minėtą BIM modeliavimo programą taip pat galima sukurti išorines ir vidines konstrukcijas. *Revit* pranašumas – sujungia kitus projektuotojus debesų kompiuterijos principu. Taip pat ši programa sukuria brėžinius ir specifikacijas. Turi nemažai automatizavimų.

Revit siūlo savo vizualizavimo įrankį. Standartinėje programoje paruošta vizualizacija nėra gera, bet tai yra daug geriau, palyginti su *ArchiCAD* vizualizavimo įrankiu.

Paruošti tipinį gyvenamo namo modelį trunka apie dvi valandas. Paruoštas modelis nėra eskizas, kaip tas pats darbas atliktas su *ArchiCAD* programine įranga. Bet tikro projekto atveju vartotojas turi sukurti daugiau detalių, paaiškinti kiekvieną komponentą. Architektai sako, kad statyboms paruošto modelio kūrimas trunka apie 5–7 valandas [9].

4.3. Programinė įranga SketchUp

SketchUp (žr. 3 pav.) yra programinė įranga, kuri taip pat plačiai naudojama interjero dizaino projektavimui. Kai vartotojas paprasčiausiai nupiešia norimo modelio kraštus, programinė įranga užpildo formas taip, kad sukurtų 3D geometriją. Kadangi tai yra 3D programinė įranga, ją galima naudoti kaip BIM programą kartu su papildomais papildiniais [11].

Pagrindiniai išsiskiriantys bruožai – žema programinės įrangos kaina ir turtingiausia biblioteka. *SketchUp* negali paruošti techninės dokumentacijos, tačiau ji gali eksportuoti į IFC arba *AutoCAD* formatus [9].

Visos trys apžvelgtos alternatyvios BIM projektavimo programines įrangos turi pranašumų ir trūkumų.

3 pav. Vidutiniai programinės įrangos indeksų balai, gauti apklausos būdu [9]

Grafiškai 3 paveikslėlyje pavaizduoti alternatyvių programinių įrangų pranašumai ir jų balai: *ArchiCAD* ir *Revit* balai yra išsidėstę tolygiau, lyginant su *SketchUp*.

5. BIM programinės įrangos praktinis tyrimas MOORA metodu

Vertinami trys BIM modeliavimui skirtos programinės įrangos paketai. Maksimizuojami rodikliai parinkti pagal jau atlikto tyrimo [7] duomenis. Minimizuojantis rodiklis nagrinėjamas tik vienas (žr. 1 lentelę).

1 lentelė

Programinių įrangų palyginimo rodikliai

Eil. Nr.	Rodiklis	Mato vnt.	Žymėjimas
Maksimizuojami rodikliai			
1.	Įrankiai ir funkcijos	balais	R_1
2.	Darbo su programa greitis	balais	R_2
3.	Eksportavimo galimybės	balais	R_3
4.	Bendradarbiavimas tarp architekto ir inžinieriaus	balais	R_4
5.	Vizualizacijos kokybė	balais	R_5
Minimizuojamas rodiklis			
6.	Metinės licencijos kaina	EUR	R_6

2 lentelėje pateikiama praktinio tyrimo MOORA metodu pradinė sprendimų priėmimo matrica. Rodiklių reikšmingumas priimtas vienodas visiems rodikliams.

2 lentelė

Sprendimų priėmimo matrica

Programinės įrangos	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6
ArchiCAD	7,5	7	7,2	9,8	6,8	3 317
Revit	7,6	5,4	9,2	10	5,5	2 126
SketchUp	4,2	8,2	3,3	3,1	7,2	279
Max. / min. rodiklis	7,6	8,2	9,2	10	7,2	279
Reikšmingumas	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167

Atlikus vertinimą MOORA metodu, nustatytas nagrinėtų programinių įrangų rangavimas (žr. 3 lentelę).

3 lentelė

Vertinimo MOORA metodu rezultatai

Pavadinimas	**Rangas**
ArchiCAD	2
Revit	1
SketchUp	3

Tyrimo rezultatai (žr. 4 pav.) išryškina *Revit* programinės įrangos pranašumą.

4 pav. Tyrimo rezultatų grafikas

Alternatyvių programinių įrangų balų skirtumas procentais išsidėstė taip:

- *ArchiCAD* pagal atliktą tyrimą yra 10,63 proc. mažiau efektyvi programinė įranga lyginant su *Revit*.
- *SketchUp* pagal atliktą tyrimą net 19,70 proc. mažiau efektyvi programinė įranga lyginant su *Revit*.

6. Išvados

1. Renkantis architektūrinę BIM modeliavimo ir 3D kūrimo programinę įrangą, vartotojai labiau linkę rinktis kartu ir inžinerinį paketą turinčią programinę įrangą, kuri automatiškai sudaro specifikacijas, žiniaraščius ir kt. Pagrindiniai kriterijai renkantis 3D modeliavimo programinę įrangą yra įrankiai ir funkcijos, bendradarbiavimas tarp architekto ir inžinieriaus, automatizacijų galimybės, darbo našumas ir kaina.
2. Atlikus daugiakriterį vertinimą MOORA metodu, nustatyta, kad efektyviausia yra *Revit* programinė įranga. Antra vieta pagal efektyvumo balus atitenka *ArchiCAD* programinei įrangai. *SketchUp* trečioje vietoje. Tačiau efektyvumo balų skirtumai tarp programinių įrangų nėra dideli. Tarp *Revit* ir *ArchiCAD* yra vos 10,63 proc. skirtumas, o tarp *Revit* ir *SketchUp* – 19,70 proc. *SketchUp* daugiausiai balų surinko kainos vertinime, *Revit* – įrankių ir funkcijų, eksportavimo galimybių ir bendradarbiavimo tarp architekto ir inžinieriaus vertinime. *ArchiCAD* nesurinko nei vieno vertinimo kriterijaus maksimalaus balo, tačiau palyginti nedaug nusileidžia *Revit* programinei įrangai.
3. Siekiant suvaldyti statybų eigoje finansinius rodiklius pasitelkus BIM programinę įrangą, svarbu žinoti, kad reikalinga yra ne tik įvestis, bet ir išeities duomenys, kurie sąveikauja su vidinėmis ir išorinėmis duomenų bazėmis. Todėl būsimuose tyrimuose vertėtų padidinti duomenų eksportavimo galimybių rodiklio reikšmingumą.

Literatūra

1. SMITH, M. *BIM in Construction* [interaktyvus]. Visamäki campus: NBS, 2011 [žiūrėta 2021-04-01]. Prieiga per: https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-building-information-modelling-bim.
2. KALIBATAS, D., TURSKIS, Z. Multicriteria evaluation of inner climate by using MOORA method. *Information Technology Control*. 2008, 1(37), 79–83.
3. FADLI, S., IMTIHAN, K. Implementation of MOORA method in evaluating work performance of honorary teachers. *SinkrOn*. 2019, 1(4), 128.

4. BRAUERS, J., GINEVICIUS, R., ZAVADSKAS, E. The European Union in a transition economy. *Transformations in Business and Economics*. 2007, 21.
5. PAVLOVSKIS, M., ANTUCHEVICIENE, J., MIGILINSKAS, D. *Department Application of MOORA Method for Parametric Optimization of Milling Process*. Vilnius: Vilnius Gediminas Technical University, 2011, 1(4), 743–758.
6. ISHOLA, A. A. *4D, 5D, 6D BIM* [interaktyvus]. 2011 [žiūrėta 2021-04-01]. Prieiga per: http://buildinginformationmanagement.wordpress.com/2010/03/05/4d-5d-6d-bim/.
7. RAIMBAUD, P., LOU, R., MERIENNE, F., DANGLADE, F. *BIM-based Mixed Reality Application for Supervision of Construction*. Prancūzija: Lispen, 2019, 63, 1903–1907.
8. CHEN, C., TANG, L. BIM-based integrated management workflow design for schedule and cost planning of building fabric maintenance. *Automated Constructions*. Kinija: University of Hong Kong, 2019, 107.
9. SMIRNOV, A. *The Comparison of the Architectural Design Softwares. Lappeenranta: Saimaa University of Applied Sciences* [interaktyvus]. 2015, 27–30 [žiūrėta 2021-04-01]. Prieiga per: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/97878/The_comparison_of_the_architectural_design_softwares.pdf?sequence=1.
10. FLOHR, T. A landscape architect's review of building information modeling technology. *Landscape Journal*. Wisconsin: University of Wisconsin Press, 2011, 1(30), 169–170.
11. VON ÜBEL, M. *Best 3D Architecture / BIM Software in 2019*. *All3DP*, 2019.

STATYBOS SUBRANGOVŲ ATRANKOS DAUGIATIKSLIO VERTINIMO METODŲ APŽVALGA

Gedvilas Š.[1], Kelpšienė L.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: atranka, subrangovas, daugiatikslis vertinimas.

1. Įvadas

Generalinio rangovo galimybė pasirinkti tinkamus subrangovus projektuose yra pagrindinis konkurencinis pranašumas. Siekiant šio tikslo, vykdomi įvairūs moksliniai tyrimai ir kuriamos sistemos, bei modeliai. Nors algoritmai gali būti sudėtingi, kad juos galėtume pritaikyti visiems subrangovams, tačiau siekiant sumažinti trūkumus, buvo sukurtos įvairios metodikos optimizuoti atranką. Atlikti daugiatikslę atranką vertinant skirtingus kriterijus yra vienas svarbiausių etapų vykdant generalinės rangos veiklą, kadangi tinkamai pasirinktas subrangovas dažnai nulemia ar rangovas statybų pabaigoje patiria finansinių nuostolių.

Mokslininkų grupė [1] modifikuotą IF-DEMATEL (angl. *Intuitionistic Fuzzy Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory*) metodą pritaikė subrangovų atrankos problemai, kai išskiriamos priežasties ir pasekmės kriterijų grupės. Rezultatai parodė, kad kriterijus „patirtis“ yra pagrindinė priežastis, daranti įtaką subrangovų pasirinkimui.

Tikslas – atlikti subrangovų atrankos daugiatikslį vertinimą pritaikant efektyviausią atrankos būdą.

2. Atrankos būdai

Pritaikant atrankos metodus pasirinkti subrangovą tam tikriems darbams atlikti reikia turėti modelį, pagal kurį bus išrinktas subrangovas. Kad atranka būtų tikslinga ir naudinga genrangovui, jis turėtų įvertinti bent kelis aspektus ir juos sulyginti su jų konkurentais (žr. 1 pav.):

- darbų kaina – įsivertinti kiek pinigų kainuos generaliniam rangovui tą darbą atlikti ir ieškoti koks subrangovas sutiks už tą kainą atlikti jam siūlomus darbus taip, kad genrangovas galėtų uždirbti kuo didesnį pelną [2, 3, 4];

- darbų kokybė – būtinai reiktų pasižiūrėti subrangovo jau atliktus darbus, peržiūrėti atsiliepimus tinklalapiuose, leisti pabandyti atlikti kelis procentus darbų apimties, kad būtų galima patikrinti atliekamų darbų technologiją, kokybę [5];

1 pav. Subrangovo pasirinkimas

- gabumai – reiktų būti užtikrintam, kad prieš pasirašant sutartį su subrangovu darbams atlikti, subrangovas bus pajėgus atlikti tuos darbus, ar turės tam darbui atlikti pakankamai kvalifikacijos arba kvalifikuotą žmonių komandą [6, 7];
- laikas – būtinai įvertinti terminus, per kuriuos turi būti atliekami darbai, susidaryti darbų grafiką, eiliškumą, planą; taip pat reiktų aptarti ir *Forse Majeure* sąlygas, dėl kurių būtų neatidėliotinai stabdomi arba atidedami darbai [2, 6];
- patikimumas – dažnai įmonės skelbiasi, kad gali atlikti ypač sudėtingus darbus, tačiau neturi tam tikrų specialistų, neturi kvalifikacijos darbams atlikti, įmonėje nėra atestuotų darbuotojų gerai atlikti darbus. Jeigu su įmone bus dirbama pirmą kartą, būtina išsiaiškinti ar jie bus pajėgus atlikti darbus, ar bus pajėgūs už savo atliktus darbus nešti garantinę atsakomybę tam tikrą, sutartą laiką, po darbų atlikimo. Būtina šiame modelio atrankos punkte įtraukti ir tai,

kad subrangovas už savo atliktus darbus atsakytų ne tik žodiniu sutarimu, tačiau ir bankiniu garantiniu raštu, kai subrangovas sutinka už dalį atliktų savo darbų leisti genrangovui sulaikyti pinigų sumą iki kol garantinis laikotarpis nebus pasibaigęs arba darbai nebus galutinai atlikti [3, 7].

Subrangovas, tai asmuo ar įmonė, kurį samdo generalinis rangovas atlikti konkrečią užduotį, kaip mažą dalį viso projekto darbų. Noras samdyti subrangovus yra dėl to, kad taip galima sumažinti objekto išlaidas ir tokiu būdu generalinis rangovas gauna tą pačia o dažnai net ir geresnę paslaugą, negu galėjo suteikti pats [9].

Subrangovas gali būti atsakingas už kelias skirtingas darbų rūšis (žr. 2 pav.).

2 pav. Skirtingų rūšių subrangovas [1]

1. Klientas – asmuo, kuris kreipiasi į projekto valdymo kompaniją pagalbos jo norimam projektui įgyvendinti. Taip pat yra objekto savininkas, finansuoja atliekamus darbus [8, 5].
2. Generalinis rangovas – projekto valdymo kompanija, kuri prisiima visas atsakomybes dėl projekto įgyvendinimo ir jo trukmės [8, 4].
3. Subrangovas – įmonė ar asmuo, kurį nusamdė generalinis rangovas tam tikriems darbams atlikti, paslaugas teikti [10, 11].

3. Pliusai ir minusai samdant subrangovą

Remiantis statybos pramonės plėtros valdybos gairėmis, subranga neša naudą ir pačiam subrangovui ir genrangovui. Kai kurie pagrindiniai privalumai genrangovui yra [3]:

- sumažinta atsakomybė dėl darbų apimties, darbuotojų užimtumo, jų išlaikymo mažo statybinio aktyvumo laikotarpiais;
- rizikų nebuvimas dėl atsakomybių prisiėmimo už konkrečiai atliktus darbus;
- aukštesnė darbo atlikimo kokybė dėl galimybės įdarbinti daug skirtingų profesionalų;
- lengvesnė sąnaudų ir pinigų kontrolė dėl su subrangovu susitartų fiksuotų darbo apimčių ir įkainių.

Tačiau pagrindinis generalinis rangovas taip pat patiria tam tikrų neigiamų padarinių:

- nekokybiškai atlikti darbai, kurie įtakoja generalinį rangovą dar daugiau sekti ir stebėti subrangovo atliekamus darbus [11];
- jeigu generalinis rangovas neturi užtektinai statybos vadovų sekti ir žiūrėti subrangovų atliekamus darbus, tai nekokybiškai ir su įvairiais defektais atlikti darbai įtakoja darbų atlikimo trukmę, kokybę, ilgaamžiškumą, darbo grafikus, finansinius įsipareigojimus atlikti viską tinkamai [12];
- generalinis rangovas neišvengiamai atsako už visų dirbančiųjų saugos darbo metu kontrolę, todėl turi skirti ypatingą dėmesį mažiau kvalifikuotiems subrangovams, kurie neturi didėlės patirties [13], [14].

4. Patikimiausias atrankos vykdymo būdas ARAS

Daugiatiksliai sprendimų metodai yra taikomi daugelyje žmogaus veiklos sričių. Kiekviena alternatyva, sprendžiant daugiatikslius uždavinius, gali būti apibūdinta kriterijų aibe. Kriterijai gali būti kiekybiniai ir kokybiniai. Paprastai šie vertinimo kriterijai turi skirtingus matavimo vienetus ir įvairią optimizavimo kryptį. Kriterijų vertės yra normalizuojamos lyginamos skalės vertėms gauti.

Realaus pasaulio sprendimų priėmimo problemos paprastai yra per daug sudėtingos ir nestruktūrizuotos, nagrinėjamas vienas kriterijus ar požiūris, kuris lems optimalų sprendimą. Taikant monokriterinį metodą, analitikas sukuria unikalų kriterijų, apimantį visus susijusius aspektus, problemas [15]. Priimant daugelį realių sprendimų ir problemų, priėmėjas turi kelis prieštaringus tikslus. Turi būti lyginamos visos naujos idėjos ir galimi sprendimų variantai pagal daugelį kriterijų. Problema susideda įvertinant ribotą alternatyvų rinkinį, siekiant rasti geriausią. Reikia suskirstyti juos į geriausią ir blogiausią, sugrupuoti juos į iš anksto numatytas klases ir apibūdinti visus kriterijus [16]. Yra daugybė metodų, kaip nustatyti klasių kriterijus ir kaip jiems priskirti pavadinimus. Daugiafunkcinis kriterijų priėmimo metodas yra vienas ir plačiausiai naudojamų sprendimo priėmimo būdų moksle, versle ir vyriausybėje. Šis sprendimų priėmimų būdas yra vienas iš sudėtingiausių ir gali stipriai padėti pagerinti kokybę pačio sprendimo pasirinkimo, padarydamas jį tiksliu, greitu [17]. Atrodo, kad daugiatikslis sprendimų priėmimo būdas tapo vienas labiausiai oficialių sprendimų priėmimo būdų. Norint priimti tinkamus sprendimus, reikia vadovautis tam tikromis taisyklėmis, priemonėmis bei standartais.

Daugiatikslis sprendimų priėmimo būdas yra plačiai paplitęs, kaip sprendimų priėmimo būdas išspręsti problemą, turintis labai platų variacijų pasirinkimą. Tačiau kaip ir visi, šis metodas taip pat turi minusų. Didžiausią kritiką šis metodas sulaukia dėl gaunamų skirtingų atsakymų rezultatų, nors pritaikomos tos pačios problemos ar sąlygos. Taip nutinka [18]:

- skirtingai sudedant prioritetus;

- skirtingai pasirenkant teisingiausią ir geriausią būdą problemai išspręsti;
- bandymas nustatyti tikslus;
- bandymas pridėti papildomus parametrus problemai spręsti, nors jie turi skirtingą įtaką galutinio sprendimo priėmimui;

Pagrindiniai sprendimų priėmimo žingsniai susideda iš šių etapų [15]:

- pagrindinio problemos tikslo nustatymas;
- sukurti pagrindinių tikslų ar kriterijų, pagal kuriuos bus daromos išvados;
- generuoti galimas alternatyvas (ribotą skaičių);
- įvertinti kiekvieno kriterijaus įtaką galutiniam sprendimui priimti.

Tipiškas daugiatikslių sprendimų priėmimo metodas yra susijęs su užduotimi – sukontroliuoti ribotą skaičių sprendimų, kurių kiekvienas yra aiškiai apibūdintas skirtingais sprendimo kriterijais, į kuriuos reikia atsižvelgti vienu metu [19].

Pirmasis etapas yra sprendimų priėmimo matricos (1) formavimas [19]:

$$\begin{pmatrix} x_{01}\cdots & x_{0j}\cdots & x_{0n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{il}\cdots & x_{ij}\cdots & x_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{ml}\cdots & x_{mj}\cdots & m_{mn} \\ \vdots & \vdots & \vdots \end{pmatrix}; \qquad (1)$$

čia m – alternatyvų skaičius; n – kriterijų skaičius, apibūdinantis visas alternatyvas; x_{ij} – vertė, nusakanti našumą pagal tam tikrą kriterijų; x_{oj} – optimali vertė j kriterijaus.

Jeigu optimali kriterijaus vertė nežinoma (2), tai[17]:

$$x_{0j} = \max x_{ij}, if \max x_{ij}\ yra\ tinkamas \qquad (2)$$

Dažniausiai, našumo vertė x_{ij} ir kriterijų svoriai w_j yra laikomi pradžia viso sprendimo. Kriterijų sistema taip pat kaip ir pradinę kriterijų vertę, nustato ekspertai. Informacija gali būti koreguojama sprendimo rezultatu suinteresuotų žmonių, atsižvelgiant į jų tikslus ir galimybes. Tuomet alternatyvų prioritetai nustatomi keliais etapais [17]. Paprastai kriterijai yra skirtingi. Kito etapo tikslas yra gauti kriterijų svertines vertes. Siekiant išvengti sunkumų, sukeltų skirtingų kriterijų, naudojamas santykis su optimalia verte. Yra įvairios teorijos, apibūdinančios santykį optimalia verte. Tačiau vertės yra atvaizduotos intervale [0; 1] arba intervale [0; ∞] taikant normalizavimą. Antrajame etape normalizuojamos visų kriterijų pradinės vertės (3), normalizuojamos sprendimų priėmimo matricos X [19]:

$$\begin{pmatrix} x_{01}\cdots & x_{0j}\cdots & x_{0n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{il}\cdots & x_{ij}\cdots & x_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{ml}\cdots & x_{mj}\cdots & m_{mn} \\ \vdots & \vdots & \vdots \end{pmatrix}; i = 0, m; j = l, n. \quad (3)$$

Kriterijai, kurių vertės yra maksimizuojančios, normalizuojami pagal [19]:

$$x_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^{m} x_{ij}}. \quad (4)$$

Kriterijai, kurių vertės yra minimizuojančios, normalizuojami naudojant dviejų etapų (5) procesą [19]:

$$x_{ij} = \frac{1}{x_{ij}^{*}}; x_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^{m} x_{ij}}; \quad (5)$$

čia w_j – kriterijaus j svorio reikšmingumas; x_{ij} – kriterijaus j normalusis reikšmingumas.

Sekanti užduotis yra apskaičiuoti optimaliųjų funkcijų vertes [20]:

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} x_{ij}; i = 0, m; \quad (6)$$

čia S_i – optimalioji funkcijos i reikšmė alternatyva.

Didžiausia vertė visuomet yra geriausia ir aišku mažiausia vertė visuomet bus blogiausia. Atsižvelgiant į skaičiavimo procesą, optimalumo funkcija S_i turi tiesioginius ir proporcingus santykius su reikšmės x_{ij} ir w_j svoriais. Išnagrinėti galutiniai kriterijai turi didžiausią įtaką galutiniam rezultatui [20]. Todėl kuo didesnė optimalumo funkcija S_i vertė tuo efektyvesnė yra alternatyva. Alternatyvų prioritetus galima nustatyti pagal S_i vertę. Įprastai, naudojant šį metodą, yra labai patogu įvertinti ir suskirstyti sprendimo alternatyvas. Alternatyvaus naudingumo laipsnis nustatomas palyginus variantą, kuris yra analizuojamas, kuris idealiai artimiausias S_0. Naudingumo skaičiavimui naudojama lygtis [21]:

$$K_i = \frac{S_i}{S_0}; i = 0, m; \quad (7)$$

čia S_i ir S_0 optimalios kriterijų vertės, apskaičiuotos pagal 6 lygtį.

Akivaizdu, kad apskaičiuotos vertės K_i yra intervale [0;1] ir juos galima rikiuoti didėjančia seka, o tai ir yra tikslas. Atsižvelgiant į norą išbandyti aprašytą ARAS metodą, reikalinga atsižvelgti į atvejo analizę [20].

Vargu ar įmanoma įvertinti pasekmes įvairių iškeltų problemų. Alternatyvų prioritetus galima nustatyti pagal naudingumo vertę, todėl šiuo metodu yra patogu įvertinti ir suskirstyti sprendimo alternatyvas. Alternatyvaus

naudingumo laipsnis yra nustatomas palyginus variantą, kuris yra analizuojamas su artimiausiu jam idealiu variantu. Galima teigti, kad siekiant gauti optimalų variantą gali būti naudojamas santykinis reitingavimas, kad būtų lengviau rasti geriausią sprendimą [21].

5. Išvados

1. Apžvelgus atrankos būdus, buvo nustatyta, kad vyrauja tendencija vykdant subrangovų atranką atsižvelgti į kelis pagrindinius kriterijus: kaina, kokybė ir laikas.
2. Atrankos vykdymo būdų yra labai daug ir jie visi skiriasi tik iš dalies, kadangi galutinis vykdomos atrankos tikslas – yra išsirinkti tinkamiausią subrangovą taikant daug skirtingų atrankos būdų. Atlikus literatūros apžvalgą, nustatyta, kad nėra vieno tinkamo būdo. Yra daug skirtingų ir tai yra kiek vieno generalinio rangovo atsakomybė koks jis bus naudojamas.
3. Išanalizavus kelis skirtingus atrankos vykdymo būdus, buvo pasirinktas ARAS metodas. Pritaikant visas taisykles ir nurodymus, ateityje numatoma atlikti daugiatikslė subrangovų atranka pritaikant ARAS metodą.

Literatūra

1. LAZIM, A, ZHEECHING, O., NURAINI, R. An intuitionistic fuzzy decision-making for developing cause and effect criteria of subcontractors selection. *International Journal of Computational Intelligence Systems*. 2021, 14(1), 991–1002. ISSN 1875-6883.
2. ABBASIANJAHROMI, H., RAJAIE, H., SHAKERI, E. A framework for subcontractor selection in the construction industry. *Journal of Civil Engineering and Management*. 2013, 19(2), 158–168.
3. SEDER, U., ANYUR, K. *Fuzzy muti-criteria decision making model for subcontractor selection in international construction project*. Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Bulent Ecevit University, 2016, 22(2), 210–234.
4. OO, B. L., DREW, D. S., Lo, H. P. A comparison of conctractors decision to bid behaviour according to different market environments. *International Journal of Project Managments*. 2008, 26(4), 439–447.
5. *Subcontracting in the Building and Constructon Industry „Understanding Your Rights and Obligations“*. Goverment Of Western Australia Department of Finance, 2013.
6. MANIYA, K., BHATT, M. G. A selection of material using a novel type decision-making method: Preference selection index method. *Materials and Design.* 2010, 31(4), 1785–1789.
7. SHASH, A. Factors considered in tendering decisions by top UK contractors. *Construction Managment and Economics*. 2006, 11(2), 111–118.

8. ABDULLAHI, A. H. *Review of subcontracting practice in the construction industry*. Department of quantity surveying. The federal polytechnic bida, 2014, 6(1).
9. OKOROH, M. I., TORRANCE, V. B. *A Model for Subcontractor Selection in Refurbishment Projects*. 2010, 0144–6193.
10. KUMARASWAMY, M. M., MATTHEWS, J. Improved subcontractor selection employng partnering principles. *Journal of Managment in Engineering*. 2000.
11. SING, D., TIONG, R. L. K. A fuzzy decision framework for contractor selection. *Journal of Construction Engineering and Managment*. 2005, 131(1), 62–70.
12. ORKOH, M. I. *Knowlage Based Decision Support for the Selection of Subcontractors for Refurbishment Contrats.* Loughborought University of Technology, 1992.
13. LUU, T., SHER, W. *Construction Tender Subcontract Selection Using the Case-Based Reasoning*. 2005.
14. EDWARDS, K., DENG, Y. M. Supporting design decision-making when applying materials in combination. *Materials and Design*. 2007, 28(4), 1288–1297.
15. ZAVADSKAS, E. K., TURSKIS, Z. A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Technological and Economic Development of Economy*. 2011.
16. KAPLINSKI, O. Development and usefulness of planning techniques and decision-making foundations on the example of construction enterprises in Poland. *Technological and Economic Development of Economy*. 2008
17. PODVEZKO, V., PODVEZKO, A. Dependence of multi-criteria evaluation on choice of preference functions and their parameters. *Technological and Economic Develompent of Economy*. 2010.
18. TURSKIS, Z., LAZAUSKAS, M., ZAVADSKAS, E. K. Fuzzy multiple criteria assessment of construction site alternatives for non-hazardous waste incineration plant in Vilnius city, applying ARAS-F and AHP methods. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*. 2012, 20(2), 110–120.
19. ZAVADSKAS, E. K., TURSKIS, Z., VILIUTIENĖ, T. Multiple criteria analysis of foundation instalment alternatives by applying Additive Ratio Assessment (ARAS) method. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*. 2010, 10(3), 123–141.
20. SOBOTKA, A., ROLAK, A. Multi-attribute analysis for eco energetic assessment of building life cycle. *Technological and Economic develompent of Economy*. 2009.
21. USTINOVICHIUS, L., ZAVADSKAS, E., PODVEZKO, V. Application of quantitative multiple criteria decision making (MCDM-1), approach to the analysis of investment in construction. *Control and Cybernetics*. 2009, 36(1), 251–268.

ĮVAIRIŲ STOGO LAIKANČIŲJŲ KONSTRUKCIJŲ PALYGINAMOJI ANALIZĖ

Kadys K.[1], Vaičiulis D.[1]

[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: SAW metodas, stogo laikančiosios konstrukcijos, medinės santvaros, gelžbetonio kiaurymėtosios plokštės, „STEICO JOIST“ sijos.

1. Įvadas

Viena iš nesenai atsiradusių stogo / perdangos atšakų yra medinės dvitėjinės sijos „STEICO JOIST“ konstrukcija [1]. Ji susideda iš trijų skirtingų elementų, kurie gaminami iš klijuotos faneros.

Stogo konstrukcijos turi būti projektuojamos pagal galiojančius reikalavimus, tokius kaip: Statybos techninis reglamentas STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“ (Žin., 1998, Nr. 84-2353; 2002, Nr. 20-766) [2], Statybos techninis reglamentas STR 2.05.05:2005 „Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas“ (Žin. 2005, Nr. 17-550) [3], STR 2.05.07:2005 „Medinių konstrukcijų projektavimas“ [4] ir t. t. Taip pat būtina remtis Lietuvos respublikos statybos įstatymu.

Dėl sparčios technologijų raidos ir jų gausos dažnam žmogui susidurianačiam su statyba iškyla klausimas, kuri technologija yra geriausia ir kurią verta rinktis? Netgi daugelio specialistų nuomonės dažnai susikerta. Todėl ypatingai svarbu palyginti įvarais laikančiąsias stogų technologijas. Atskleisti ir palyginti jų pranašumus bei trūkumus, konstrukcijos kainą, bei galutinę produkto kainą, kai konstrukcija yra paruošta eksploatavimui. Taip pat reiktų atsižvelgti į statybos greitį, logistiką, konstrukcijos tvirtumą ir atsparumą ugniai [5].

Tikslas: atlikti įvairių stogo laikančiųjų konstrukcijų daugiakriterį vertinimą SAW metodu ir išsiaiškinti kuri stogo konstrukcija yra efektyviausia.

2. Galimi stogo laikančiųjų konstrukcijų sprendinių variantai

Darbui atlikti pasirinktos trys populiarios konstrukcijos, kurios šiandiena yra paklausios rinkoje:

- medinės stogo santvaros;
- gelžbetoninės stogo sijos;

- medinės dvitėjinės sijos „STEICO JOIST“.

Medinė stogo santvara (žr. 1 pav.) [6, 7] yra rėmas, kuris efektyviai palaiko apkrovas perkeldamas savo jėgas į galines atramas. Medinės santvaros yra surenkamos konstrukcijos, simetriškai padengiančios pastatą nuo vieno galo iki kito ir gali būti pritaikytos kiekvienam projektui. Santvaros pagamintos iš aukštos kokybės medienos, sujungtos su specialiomis plieninėmis plokštėmis arba kitais tvirtinimo elementais. Santvaros statomos pagal patikrintus geometrijos principus, kurie kartu su modernia inžinerija suteikia galimybę gauti lankstų, praktišką stogo konstrukcijos sprendimą, taupantį statybų išlaidas ir montavimo laiką.

1 pav. Medinės stogo santvaros [7]

Kiaurymėtosios gelžbetonio plokštės (žr. 2 pav.) yra projektuojamos ir gaminamos ekstruziniu būdu pagal užsakovo pateiktą perdangų planą [8]. Plokštės yra naudojamos perdangų, stogų, sienų atitvarų įrengimui statant pramoninius, administracinius ir komercinius pastatus, mokymo įstaigas, gyvenamuosius namus.

2 pav. Surenkamosios kiaurymėtosios gelžbetoninės plokštės [8]

Medinės dvitėjinės sijos „STEICO JOIST“ (žr. 3 pav.) šerdis yra plokštė, pagaminta iš didelio tankio dalelių [9]. „STEICO JOIST“ stogo sijos yra su storesne šerdimi (8 mm). „STEICO JOIST“ sijos plotis svyruoja nuo

45 × 45 mm iki 90 × 90 mm, aukštis nuo 200 mm iki 400 mm. Šios dvitėjinės sijos buvo sukurtos, siekiant pakeisti senus daug išteklių reikalaujančius statybos procesus, metodus į aplinkai draugišką statybos tipą. Sijos naudoja tą patį IPE sekcijų generavimo procesą, parinkdami medžiagą pagal jos lenkimo stiprį.

3 pav. Medinės dvitėjinės „STEICO JOIST“ sijos [9]

Šios dvitėjinės sijos (žr. 3 pav.) buvo sukurtos, siekiant pakeisti senus daug išteklių reikalaujančius statybos procesus, metodus į aplinkai draugišką statybos tipą. Sijos naudoja tą patį IPE sekcijų generavimo procesą, parinkdami medžiagą pagal jos lenkimo stiprį.

3. Tyrimo metodika

Norint nustatyti stogo konstrukcijos tinkamiausią sprendinį bus naudojamas SAW (angl. *Simple Additive Weighting*) metodas.

SAW metodo eiga [10]:

1. Nustatomi galimi sprendiniai.
2. Nustatomi pagrindiniai rodikliai labiausiai kiekybiškai įvertinantys galimo sprendinio pasirinkimą.
3. Sudaroma galimų sprendinių matrica. Surenkami duomenys apie rodiklių skaitines vertes. Galimų sprendinių matrica atrodo taip:

$$P = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1j} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \iddots & \vdots \\ x_{i1} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{in} \\ \vdots & \iddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mj} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}; \qquad (1)$$

čia x_{ij} – j-ojo rodiklio vertė, įvertinanti i-ąjį sprendinį; m – galimų sprendinių kiekis; n – rodiklių, kiekybiškai įvertinančių visus galimus sprendinius, kiekis.

4. Normalizuojama galimų sprendinių matrica (sudaroma normalizuota matrica). Nagrinėjamos vertės yra atitinkamai maksimazuojamos ir minimizuojamos pagal šias formules:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{max\ j}}\ ; \tag{3}$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{min\ j}}{x_{ij}}\ ; \tag{3}$$

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 (sudaroma sprendinių priėmimo matrica). Tam atitinkami normalizuotosios matricos nariai dauginami iš rodiklių reikšmingumo:

$$R_{ij} = q_j \cdot \bar{x}_{ij}\ ; \tag{4}$$

čia q_j – j-ojo rodiklio reikšmingumas.

6. Apskaičiuojama kiekvieno galimo sprendinio pasirinkimą lemiantis rodiklis:

$$R_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} R_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} q_j} = \frac{R_{i1} + \ldots + R_{ij} + \ldots + R_{in}}{q_1 + \ldots q_j + \ldots + q_n}\ . \tag{5}$$

7. Pagal R_i nustatoma kiekvieno galimo sprendinio prioritetinė eilutė.

4. Tyrimo rezultatai

Galimų sprendinių matrica pateikta 1 lentelėje, duomenys joje buvo gauti remiantis programa *Sistela* (žr. 4 pav.) ir gamintojų (UAB „Litimbera“, MB „Greenmaterials LT“) nurodymais [11–12]. Normalizuota galimų sprendinių matrica pateikta 2 lentelėje, sprendinių priėmimo matrica – 3 lentelėje, galimų sprendinių pasirinkimą lemiantys rodikliai ir sprendinių prioritetų eilutė – 4 lentelėje.

Iš 4 lentelės matyti, jog racionaliausias stogo laikančiosios konstrukcijos sprendinys yra dvitėjinės „STEICO JOIST“ sijos (žr. 1 lentelę).

Darbų sudėtis | Kompleksas 3 | Objektas 1 | Sąmata 1 | Skyrius 1 | Objektui | Sąmatai | Skyriui

Užraš. | norm.bazę | Įkainių kopijav. | Resursų iškėlim. | Ties.išlaidos: | Iš viso: | Išsaugoti | Įkainio įved. | Koregavimas | Resursų įvedimas | Išmetim./Atstatym. | Papildomos išlaidos | Spausdinti | Baigti

Sąmatinė eilutė	Įkainis	Pavadinimas	Mvnt	Norma	Kiekis	Kaina	Vertė
1 1 N10-61-1			VNT		18.000000	116.5361	2097.65
----- Medinių santvarų montavimas kranu, kai tarpatramis iki 15 m							
Darbo sąnaudos (kat= 3.60) žm.val.				6.60	118.800000	7.890	937.33
#	260289	Tvirtinimo detalės	T	0.000000	0.000000	1972.72	0.00
	260798	Medinės santvaros	VNT	1.000000	18.000000	0.00	0.00
	534009	Rąstai-statramsčiai (3 rūš.)	M3	0.020000	0.360000	99.14	35.69
	534021	Neapipjautos lentos 40mm st. ir daugiau (4rūš.	M3	0.015000	0.270000	165.00	44.55
	489131	Kranas	MAŠ.VAL	1.040000	18.720000	27.26	510.31
N10-61-1	Viso	1527.88 Medž.		80.24	Mech. 510.31	D.užm.	937.33

a.

Darbų sudėtis | Kompleksas 2 | Objektas 1 | Sąmata 1 | Skyrius 1 | Objektui | Sąmatai | Skyriui

Užraš. | norm.bazę | Įkainių kopijav. | Resursų iškėlim. | Ties.išlaidos: | Iš viso: | Išsaugoti | Įkainio įved. | Koregavimas | Resursų įvedimas | Išmetim./Atstatym. | Papildomos išlaidos | Spausdinti | Baigti

Sąmatinė eilutė	Įkainis	Pavadinimas	Mvnt	Norma	Kiekis	Kaina	Vertė
1 1 N7P-0406			100M2		0.800000	3370.4840	2696.35
----- Gelžbetoninių kiaurymėtų perdangos plokščių montav imas (aukšti s 220 mm , plot as daugiau 5m2 iki 10m2)							
Darbo sąnaudos (kat= 3.50) žm.val.				32.00	25.600000	7.790	199.42
	261203	Kiaurymėtos perdangos plokštės	M3	22.000000	17.600000	102.22	1799.07
	600004	Cementinis skiedinys	M3	0.060000	0.048000	60.77	2.92
	600043	Betono mišiniai	M3	0.800000	0.640000	76.07	48.68
	489131	Kranas	MAŠ.VAL	8.000000	6.400000	27.26	174.46
	489192	Vibratorius	MAŠ.VAL	4.000000	3.200000	0.52	1.66
N7P-0406	Viso	2226.22 Medž.		1850.67	Mech. 176.13	D.užm.	199.42

b.

Darbų sudėtis | Kompleksas 3 | Objektas 1 | Sąmata 1 | Skyrius 1 | Objektui | Sąmatai | Skyriui

Užraš. | norm.bazę | Įkainių kopijav. | Resursų iškėlim. | Ties.išlaidos: | Iš viso: | Išsaugoti | Įkainio įved. | Koregavimas | Resursų įvedimas | Išmetim./Atstatym. | Papildomos išlaidos | Spausdinti | Baigti

Sąmatinė eilutė	Įkainis	Pavadinimas	Mvnt	Norma	Kiekis	Kaina	Vertė
1 1 N10-61-1			VNT		18.000000	116.5361	2097.65
----- Medinių santvarų montavimas kranu, kai tarpatramis iki 15 m							
Darbo sąnaudos (kat= 3.60) žm.val.				6.60	118.800000	7.890	937.33
#	260289	Tvirtinimo detalės	T	0.000000	0.000000	1972.72	0.00
	260798	Medinės santvaros	VNT	1.000000	18.000000	0.00	0.00
	534009	Rąstai-statramsčiai (3 rūš.)	M3	0.020000	0.360000	99.14	35.69
	534021	Neapipjautos lentos 40mm st. ir daugiau (4rūš.	M3	0.015000	0.270000	165.00	44.55
	489131	Kranas	MAŠ.VAL	1.040000	18.720000	27.26	510.31
N10-61-1	Viso	1527.88 Medž.		80.24	Mech. 510.31	D.užm.	937.33

c.

4 pav. Medinių santvarų (a), gelžbetoninių kiaurymėtų perdangų (b) ir dvitėjinių „STEICO JOIST“ sijų (c) laikančiųjų stogo konstrukcijų duomenys programoje *Sistela*

1 lentelė

Galimų sprendinių matrica

Galimi stogo laikančiosios konstrukcijos sprendiniai	**Pradiniai rodikliai įvertinantys sprendinių svarbą**			
	Konstrukcijos ir jos priedų kaina, € ⇩	**Įrengimo darbų kaina, €** ⇩	**Darbų laiko sąnaudos, val.** ⇩	**Atsparumo ugniai klasė, balais** ⇧
Medinės santvaros	**1 168,24***	1 447,64	118,8	2
Gelžbetoninės kiaurymėtosios plokštės	1 850,67	**375,55***	**25,6***	**7***
Dvitėjinės „STEICO JOIST“ sijos	1 773,69	464,94	63,0	2
* – geriausias pasirinkimas; ⇧ – kuo didesnė vertė, tuo geriau; ⇩ – kuo mažesnė vertė, tuo geriau				

2 lentelė

Normalizuota galimų sprendinių matrica

Galimi stogo laikančiosios konstrukcijos sprendiniai	**Normalizuoti rodikliai įvertinantys sprendinių svarbą**			
	Konstrukcijos ir jos priedų kaina	**Įrengimo darbų kaina**	**Darbų laiko sąnaudos**	**Atsparumo ugniai klasė**
Medinės santvaros	1	0,259	0,215	0,286
Gelžbetoninės kiaurymėtosios plokštės	0,631	1	1	1
Dvitėjinės „STEICO JOIST“ sijos	0,659	0,808	0,406	0,286

3 lentelė

Sprendinių priėmimo matrica laikant, kad visi vertinimo rodikliai yra vienodo reikšmingumo (t. y. q_j = 0,25)

Galimi stogo laikančiosios konstrukcijos sprendiniai	**Rodikliai įvertinantys sprendinių svarbą**			
	Konstrukcijos ir jos priedų kaina	**Įrengimo darbų kaina**	**Darbų laiko sąnaudos**	**Atsparumo ugniai klasė**
	R_{i1}	R_{i2}	R_{i3}	R_{i4}
Medinės santvaros	0,25	0,065	0,054	0,072
Gelžbetoninės kiaurymėtosios plokštės	0,158	0,25	0,25	0,25
Dvitėjinės „STEICO JOIST“ sijos	0,165	0,202	0,102	0,072

4 lentelė

Galimų sprendinių pasirinkimą lemiantys rodikliai ir galimų sprendinių prioritetų eilutė

Galimi stogo laikančiosios konstrukcijos sprendiniai	**Stogo laikančiosios konstrukcijos pasirinkimą lemiantis rodiklis R_i**	**Prioritetų eilutė**
Medinės santvaros	0,441	3
Gelžbetoninės kiaurymėtosios plokštės	0,908	1
Dvitėjinės „STEICO JOIST“ sijos	0,541	2

Apibendrinus gautus rezultatus (žr. 4 lentelę ir 5 pav.), iš trijų nagrinėtų sprendinių, geriausias sprendinys stogo laikančiajai konstrukcijai yra gelžbetoninės kiaurymėtosios plokštės. Šio sprendinio pasirinkimą lemiančio rodiklio vertė lygi 0,908.

Prasčiausias galimas sprendinys (iš nagrinėtų) – medinės santvaros, kurios pasirinkimą lemiančio rodiklio vertė lygi 0,441. Dvitėjinės „STEICO JOIST“ sijos pasirinkimą lemiančio rodiklio vertė lygi 0,541.

Medinių santvarų lemiantis pasirinkimą kriterijus – konstrukcijos ir priedų kaina.

5 pav. Stogą laikančiųjų konstrukcijų racionalumas nustatytas SAW metodu

Gelžbetoninės kiaurymėtosios plokštės pasižymėjo itin gerai įvertinta įrengimo darbų kaina, darbo laiko sąnaudomis ir atsparumu ugniai. Dvitėjinių „STEICO JOIST“ sijų svarbiausias kriterijus – įrengimo darbų kaina.

5. Išvados

1. Tirtos medinės, gelžbetoninės kiaurymėtosios ir dvitėjinės „STEICO JOIST“ stogų laikančiosios konstrukcijos. Naudojant SAW metodą nustatyta, kad racionaliausias stogo laikančiosios konstrukcijos sprendinys yra gelžbetoninės kiaurymėtosios plokštės. Prasčiausias sprendinys – medinės santvaros. Gelžbetoninių kiaurymėtųjų plokščių sprendinio pasirinkimą lemiantis rodiklis yra lygus 0,908 (maksimali galima vertė yra 1) ir yra apie 2,06 karto didesnis už prasčiausią sprendinį, kurio sprendinio pasirinkimą lemiančio rodiklio vertė yra lygi 0,441.

Literatūra

1. GUARDIGLIL, M. M., BRAGADIN, A. Assessing environmental impact of green buildings through lca methods: Acomparison between reinforced concrete and wood structures in the european context. *Procedia Engineering* [interaktyvus]. 2011, 1199–1206 [žiūrėta 2021-04-12]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/ j.proeng.2011.11.2131.
2. *Statybos techninis reglamentas STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“* [interaktyvus]. 2003, Nr. 84-2353 [žiūrėta 2021-04-14]. Prieiga per: https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.213447/.
3. *Statybos techninis reglamentas STR 2.05.05:2005 „Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas“* [interaktyvus]. 2005, Nr. 17-550 [žiūrėta 2021-04-12]. Prieiga per: https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.249853?jfwid=32wf8muu/.
4. *Statybos techninis reglamentas STR 2.05.07:2005 „Medinių konstrukcijų projektavimas“* [interaktyvus]. 2005, Nr. 32-788 [žiūrėta 2021-04-12].

Prieiga per: https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.250623/asr/.
5. *Statybos techninis reglamentas 2.01.04:2002 „Gaisrinė sauga. Pagrindiniai reikalavimai“* [interaktyvus]. 2002, Nr. 84-2353 [žiūrėta 2021-04-13]. Prieiga per: https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/TAIS.226881?jfwid=32ocqu0l1/.
6. OLORUNNISOLA, A. O. *Design of Structural Elements with Tropical Hardwoods* [interaktyvus]. 2017, 237–260 [žiūrėta 2021-04-18]. Prieiga per: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-65343-3_12/.
7. GUARDIGLIL, M. M. Comparing the environmental impact of reinforced concrete and wooden structures. *Eco-efficient Construction and Building Materials* [interaktyvus]. 2014, 407–433 [žiūrėta 2021-04-13]. Prieiga per: https://doi.org/10.1533/9780857097729.3.407.
8. FREIMANS. *Timber Constructions* [interaktyvus]. 2019 [žiūrėta 2021-04-16]. Prieiga per: https://freimans.com/timber-trusses-a-comprehensive-guide/.
9. STEICO. *Construction Guide* [interaktyvus]. 2017 [žiūrėta 2021-04-20]. Prieiga per: https://www.tervemaja.ee/wp-content/uploads/2017/02/STEICO_Construction_Guide_LVL_en_rz_online.pdf/.
10. SHAKOURIH, G., NABAEEM 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: 2021-04-14]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.10.022.
11. UAB „LITIMBERA“. *Medienos gaminiai* [interaktyvus]. 1995 [žiūrėta 2021-04-19]. Prieiga per: https://www.litimbera.lt/statybine-konstrukcine-mediena/.
12. GREENMATERIALS LT. *Ekologiškos statybinės medžiagos* [interaktyvus]. 2012 [žiūrėta 2021-04-18]. Prieiga per: https://www.greenmaterials.lt/apie-steico.html/.

SUTAPDINTO STOGO HIDROIZOLIACINĖS DANGOS DAUGIAKRITERIS VERTINIMAS

Kecorius M.[1], Vaičiulis D.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: sutapdintas stogas, hidroizoliacija, TOPSIS.

1. Įvadas

Vystantis statybos sektoriui, plečiantis pastatų mastams ir tobulėjant technologijoms bei medžiagoms, sunku rasti efektyvias ir jau patikrintas statybines medžiagas. Kadangi stogas yra vienas iš svarbiausių ir brangiausių pastato dalių, tad netinkamai parinkus stogo hidroizoliacinę dangą galima patirti didelių nuostolių. Daugelis susiduria su sunkumu sprendžiant ar pasirinktas stogas yra tinkamas, užtikrinantis pastatui apsaugą ne tik nuo kritulių, bet ir nuo saulės spindulių, vėjo bei ekstremalių temperatūrų [1]. Išvardinti veiksniai, kaip ir stogo konstrukcijos privalo atitikti keliamus reikalavimus [2]. Pastatai daug energijos praranda per stogą, todėl Lietuvos ir užsienio tyrėjai ieško būdų kaip pagerinti stogų būklę, parinkti tinkamas medžiagas bei ženkliai sumažinti šilumos išlaidas. Šiame darbe bus tiriama hidroizoliacinė danga ir ieškomi racionaliausi stogo dangos variantai.

Tikslas – atlikti sutapdinto stogo hidroizoliacinės dangos daugiakriterį vertinimą.

2. Sutapdintų stogų vertinimo rodikliai

Sutapdinti stogai yra nagrinėjami ir vertinami pagal įvairius rodiklius daugelio užsienio ir Lietuvos tyrėjų. Nuolat didėjanti stogo dangų paklausa bei augantis šių dangų populiarumas, mažesnė žala aplinkai ir mažesnės statybos laiko sąnaudos – tai kriterijai, kodėl buvo pradėtas vertinti stogų reikšmingumas [3]. Straipsnyje [4] yra tiriami keli hidroizoliaciniai sutapdintų stogų pasirinkimai: bituminės dangos bei sintetinės (EPDM, PVC, HPDE, TPO) dangos, jos vertinamos pagal jų gyvavimo ciklo (patvarumo) poveikį aplinkai ir ekonomikai (kainą). Kiekvienos medžiagos gyvavimo ciklo kaina buvo įvertinta remiantis rinkos 2019 m. duomenimis. Atlikus daugiakriterį gyvavimo ciklo vertinimą (pagal sąnaudas ir poveikį aplinkai) geriausia alternatyva buvo nustatyta bituminė danga, o prasčiausia sintetinė EPDM stogo

danga. Lietuvių tyrėjai Kalibatas ir Kovaitis [5] darbe nagrinėjo skirtingas hidroizoliacines dangas (prilydomą bituminę dangą, polimero modifikuotas bitumo membranas ir sintetines (PVC, TPO, TPO / FPO, EPDM, EVA / EBA, PMMA) dangas) ir nustatė efektyviausią sutapdinto stogo dangą. Autoriai dangas vertino pagal tokius rodiklius: 1 m^2 dangos kainą, membranų montavimo našumas, išilginę tempimo jėgą, pailgėjimą, atsparumą garams, atsparumą plyšimui, lankstumą esant neigiamai temperatūrai ir maksimalų garantinį laikotarpį. Darbe [5] atliktas daugiakriteris vertinimas parodė, kad efektyviausias variantas yra TPO termo plastikinė membrana, o prasčiausia EVA / EBA sintetinė membrana.

Atsižvelgiant į Lietuvos ir užsienio tyrėjų straipsniuose pateiktus duomenis šiame straipsnyje buvo pasirinktos tirti 4 stogo dangos: prilydoma elastomerinė bituminė danga „MIDA Balt PV“ S4B, polimerinė PVC membrana „SIKA Sikaplan“ 15G, sintetinė hidroizoliacinė membrana TPO / FPO „MAPEPLAN“ T M 15 ir sintetinio kaučiuko membrana EPDM. Šios dangos bus vertinamos pagal tokius rodiklius: įrengimo kaina (1 m^2/€), 1 m^2 įrengimo laikas (min), santykinė masė (kg/m^2) ir didžiausioji tempimo jėga (kN). Pagal šiuos kriterijus, buvo nustatyta, kuri iš pasirinktų alternatyvų yra efektyviausia ir neefektyviausia.

3. TOPSIS metodas

TOPSIS (angl. *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) yra daugiakriteris sprendimų priėmimo metodas, pagrįstas idėja, kad rekomenduojamas sprendimas tūrėtų būti kaip galima „arčiau“ geriausio pasirinkimo ir kaip galima „toliau“ nuo prasčiausio pasirinkimo [6]. Šis metodas panaudotas kaip sprendimų palaikymo sistema tinkamiausiai stogo hidroizoliacinei dangai parinkti. Skaičiavimai atliekami pasinaudojus [7–9] darbuose pateiktu TOPSIS metodo algoritmu.

4. Stogo hidroizoliacinės dangos daugiakriteris vertinimas

Naudojant TOPSIS metodą reikia sudaryti galimų sprendimų matrica. Ji buvo sudaryta įvertinus 2-ame skyriuje pasirinktus vertinimo rodiklius (įrengimo kainą ir įrengimo laikas buvo gauti pasinaudojus programa *Sistela*) ir technines specifikacijas, kurias pateikia dangų gamintojai [10–13] (žr. 1 lentelę).

Normalizuota ir svertinė sprendimų matricos atitinkamai pateiktos 2 ir 3 lentelėse. Geriausios ir blogiausios vertinimo rodiklių svertinės vertės pateiktos 4 lentelėje, o „atstumai“ iki geriausios ir blogiausios vertinimo rodiklių svertinės vertės – 5 lentelėje.

Santykis „atstumas“ iki blogiausios vertinio rodiklio reikšmės pateiktas 6 lentelėje.

1 lentelė

Galimų sprendimų matrica

Stogo hidroizoliacinės dangos (alternatyvos)	**Rodikliai**			
	Įrengimo kaina 1 m^2, € (geriausia yra min. vertė)	**1 m^2 įrengimo laikas, min. (geriausia yra min. vertė)**	**Santykinė masė, kg/m^2 (geriausia yra min. vertė)**	**Didžiausioji tempimo jėga, kN (geriausia yra max. vertė)**
Bituminė danga „MIDA Balt PV“ S4B	10,82	16,44	5,20	17,65
PVC danga „SIKA Sikaplan“ 15G	15,89	15,30	1,83	19,98
TPO / FPO danga „MAPEPLAN“ T M 15	15,66	24,00	1,50	21,98
EPDM stogo danga	29,62	10,68	1,50	14,30

2 lentelė

Normalizuota sprendimų matrica

Stogo hidroizoliacinės dangos	**Rodiklių reikšmingumai *q***			
	0,250	**0,250**	**0,250**	**0,250**
	Normalizuoti rodikliai			
	Normalizuota 1 m^2 įrengimo kaina	**Normalizuota 1 m^2 įrengimo laikas**	**Normalizuota santykinė masė**	**Normalizuota didžiausia tempimo jėga**
Bituminė danga „MIDA Balt PV“ S4B	0,280	0,476	0,881	0,472
PVC danga „SIKA Sikaplan“ 15G	0,411	0,443	0,309	0,534
TPO / FPO danga „MAPEPLAN“ T M 15	0,405	0,694	0,254	0,588
EPDM stogo danga	0,767	0,309	0,254	0,382

3 lentelė

Svertinė normalizuota sprendimų matrica

Stogo hidroizoliacinės dangos	**Svertiniai normalizuoti rodikliai**			
	Svertinė 1 m^2 įrengimo kaina	**Svertinis 1 m^2 įrengimo laikas**	**Svertinė santykinė masė**	**Svertinė didžiausioji tempimo jėga**
Bituminė danga „MIDA Balt PV“ S4B	0,070	0,119	0,220	0,118

Stogo hidroizoliacinės dangos	Svertiniai normalizuoti rodikliai			
	Svertinė 1 m^2 įrengimo kaina	**Svertinis 1 m^2 įrengimo laikas**	**Svertinė santykinė masė**	**Svertinė didžiausioji tempimo jėga**
PVC danga „SIKA Sikaplan“ 15G	0,103	0,111	0,077	0,134
TPO/FPO danga „MAPEPLAN“ T M 15	0,101	0,174	0,064	0,147
EPDM stogo danga	0,192	0,077	0,064	0,096

4 lentelė

Geriausios ir blogiausios rodiklių svertinės vertės

Idealus variantas	Rodikliai			
	Svertinė 1 m^2 įrengimo kaina	**Svertinis 1 m^2 įrengimo laikas**	**Svertinė santykinė masė**	**Svertinė didžiausioji tempimo jėga**
a^+	0,070	0,077	0,064	0,147
a^-	0,192	0,174	0,220	0,096

5 lentelė

Atstumų svertinės vertės

Rodiklio numeris *j*	**„Atstumas“ tarp lyginamosios ir geriausios *j* rodiklio svertinės vertės**	**„Atstumas“ tarp lyginamosios ir blogiausios *j* rodiklio svertinės vertės**
1	$L_{1^+} = 0{,}165$	$L_{1^-} = 0{,}356$
2	$L_{2^+} = 0{,}051$	$L_{2^-} = 0{,}396$
3	$L_{3^+} = 0{,}101$	$L_{3^-} = 0{,}413$
4	$L_{4^+} = 0{,}132$	$L_{4^-} = 0{,}347$

6 lentelė

Santykiniai atstumai iki blogiausios vertinio rodiklio reikšmės

Santykinis atstumas	**Prioritetų eilutė**
$K_1 = 0{,}684$	**4**
$K_2 = 0{,}887$	**1**
$K_3 = 0{,}803$	**2**
$K_4 = 0{,}724$	**3**

Rezultatai gauti TOPSIS metodu pateikti 1 paveiksle.

1 pav. TOPSIS metodu atliktų stogo hidroizoliacinių dangų santykiniai efektyvumai

Sutapdintų stogų efektyviausia stogo danga gauta PVC „SIKA Sikaplan“ 15G su 0,887 efektyvumo balu, neefektyviausia – bituminė „MIDA BALT PV“ S4B danga, kurios efektyvumo balas yra 0,684.

5. Išvados

1. Darbe buvo tirtos šios stogo hidroizoliacinės dangos: bituminė danga „MIDA Balt PV“ S4B, PVC danga „SIKA Sikaplan“ 15G, TPO/FPO danga „MAPEPLAN“ T M 15 ir EPDM stogo danga. Pigiausia iš jų yra – Bituminė danga „MIDA Balt PV“ S4B, trumpiausias 1 m^2 įrengimo laikas yra EPDM stogo dangos, mažiausią santykinę masę turi dvi dangos – TPO / FPO danga „MAPEPLAN“ T M 15 ir EPDM stogo danga (santykinė masė 1,5 kg/m^2), didžiausią tempimo jėga turi TPO / FPO danga „MAPEPLAN“ T M 15.
2. Atlikus daugiakriterį TOPSIS stogo dangų vertinimą nustatyta, kad efektyviausia yra „SIKA Sikaplan“ 15G danga. Šios dangos santykinis efektyvumo balas yra 0,887. Mažiausiai efektyvi (iš nagrinėtų) danga yra bituminė „MIDA Balt PV“ S4B, jos santykinis efektyvumo balas yra 0,684. Skirtumas tarp šių dangų yra apie 1,3 karto. TPO / FPO danga „MAPEPLAN“ T M 15 ir EPDM stogo dangos surinko atitinkamai 0,803 ir 0,724 santykinius efektyvumo balus.

Literatūra

1. DOMINGUEZ-GONZALEZ, J., BORROSO-SANCHEZ, G., CALCEDO-SANZ-GARCIA, J. Preventive maintenance optimisation of accessible flat roofs in healthcare centres using the Markov chain. *Journal of Building Engineering* [interaktyvus]. 2020, 32(1), ISSN 101775 [žiūrėta 2021-04-09]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101775.
2. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *STR 2.04.01:2018 „Pastatų atitvaros. Sienos, stogai, langai ir išorės įėjimo durys“* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2021-04-04]. Prieiga per: https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/f58c3ad0544711e98bc2ba0c0453c004?jfwid=p1ug7ot2m/asr.
3. GOMES, R., DINIS S. J., DE BRITO, J. Environmental, economic and energy life cycle assesment „From cradle to cradle“ (3E-C2C) of flat roofs. *Journal of Building Engineering* [interaktyvus]. 2020, 32(1), ISSN 101436 [žiūrėta 2021-04-10]. Prieiga per: /doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101436.
4. GONCALVES, M., SILVESTRE, D., J., DE BRITO, J., GOMES, R. Environmental and economic comparison of the life cycle of waterproofing solutions for flat roofs. *Journal of Building Engineering* [interaktyvus]. 2019, 24(1), ISSN 100710 [žiūrėta 2021-04-11]. Prieiga per: doi.org/10.1016/j.jobe.2019.02.002.
5. KALIBATAS, D., KOVAITIS, V. Selecting the most effective alternative of waterproofing membranes for multifunctional inverted flat roofs. *Journal of Civil Engineering & Managament* [interaktyvus]. 2017, 23(5), ISSN 1392-3730 [žiūrėta 2021-04-13]. Prieiga per: https://doi.org/10.3846/13923730.2016.1250808
6. TZENG, G., HUANG, J. J. *Multiple attribute decision making. Methods and Applications*. CRC Press LLC. ISBN: 9781439861585.
7. RAHMAN, S., ODEYINKA, H., PERERA, S., YAXIN, BI. Product-cost modelling approach for the development of a decision support system for optimal roofing material selection. *Expert Systems with Applications* [interaktyvus]. 2012, 39(8), 6857–6871 [žiūrėta 2021-04-10]. ISSN 09574174. Prieiga per: doi:10.1016/j.eswa.2012.01.010.
8. ERDOGAN, S. A., ŠAPARAUSKAS, J., TURSKIS, Z. A multi-criteria decision-making model to choose the best option for sustainable construction management. *Sustainability* [interaktyvus]. 2019, 11(8), 2239, ISSN: 2071-1050 [žiūrėta 2021-04-11]. Prieiga per: doi:10.3390/su11082239.
9. ANDENAES, ENGEBØ, KVANDE, BOHNE, LOHNE. IOP conference series: earth and environmental science flat roofs defects-norwegian building sector perspectives flat roofs defects-norwegian building sector perspectives. IOP *Conference Series*: *Earth and Environmental Science* [interaktyvus]. 2019, 290, 2–4. [žiūrėta 2021-04-05]. Prieiga per: doi:10.1088/1755-1315/290/1/012069.

10. BITUMINĖS MIDA DANGOS. Medžiagos viršutiniam stogo dangos sluoksniui. *Technonicol* [interaktyvus]. N. d. [žiūrėta 2021-04-13]. Prieiga per: https://lt.technonicol.eu/materials/hidroizoliacines-medziagos/virsutiniam/mida-balt-pv-s4b.
11. PVC SIKA DANGOS. Medžiagos viršutiniam stogo dangos sluoksniui. *Stotras* [interaktyvus]. N. d. [žiūrėta 2021-04-13]. Prieiga per: https://www.stotras.lt/wp-content/uploads/Sikaplan_15D_18D.pdf.
12. TPO / FPO tipo dangos. *Mapeplan Syntethic Waterproofing Membranes* [interaktyvus]. N. d. [žiūrėta 2021-04-13]. Prieiga per: http://www.polyglass.com/GB-EN/product-detail.aspx?IDLinea=8&IDSottoLinea=130&IDProdotto=99.
13. SUTAPDINTAS STOGAS. *EPDM sistemos* [interaktyvus]. N. d. [žiūrėta 2021-04-13]. Prieiga per: https://epdm.lt/.

A++ KLASĖS DAUGIABUČIO GYVENAMOJO PASTATO COKOLIO APŠILTINIMO EFEKTYVUMO DAUGIAKRITERIS VERTINIMAS

Maldarytė K.[1], Aviža D.[1], Zacharovienė E.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: daugiabutis gyvenamasis pastatas, A++ klasė, cokolio mazgas, apšiltinimo medžiagų efektyvumas.

1. Įvadas

Laikui bėgant keičiasi ne tik žmonės ir gamta, tačiau keičiasi ir pastatai. Pastatai sensta, jų konstrukcijas veikia įvairūs faktoriai (drėgmė, temperatūros pokyčiai, eksploatacijos laikas ir pan.), todėl konstrukcijos įrsta, praranda savo fizikines savybes, išvaizdą ir tampa prastos techninės būklės. Kita senų pastatų įrimo problema – statybos metu neteisingai parinkti sprendimai, medžiagos, neteisingai atliktas darbas. Todėl tobulėjant žmonėms ir technologijoms, imta saugoti gamtą bei energijos išteklius. Pastatai pradedami atnaujinti, modernizuojami arba statomi siekiant gauti kuo didesnį jų energinį efektyvumą ir sumažinti šilumos nuostolius patiriamus per sienas, stogą, langus, duris ir kt. Aukštesnė pastato energinio efektyvumo klasė leidžia sumažinti būsto išlaidas, komunalines paslaugas, padidina būsto rinkos vertę. Daugiabučių gyvenamųjų namų energinio efektyvumo didinimas yra nagrinėjamas Lietuvos ir užsienio moksliniuose straipsniuose. Atliekami tyrimai siekiant išsiaiškinti efektyviausius didinimo būdus, priemones, medžiagas ir ieškomi nauji būdai, kurie galėtų prisidėti prie pastatų būklės gerinimo.

Tikslas – atlikti modernizuojamo A++ klasės daugiabučio gyvenamojo pastato cokolio apšiltinimo medžiagų efektyvumo daugiakriterį vertinimą.

Tyrimų metodai: mokslinių ir techninių šaltinių analizė, empirinis tyrimas TOPSIS metodu.

2. Energinio efektyvumo samprata ir metodai

Pastato (jo dalies) energinis naudingumas – apskaičiuotas energijos kiekis, reikalingas patenkinti su įprastu pastato naudojimu siejamą energijos poreikį, įskaitant energiją pastato šildymo, vėsinimo, vėdinimo, karšto vandens ir pastato apšvietimo reikmėms. Pastatai (jų dalys) pagal energinį naudingumą klasifikuojami į 9 klases: A++, A+, A, B, C, D, E, F, G. A++ klasė laikoma aukščiausia, ji nurodo energijos beveik nevartojantį pastatą (jo dalį) [1].

Vienas paprasčiausių ir efektyviausių būdų, padedančių taupyti energiją – pastatų izoliacija. Pagrindinis uždavinys šildant pastatą – pasirinkti tokią šiltinimo medžiagą, kad būtų padidinta pastato atitvarų šiluminė varža. Tyrimų rezultatai rodo [1], kad tiek išorinės tiek vidinės sienos šilumos izoliacija žymiai sumažina bendrą energijos poreikį, tačiau daro įtaką sienoms, t. y. jų apsaugai ir pelėsio formavimuisi. Šilumos izoliacijos montavimas yra tinkamesnis išorėje nei viduje, įrengus izoliacinį sluoksnį, šis neleidžia išorinėms sienoms atvėsti nakties metu. Jei siena nėra izoliuota, šilumos perdavimo greitis tarp vidaus ir išorės oro yra greitesnis, dėl ko sumažėja sienos temperatūra. [3]. Energijos vartojimo efektyvumo priemonės apima papildomą rūsio sienų, išorinių sienų ir palėpės grindų izoliaciją, patobulintus energiją taupančius langus ir duris, subalansuotą vėdinimą su šilumos grąžinimu, apšvietimą, buitinius prietaisus. Tyrimų rezultatai rodo, kad patobulinti energiją taupantys veiksniai leidžia žymiai sutaupyti galutinės ir pirminės energijos – patalpų šildymui. Bendras galutinės ir pirminės energijos suvartojimas vidutiniškai sumažėja atitinkamai 58–54 proc. kai visos priemonės taikomos kartu pagal dabartinius ir būsimus klimato scenarijus [4]. Taigi, tinkamai parinkti pastato šiltinimo bei kitų priemonių sprendiniai padeda pastatui tapti energiškai efektyvesniam.

3. Daugiabučių gyvenamųjų pastatų A++ klasės cokolio mazgo energinio efektyvumo didinimo daugiakriteris vertinimas

Yoon ir Hwang 1981 m. sukūrė variantų prioritetiškumo nustatymo metodiką, pagrįstą koncepcija, kad alternatyva turi mažiausią atstumą nuo idealaus sprendimo ir didžiausią atstumą nuo „neigiamai idealaus“ sprendimo. Šis metodas vadinamas variantų racionalumo nustatymu artumo idealiajam taškui metodu (angl. *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*, TOPSIS).

Tarkime, kad kiekvieno rodiklio reikšmės nuolat didėja arba nuolat mažėja. Tada galima nustatyti „idealų“ sprendimą, kuris yra sudarytas iš geriausių rodiklių reikšmių, ir „neigiamai idealų“ sprendimą, kuris yra sudarytas iš blogiausių rodiklių reikšmių. Norint taikyti artumo idealiam taškui metodą, būtina sudaryti sprendimų matricą *D*, kurioje eilutės žymi nagrinėjamas alternatyvas (x – alternatyvų skaičius), stulpeliai – efektyvumo

rodiklius (n – efektyvumo rodiklių skaičius), pagal kuriuos vertinamos alternatyvos [5,6]:

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

čia x_{ij} – i-osios alternatyvos; j-ojo efektyvumo rodiklio reikšmė.

Taikant TOPSIS metodą, sprendimų matrica D normalizuojama atliekant vektorinę normalizaciją [7]:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}}. \quad (2)$$

Gauta normalizuotoji matrica $\overline{D}$, kurios visos efektyvumo reikšmės – bedimensiai dydžiai:

$$\overline{D} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{11} & \bar{x}_{12} & \cdots & \bar{x}_{1n} \\ \bar{x}_{21} & \bar{x}_{22} & \cdots & \bar{x}_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \bar{x}_{m1} & \bar{x}_{m2} & \cdots. & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Tarkime, kad žinomos rodiklių integruoto reikšmingumo reikšmės.

$$w_j^*, (j = \overline{1,n}).$$

Taikant formulę (4) sudaroma svertinė normalizuota matrica $\overline{D^*}$:

$$\overline{D^*} = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \cdots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \cdots & v_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ v_{m1} & v_{m2} & \cdots. & v_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1^*\bar{x}_{11} & w_2^*\bar{x}_{12} & \cdots & w_n^*\bar{x}_{1n} \\ w_1^*\bar{x}_{21} & w_2^*\bar{x}_{22} & \cdots & w_n^*\bar{x}_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ w_1^*\bar{x}_{m1} & w_2^*\bar{x}_{m2} & \cdots. & w_n^*\bar{x}_{mn} \end{bmatrix}. \quad (4)$$

„Įdealiai geriausias“ variantas (alternatyva) yra nustatomas pagal 5 formulę:

$$A^+ = \{(maxv_{ij}|j\epsilon J), (minv_{ij}|j\epsilon J')|i = \overline{1,m}\} = \{a_1^+, a_2^+, \dots a_n^+\}; \quad (5)$$

čia J – rodiklių, kurių didesnės reikšmės yra geresnės, indeksų aibė; J' – rodiklių, kurių mažesnės reikšmės yra geresnės, indeksų aibė.

„Neigiamas idealus“ sprendimas nustatomas pagal formulę (6):

$$A^- = \{(minv_{ij}|j\epsilon J), (maxv_{ij}|j\epsilon J')|i = \overline{1,m}\} = \{a_1^-, a_2^-, \dots a_n^-\}. \quad (6)$$

Atstumas tarp lyginamojo i-tojo ir „idealiai geriausio“ A+ varianto nustatomas skaičiuojant atstumą n-matėje Euklido erdvėje, pagal formulę:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} \left(v_{ij} - a_j^+\right)^2}, (i = \overline{1,m}). \quad (7)$$

Tarp i-tojo ir „neigiamas idealus“ A-, pagal formulę:

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}\left(v_{ij} - a_j^-\right)^2}, (i = \overline{1,m}). \quad (8)$$

Galutinius TOPSIS metodo žingsniu nustatomas kiekvieno i-tojo varianto santykinis skirtumas atstumas iki „idealiai geriausio“ varianto:

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}, i = \overline{1,m}, kai\ C_i \in [0,1]. \quad (9)$$

Taigi, kuo C_i reikšmė yra artimesnė vienetui, tuo i-asis variantas artimesnis $A+$, tai yra, racionalus variantas bus tas, kurio C_i reikšmė yra didžiausia.

4. Cokolio šiltinimo medžiagų daugiakriteris vertinimas TOPSIS metodu

Daugiakriteriui vertinimui atlikti TOPSIS metodu yra pasirinktas tiriamasis modelis – cokolio mazgas (žr. 1 pav.), kuriame bus vertinamos 3 skirtingos cokolio apšiltinimo medžiagos (pažymėta „x“).

1 pav. Cokolio magas (tiriamasis modelis, kur „x“ skirtinga šiltinimo medžiaga)

Norint atlikti cokolio šiltinimo medžiagų daugiakriterį vertinimą, visų pirma yra sudaroma pradinė galimų sprendimų matrica (žr. 1 lentelę), kuriai sudaryti yra parenkamos vertinimo alternatyvos – skirtingos šiltinimo medžiagos: polistireninio putplasčio plokštės „ETNA“ EPS 100, ekstruzinis polistirolas „Finnfoam“ XPS FL-300, 100 mm, „Šillfoam Premium“ (medžiagos yra vienodo – 100 mm storio). Rodikliai, kuriais bus vertinamas efektyvumas: šiltinimo medžiagų kaina, šilumos perdavimo koeficientas, stipris gniuždant, ilgalaikis vandens įmirkis.

Vertinami rodikliai yra minimalizuojami arba maksimalizuojami priklausomai nuo rodiklio reikšmingumo: kaina – minimizuojama, dėl renkamo pigiausio varianto, šilumos laidumo koeficientas – minimizuojamas, kuo mažesnis šis skaičius, tuo patiriami mažesni šilumos nuostoliai, stipris gniuždant – maksimalizuojamas, kuo didesnis stipris tuo medžiaga pasižymi geresnėmis savybėmis – atlaiko didesnes apkrovas, ilgalaikis vandens įmirkis – minimizuojamas, kuo mažesnis tuo mažesnė įtaka šilumos perdavimui. Tuomet yra atliekamas matricos normalizavimas, atliekant vektorinę normalizaciją pagal (2) formulę (žr. 2 lentelę).

1 lentelė

Galimų sprendimų priėmimo matrica

Medžiagų alternatyvos (variantai)	**Rodikliai**			
	Šiltinimo medžiagos kaina, EUR/m²	**Deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas, W/(m²K)**	**Stipris gniuždant, kPa**	**Ilgalaikis vandens įmirkis, %**
	Min. rodiklis	Min. rodiklis	Max. rodiklis	Min. rodiklis
Polistireninio putplasčio plokštės „ETNA“ EPS100	15,280	0,035	100	3,000
Ekstruzinis polistirolas „Finnfoam“ XPS FL-300, 100 mm	16,920	0,036	300	0,700
„Šillfoam Premium“	20,010	0,034	200	0,500

2 lentelė

Normalizuota sprendimų matrica

Projekto alternatyvos (variantai)	**Normalizuoti rodikliai**			
	Šiltinimo medžiagos kaina, EUR/m²	**Deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas, W/(m²K)**	**Stipris gniuždant kPa**	**Ilgalaikis vandens įmirkis, %**
Polistireninio putplasčio plokštės „ETNA“ EPS100	0,504	0,577	0,267	0,961
Ekstruzinis polistirolas „Finnfoam“ XPS FL-300, 100 mm	0,558	0,594	0,802	0,224
„Šillfoam Premium“	0,660	0,561	0,535	0,160
	Rodiklių reikšmingumai, *q*			
	0,200	0,200	0,200	0,200

Kadangi nebuvo atlikta ekspertų apklausa, rodiklių reikšmingumas buvo priimtas proporcingai lygus visiems rodikliams. Taikant formulę (4) yra sudaroma svertinė normalizuota matrica (žr. 3 lentelę).

3 lentelė

Svertinė normalizuota sprendimų matrica

Projekto alternatyvos (variantai)	**Svertiniai normalizuoti rodikliai**			
	Šiltinimo medžiagos kaina, EUR/m^2	**Deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas, W/(m^{2}K)**	**Stipris gniuždant kPa**	**Ilgalaikis vandens įmirkis, %**
Polistireninio putplasčio plokštės „ETNA“ EPS100	0,101	0,115	0,053	0,192
Ekstruzinis polistirolas „Finnfoam“ XPS FL-300, 100 mm	0,112	0,119	0,160	0,045
„Šillfoam Premium“	0,132	0,112	0,107	0,032

„Įdealiai geriausias“ variantas (alternatyva) yra nustatomas pagal (5) formulę (žr. 4 lentelę).

4 lentelė

Idealiai geriausia ir blogiausia alternatyva

Idealus variantas	**Rodikliai**			
	Šiltinimo medžiagos kaina, EUR/m^2	**Deklaruojamas šilumos laidumo koeficientas, W/(m^{2}K)**	**Stipris gniuždant kPa**	**Ilgalaikis vandens įmirkis, %**
a^+	0,101	0,112	0,160	0,032
a^-	0,132	0,119	0,053	0,192

Atstumų tarp lyginamųjų ir idealiai geriausių bei blogiausių alternatyvų nustatymas yra vykdomas taikant (7) ir (8) formules (žr. 5 lentelę).

Taigi, TOPSIS metodu atlikus empirinį tyrimą nustatyta, kad racionaliausias cokolio apšiltinimas A++ energinio naudingumo klasės daugiabučiam gyvenamajam pastatui yra ekstruzinis polistireninis putplastis „Finnfoam“ XPS FL-300. Šis variantas surinko 0,910 balus, o blogiausias variantas, surinkęs 0,140 balus, yra polistireninio putplasčio plokštės „ETNA“ EPS100. Geriausias variantas nuo blogiausio skiriasi 0,77 efektyvumo balais arba 84,62 proc. (žr. 2 pav.).

5 lentelė

Atstumai

„Atstumas“ tarp lyginamosios ir idealiai geriausios alternatyvos	**„Atstumas“ tarp lyginamosios ir idealiai blogiausios alternatyvos**
$L_1^+ = 0{,}193$	$L_1^- = 0{,}031$
$L_2^+ = 0{,}018$	$L_2^- = 0{,}183$
$L_3^+ = 0{,}062$	$L_3^- = 0{,}169$

Alternatyvos santykinio atstumo iki idealaus varianto nustatymas yra apskaičiuojamas naudojantis (9) pateikta formule (žr. 6 lentelę).

6 lentelė

Santykiniai atstumai

Santykinis atstumas	**Prioritetų eilutė**
$K_1 = 0{,}140$	**3**
$K_2 = 0{,}910$	**1**
$K_3 = 0{,}732$	**2**

2 pav. TOPSIS metodu apskaičiuoti tyrimų rezultatai

Pigiausios iš visų vertinamų alternatyvų yra polistireninio putplasčio plokštės „ETNA“ EPS100, mažiausią deklaruojamą šilumos laidumo koeficientą turi – „Šillfoam Premium“ medžiaga, didžiausią stiprį gniuždant atlaiko ekstruzinis polistireninis putplastis „Finnfoam“ XPS FL-300, mažiausias ilgalaikis vandens mirkis – „Šillfoam Premium“ medžiagos.

5. Išvados

1. Tiriamajame darbe buvo analizuojami pastatų cokolio izoliacijos būdai: polistireninio putplasčio plokštes „ETNA“ EPS100, ekstruzinis polistireninis putplastis „Finnfoam“ XPS FL-300 ir „Šillfoam Premium“.

Pagal nagrinėjamus rodiklius, nustatyta kad, mažiausią kainą turi plokštės – „ETNA“ EPS100, mažiausią šilumos laidumo koeficientą – „Šillfoam Premium“, didžiausią stiprį gniuždant – „Finnfoam“ XPS FL-300, o mažiausią ilgalaikį vandens įmirkį – „Šillfoam Premium“ plokštės.

2. Atlikus empirinį tyrimą TOPSIS metodu nustatyta, kad iš tirtų medžiagų, efektyviausias cokolio apšiltinimas modernizuojamam A++ energinio naudingumo klasės daugiabučiam gyvenamajam pastatui yra ekstruzinis polistireninis putplastis „Finnfoam“ XPS FL-300 (surinko balų 0,91 iš 1 galimo), o mažiausiai efektyvus – polistireninis putplastis „ETNA“ EPS100 (kai visų vertinamųjų rodiklių reikšmingumas yra vienodo dydžio).

Literatūra

1. LIETUVOS RESPUBLIKOS SEIMAS. *STR 2.01.02:2016 „Pastatų energinio naudingumo projektavimas ir sertifikavimas“* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2021-04-06]. Prieiga per: https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/15767120a80711e68987e8320e9a5185/asr.
2. PARASCHIV, L. S., PARASCHIV, S., ION, V. *Increasing the Energy Efficiency of Buildings by Thermal Insulation* [interaktyvus]. 2017, 128, 393–399 [žiūrėta 2021-03-11]. Prieiga per: Science Direct.
3. AYDIN, D., MIHLAYANLAR, E. A case study on the impact of building envelope on energy effiency in hight-rise residential building. *Architecture Civil Engineering Environment* [interaktyvus]. 2020, 13(1), 5–18 [žiūrėta 2021-03-14]. Prieiga per: doi:10.21307/ACEE-2020-001.
4. UNIBEN, Y. A. T., GUSTAVSSON, L. Energy savings and overheating risk of deep energy renovation of a multi-storey residential building in a cold climate under climate change. *Architecture, Civil Engineering, Environment* [interaktyvus]. 2020, 202 [žiūrėta 2021-04-01]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117578.
5. SIMANAVIČIENĖ, R. Kiekybinių daugiatikslių sprendimo priėmimo metodų jautrumo analizė. *Daugiatikslių sprendimų priėmimo metodų analitinis tyrimas metodu TOPSIS* [interaktyvus]. VGTU leidykla „Technika“, 2011, 19–21. ISBN 978-609-457-055-1. Prieiga per: http://dspace.vgtu.lt/handle/1/926.
6. TZENG, G., HUANG, J. *Multiple Attribute Decision Making. Methods and Applications*. CRC Press LLC. 2011-06-22. ISBN 9781439861585.
7. ANTUCHEVIČIENĖ, J. Alternatyvų vertinimo būdai TOPSIS metodu, esant neapibrėžtumui. *Ūkio technologinis ir ekonominis vystymas*. XI (4), 2005, 242–247 [žiūrėta 2021-04-01]. ISSN 1822-3613.

SAULĖS FOTOVOLTINIŲ MODULIŲ INDIVIDUALIUOSIUOSE NAMUOSE EFEKTYVUMO KOMPLEKSINIS VERTINIMAS

Matulis D.[1], Kelpšienė L.[1]

[1] *Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: saulės energija, atsinaujinantys energijos ištekliai.

1. Įvadas

Saulės energija – tai Saulės spinduliuotė, kurią galima panaudoti gaminant šilumą, sukeliant įvairias chemines reakcijas arba generuojant elektros energiją. Saulės energijos kiekis, kuris pasiekia Žemę, yra kelis kartus didesnis, nei bet koks prognozuojamas energijos poreikis.

Jau 1974 m. buvo suprasta, kad Saulės energija gali patenkinti visų Pasaulio gyventojų energijos poreikį praktiškai neteršiant gamtos. Saulės energijos gamyba Europoje per šiame amžiuje padidėjo nuo maždaug 130 MW iki 110 GW instaliuotų pajėgumų (atitinkamai nuo 90 GWh iki 120 TWh per metus gaminant elektros energiją) [1].

Atsinaujinančiųjų energijos šaltinių sritis, kai pasitelkus Saulės šviesą yra išgaunama elektros energija, vadinama fotovoltine Saulės energetika. Išgaunant elektros energiją, naudojamos įvairios fotovoltinės elektrinių sistemos. Saulės elektrinė – tai elektros įrenginių visuma, kurios pagrindiniai komponentai yra fotomoduliai, tinklo inverteris bei papildomi sistemos komponentai, skirti padidinti Saulės elektrinių efektyvumą, o taip pat įrenginiai, skirti stebėti generuojamos elektros energijos kiekį [2].

Šiame amžiuje tikimasi, kad Saulės energija taps dar labiau patrauklesnė kaip atsinaujinančios energijos šaltinis dėl jos neišsenkančio energijos kiekio. Pastatų modernizacijoje būtina skirti papildomų pastangų diegiant Saulės energijos naudojimo sistemas [3].

Vienas iš pagrindinių tokios energijos privalumų tai, kad ši energijos rūšis yra visiškai švari ir ekologiška, todėl yra puiki alternatyva iškastinio kuro, anglies, naftos ir gamtinių dujų išgavimui.

Tikslas – atlikti Saulės fotovoltinių elektrinių, individualiuosiuose namuose kompleksinį efektyvumo vertinimą.

2. Saulės energijos potencialas ant šlaitinių stogų

Miesto teritorijose išorės pastatų paviršiai, ypač stogai, paprastai laikomi tinkamomis vietomis įrengti Saulės kolektorius, kad būtų galima gaminti šiluminę energiją. Šie prietaisai reikalauja mažai priežiūros, siūlo didelę investicijų grąžą ir gali pasiekti energijos konversiją be triukšmo ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų. Šlaitinis stogas yra dažniausiai naudojamas architektūrinis stilius. Vis dėlto įvertinti Saulės energijos potencialą mieste yra iššūkis, nes Saulės spinduliuotėje yra didelių erdvinių ir laiko pokyčių, kuriuos labai veikia įvairūs veiksniai, pavyzdžiui, paviršiaus orientacija ir šešėlių efektai. Todėl reikia įvertinti stogo konstrukciją ir numatyti Saulės spindulių kiekį krentantį ant namo stogo [4].

Kitas Saulės energijos naudojimo pastatuose būdas – taikant Saulės fotoelektros technologijas, kuriomis siekiama sugerti Saulės spinduliuotę ir tiesiogiai gaminti elektrą naudojant fotovoltinius elementus [4].

Fotovoltinių elementų vertinimas pirmiausia siejamas su jų geba „sugaudyti“ Saulės spinduliuotę ir paversti ją namo įrangai tinkama elektros srove. Trijų tipų fotovoltinių modulių darbinės charakteristikos (žr. 1 lentelę), esant standartinėms bandymo sąlygoms, gerokai skiriasi pagal atskirus rodiklius.

1 lentelė

Skirtingų tipų fotovoltinių modulių parametrai [5]

Modulio parametras	**Modulio tipas**		
	Monokristalinis	**Polikristalinis**	**Amorfinis**
Didžiausia galia, Wp	250	250	130
Didžiausios galios įtampa, V	31,10	30,10	46,10
Didžiausios galios srovė, A	8,05	8,31	2,82
Tuščios veikos įtampa, V	37,80	37,40	60,40
Trumpo jungimo srovė, A	8,28	8,83	3,41
Modulio efektyvumas, %	14,91	15,40	9,3
Maksimali sistemos įtampa, V	1 000		
Standartinės bandymo sąlygos	1 000 W/m^2, oro masė 1,5, 25 °C		

Nors monokristaliniai elementai laikomi šiuo metu didžiausio efektyvumo, tačiau dėl gamybos technologijos fotovoltinio elemento forma yra labai užapvalintais kampais [6]. Šiuo atveju panaudojamas ne visas modulio plotas. Todėl skaičiuojant modulio efektyvumą realiomis sąlygomis monokristaliniai moduliai nusileidžia polikristaliniams moduliams. Amorfinių modulių efektyvumas yra apie 1,6 karto mažesnis už šiuo metu pirmaujančių monokristalinių bei polikristalinių modulių. Tačiau ir amorfinių modulių kaina taip pat ženkliai skiriasi.

Taigi, nepaisant jų pigumo, nedaugelis dėl modulių mažo efektyvumo ir greitos elektrinių charakteristikos naudingumo koeficiento mažėjimo ryžtasi amorfinius modulius naudoti fotovoltinėse jėgainėse [5].

3. Skirtingų fotovoltinių elementų palyginimas TOPSIS metodu

Palyginimui buvo pasirinkti trijų skirtingų prekinių ženklų Saulės moduliai (žr. 2 lentelę), kurių pagrindinės palyginimo charakteristikos siejamos su efektyvumu montavimo momentu, efektyvumo sumažėjimu po 25 metų eksploatacijos ir gamintojų suteikiamomis garantijomis.

2 lentelė

Sprendimų priėmimo matrica

Moduliai (variantai)	**Efektyvumas, %**	**Efekt. nuo pradinio po 25 metų, %**	**Gamintojo garantija, metais**
„JA Solar“	20,70	80,80	12,00
„SoliTek“	19,15	80,00	20,00
„LG“	20,40	90,80	25,00
Min. ar max. rodiklis	Max.	Min.	Max.

Siekiant palyginti skirtingų verčių ir matavimo dydžių kriterijus, kiekvieno jų reikšmė normalizuojama pagal (1) išraišką, o rezultatai surašomi į 3 ir 4 lenteles.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^{n} x_{ij}^2}}; \; i = \overline{1,m}; \quad j = \overline{1,n}; \qquad (1)\ [7]$$

čia x_{ij} − sprendimų priėmimo matricos nariai; i − alternatyva; m − alternatyvų skaičius; j − rodiklis; n − rodiklių skaičius.

3 lentelė

Normalizuota matrica

Moduliai (variantai)	**Efektyvumas**	**Efekt. nuo pradinio po 25 metų**	**Gamintojo garantija**
„JA Solar“	0,595	0,555	0,351
„SoliTek“	0,550	0,550	0,585
„LG“	0,586	0,624	0,731
Rodiklių reikšmingumas	0,333	0,333	0,333

Įvertinus rodiklių reikšmingumus, sudaroma svertinė normalizuota matrica:

$$v_{ij} = q_i \cdot r_{ij}\,;\ i = \overline{1,m};\quad j = \overline{1,n}; \qquad (2)\ [7]$$

čia q_i – integruotasis rodiklio reikšmingumas.

4 lentelė

Svertinė normalizuota matrica

Moduliai (variantai)	**Efektyvumas**	**Efekt. nuo pradinio po 25 metų**	**Gamintojo garantija**
„JA Solar“	0,198	0,185	0,117
„SoliTek“	0,183	0,183	0,195
„LG“	0,195	0,208	0,243

Idealiai geriausios ir blogiausios alternatyvos nustatymas [7] (žr. 5 lentelę):

$$a^+ = \left\{ \left(\max_j v_{ij} \middle| i \in I \right), \left(\max_j v_{ij} \middle| i \in I' \right), j = \overline{1,n} \right\} = \left\{ v_{1^+}, v_{2^+}, \ldots, v_{n^+} \right\}; \qquad (3)$$

$$a^- = \left\{ \left(\max_j v_{ij} \middle| i \in I \right), \left(\max_j v_{ij} \middle| i \in I' \right), j = \overline{1,n} \right\} = \left\{ v_{1^-}, v_{2^-}, \ldots, v_{n^-} \right\}; \qquad (4)$$

čia $I = \{i = 1, 2, 3, \ldots, m\}$ – maksimizuojamų rodiklių aibė; $I' = \{i = 1, 2, 3, \ldots, m\}$ – minimizuojamų rodiklių aibė.

5 lentelė

Svertinė normalizuota matrica

Idealus variantas	**Efektyvumas**	**Efekt. nuo pradinio po 25 metų**	**Gamintojo garantija**
a^+	0,183	0,183	0,243
a^-	0,198	0,208	0,117

Atstumas (žr. 6 lentelę) tarp lyginamosios ir idealiai geriausios alternatyvos nustatomas:

$$L_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (r_{ij} - a_j^+)^2}\,; i = \overline{1.m}. \qquad (5)\ [8]$$

Atstumas (žr. 6 lentelę) tarp lyginamosios ir idealiai blogiausios alternatyvos nustatomas:

$$L_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (r_{ij} - a_j^-)^2}; i = \overline{1.m}. \quad (6)\ [8]$$

6 lentelė

Atstumai

L_1^+	0,127	L_1^-	0,023
L_2^+	0,049	L_2^-	0,083
L_3^+	0,027	L_3^-	0,127

Alternatyvos santykinio atstumo (žr. 7 lentelę) iki idealaus nustatymas:

$$K_i = \frac{L_i^-}{L_i^+ + L_i^-}; i = \overline{1,m}. \quad (7)\ [8]$$

7 lentelė

Santykiniai atstumai

K_1	0,152	**3**
K_2	0,630	**2**
K_3	0,822	**1**

1 pav. Skirtingų fotovoltinių modulių palyginimas TOPSIS metodu

4. Išvados

1. Apžvelgus mokslininkų tyrimus galima teigti, kad skaičiuojant modulio efektyvumą realiomis sąlygomis monokristaliniai moduliai nusileidžia polikristaliniams moduliams, tačiau amorfiniai pasižymi žemiausia rinkos kaina.
2. Iš palygintų efektyviausias projektas pagal TOPSIS metodą – modulis „LG“, kuris surinko 0,822 efektyvumo balo.
3. Geriausia alternatyva nuo blogiausios skiriasi 67,00 proc.

Literatūra

1. MADSEN, D. N., HANSEN, J. P. Outlook of solar energy in Europe based on economic growth characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [interaktyvus]. 2019, 114, 109306, ISSN 1364-0321 [žiūrėta 2021-03-30]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109306.
2. AZIZKHANI, M., GREBBY, S. Assessment of solar PV potential on facades: Toward zero-energy buildings. *29th Annual GIS Research UK Conference (GISRUK)*, Cardiff, Wales, UK (Online).
3. LIANG, Z. ir kt. Digital-twin-based evaluation of nearly zero-energybuilding for existing buildings based on scan-to-BIM. *Advances in Civil Engineering* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-03-30]. Prieiga per: https://doi.org/10.1155/2021/6638897.
4. LI, Y., LIU, C. Estimating solar energy potentials on pitched roofs. *Energy and Buildings* [interaktyvus]. 2017, 139, 101–107 [žiūrėta 2021-03-30]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.12.070.
5. PIKUTIS, M. Fotovoltinės elektrinės intelektualaus valdymo kūrimas. *Daktaro disertacija*. Vilnius: Technika, 2015. 116 p. ISBN 978-609-457-877-9.
6. SAGA, T. Advances in crystalline silicon solar cell technology for industrial mass production. *NPG Asia Materials* [interaktyvus]. 2010, 2(3), 96–102 [žiūrėta 2021-03-30]. Prieiga per: https://doi.org/10.1038/asiamat.2010.82.
7. ANTUCHEVIČIENĖ, J. Alternatyvų vertinimo būdai TOPSIS metodu, esant neapibrėžtumui. *Ūkio technologinis ir ekonominis vystymas*. 2005, 11(4), 242–247. ISSN 1392-8619.
8. SANCHEZ-LOZANO, J. M., GARCÍA-CASCALES, M. S., LAMATA, M. T. Comparative TOPSIS-ELECTRE TRI methods for optimal sites for photovoltaic solar farms. Case study in Spain. *Journal of Cleaner Production* [interaktyvus]. 2016, 127, 387–398, ISSN 0959-6526 [žiūrėta 2021-03-30]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.005.

ŠLAITINIO STOGO MEDINĖS SANTVAROS EFEKTYVUMO DAUGIAKRITERIS VERTINIMAS

Paulauskas M.[1], Aviža D.[1], Zacharovienė E.[1]

[1] *Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: šlaitinis stogas, medinė santvara, daugiakriteris vertinimas, MOORA metodas, medinės santvaros efektyvumas.

1. Įvadas

Lietuva pasižymi itin įvairiu klimatu, kuriai būdingas ekstremalių sezoninių svyravimų priežastys. Mediniai stogai vertinami kaip stogo konstrukcijos, kuriose laikančioji konstrukcija susideda iš medžio. Tokioms konstrukcijoms būtina užtikrinti pakankamą ventiliaciją, kad drėgmė pasišalintų iš stogo konstrukcijos. Pastatus ir ypač stogą gali paveikti stiprus vėjas, sniego apkrovos, krituliai, užšalimo ciklai ir dideli temperatūros svyravimai. Klimato poveikis ypatingai veikia stogo medžiagų ir stogo konstrukcijų ilgaamžiškumą. Tai reiškia, kad norint kokybiškai uždengti medinių konstrukcijų stogą, reikia ypatingą dėmesį skirti statybos technologijai [1].

Griežtėjant statybos standartams atsiranda būtinybė ieškoti naujesnių, modernesnių ir efektyvesnių šlaitinio stogo konstrukcinių sprendimų, kurie būtų pritaikyti prie šiuolaikinių vidaus apdailos, atitvarų šiltinimo, inžinerinių sistemų ar stogo dangos medžiagų. Labai svarbu tinkamai įvertinti kriterijus, pagal kuriuos projektuojamos medinės stogo konstrukcijos [2].

2006 m. pasiūlytas daugiafunkcio optimizavimo būdas naudojant atskiras alternatyvas – MOORA (daugiafunkcinis optimizavimas pagal santykio analizę) [3]. Tai paskutiniu metu sukurtas MCDM metodas, kuris naudoja statistinį metodą ir parenka geriausią alternatyvą iš siūlomų alternatyvų. Šis metodas yra labai lengvai suprantamas, pateikia beveik tikslią medžiagų alternatyvų klasifikaciją ir yra lengvai įgyvendinamas [4]. MOORA metodas sėkmingai buvo pritaikytas spręsti įvairius optimizavimo uždavinius. Metodo taikymas apima plačią problemų vertinimo ir sprendimo priėmimo skalę įvairiose ekonomikos, aplinkos, socialinėse, fizikos srityse [5].

Tikslas – taikant MOORA metodą atlikti šlaitinio stogo medinės santvaros efektyvumo daugiakriterį vertinimą.

Tyrimų metodai: mokslinių straipsnių ir kitų šaltinių apžvalga, daugiakriterių sprendimų priėmimo metodai.

2. Tyrimo metodika

MOORA metodas pradedamas sudarant sprendimo matricą X, kuri susideda iš skirtingų alternatyvų atsižvelgiant į įvairius kriterijus. Eilutes žymi nagrinėjamas alternatyvas (m – alternatyvų skaičius), o stulpeliai nurodo efektyvumo rodiklius (n – efektyvumo rodiklių skaičius). Norėdami nuspręsti įvesties informacijos duomenis sukuriama sprendimų priėmimo matrica pagal (1) formulę [6]:

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

Antrame žingsnyje normalizuojama sprendimo matrica lyginant kiekvieno rodiklio konkrečią reikšmę su rodiklio reikšmėmis pagal (2) formulę [4]:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}}; \quad (2)$$

čia $\bar{x}_{ij}$ – neturintis matavimo vieneto normalizuotas skaičius, priklausantis intervalui $[0, 1]$ bei nurodo i-osios alternatyvos vertę pagrįstą j-osios kriterijumi.

Trečiame žingsnyje svertinė normalizuoto sprendimo matrica formuojama pagal (3) formulę [4]:

$$v_{ij} = w_j \cdot \bar{x}_{ij}; \quad (3)$$

čia w_j – rodo j-ojo kriterijaus svorį.

Ketvirtame žingsnyje gautos normalizuotos efektyvumo vertės iš visų padidėjusių kriterijų arba naudos kriterijų suma (jei pageidaujama faktoriaus vertė yra minimali) atimamos visų neigiamų kriterijų arba sąnaudų kriterijų suma (jei pageidaujama koeficiento vertė yra didžiausia) pagal (4) formulę [7]:

$$\bar{y}_i = \sum_{j=1}^{g} v_{ij} - \sum_{j=g+1}^{n} v_{ij}; \quad (4)$$

čia $\sum_{j=1}^{g} v_{ij}$ – padidėjusių veiksnių suma (1, ..., g); $\sum_{j=g+1}^{n} v_{ij}$ – neigiamų veiksnių suma (g+1, …, n); g – nustatytinų naudos veiksnių skaičius.

Galiausiai alternatyvų reitingas gaunamas reitinguojant $\bar{y}_i$ vertes. Geriausia alternatyva – didžiausia apskaičiuota vertė, blogiausia alternatyva – mažiausia apskaičiuota reikšmė [7].

3. Tyrimas

Medinės konstrukcijos projektuojamos pagal STR 2.05.07:2005 [8] ir „Eurokodas“ 5 [9] reikalavimus. Tyrimo modelis – gyvenamosios paskirties A++ klasės pastato medinė santvara, kuri dengia 10 metrų tarpatramį. Stogo nuolydis sudaro 30 laipsnių, taip pat santvaroje suformuojama horizontali konstrukcija luboms, kuri apšiltinama akmens vata. Tyrime lyginamos trijų tipų medinės santvaros (žr. 1 pav.). Programa *WOODexpress* [10] yra atliekami trijų tipų medinių santvarų tiriamojo modelio skaičiavimai.

a) b)

c)

1 pav. Tiriamų medinių santvarų tipai [10]: a) santvara su vienu statramsčiu; b) santvara su vienu statramsčiu ir dviem spyriais; c) santvara su trimis statramsčiais ir dviem spyriais

Visos tiriamos medinės santvaros apskaičiuojamos įvertinant šiuos reikalavimus:

- sniego apkrova – 1,20 kN/m²;
- vėjo apkrova – 0,50 kN/m²;

- stogo dangos apkrova – 0,45 kN/m²;
- grebėstų savasis svoris – 0,10 kN/m²;
- lubų savasis svoris – 0,80 kN/m²;
- montuojamų santvarų žingsnis – 600 mm;
- montuojamų grebėstų žingsnis – 300 mm;
- medienos klasė – C24 [11];
- naudojamos metalinės sujungimo plokštelės – 2 mm (plienas – S240);
- metalinės plokštelės tvirtinamos rifliuotomis vinimis – 4 mm.

Programoje [10] kiekvienas santvaros medinis elementas parenkamas taip, kad tenkintų keliamus reikalavimus. Parinkus 50 mm minimalų elemento plotį nustatomas elemento reikiamas aukštis intervalu 10 mm iki maksimalaus 250 mm. Jei elementas netenkina aukščiau aprašytų sąlygų, elementas platinamas intervalu 10 mm ir vėl aukštinamas iki 250 mm. Tokiu principu suprojektuojami visų tiriamų santvarų elementai, kurie turi atitikti keliamus reikalavimus.

Programa [10] apskaičiuota, kad pagaminti santvarai su vienu statramsčiu (žr. 1 pav.) 1 ir 2 elementui reikės 60 × 250 mm, 3 ir 4 elementui 60 × 150 mm bei 5 elementui 60 × 80 mm medienos. Iš viso reikės 0,277 m³ medienos. Santvaros svoris sudarys 95,1 kg.

Pagaminti santvarai su vienu statramsčiu ir dviem spyriais (žr. 1 pav.) 1, 2, 3 ir 4 elementams reikės 50 × 140 mm, 5 ir 6 elementams 50 × 170 mm bei 7, 8 ir 9 elementams 50 × 110 mm medienos. Iš viso reikės 0,213 m³ medienos. Santvaros svoris sudarys 73,3 kg.

Pagaminti santvarai su trims statramsčiais ir dviem spyriais (žr. 1 pav.) 1, 2, 3 ir 4 elementams reikės 50 × 150 mm, 5, 6, 7, 8 ir 9 elementams 50 × 100 mm, 10 ir 11 elementams 50 × 60 mm bei 12 ir 13 elementams 50 × 140 mm medienos. Iš viso reikės 0,200 m³ medienos. Santvaros svoris sudarys 68,7 kg.

Šiame darbe taikant MOORA metodą atliktas šlaitinio stogo medinės santvaros efektyvumo daugiakriteris vertinimas pagal tokius rodiklius: mažiausią svorį, mažiausią medžiagų kainą, mažiausią sujungimų kiekį, mažiausią medienos šilumos perdavimo koeficientą įvertinant medienos tūrį apšildymo sluoksnyje ir aukščiausią balą įvertinus palėpės panaudojimo patogumą sandėliuoti daiktus iki 0,3 kN/m².

Šiame tyrime rodiklių reikšmingumas yra priimtas lygus (proporcingas) visiems vertinamiesiems rodikliams, kadangi nebuvo atliekama ekspertų apklausa. Pagal aukščiau aprašytus rodiklius 1 lentelėje sudaroma pradinė sprendimų priėmimo matrica.

Antrame etape normalizuojama sprendimo matrica lyginant kiekvieno rodiklio konkrečią reikšmę su rodiklio reikšmėmis pagal (2) formulę [4]. Normalizuotos matricos rezultatai pateikti 2 lentelėje.

1 lentelė

Pradinė sprendimų priėmimo matrica

Medinės santvaros (alternatyvos)	**Rodikliai**				
	Svoris, kg	**Medžiagų kaina, €**	**Sujungimų kiekis, vnt.**	**Šilumos perdavimo koeficientas, W/m²K**	**Palėpės panaudojimas, balais**
Santvara su vienu statramsčiu	95,10	85,25	8	0,0018	3
Santvara su vienu statramsčiu ir dviem spyriais	73,30	77,25	12	0,0017	2
Santvara su trimis statramsčiais ir dviem spyriais	68,70	82,00	16	0,0011	1
Rodiklio reikšmė (max./min.)	68,70	77,25	8	0,0011	3
Reikšmingumas	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

2 lentelė

Normalizuota sprendimų matrica

Medinės santvaros (alterna-tyvos)	**Rodikliai**				
	Normalizuotas svoris, kg	**Normali-zuota medžiagų kaina, €**	**Normalizuotas sujungimų kiekis, vnt.**	**Normalizuotas šilumos perdavimo koeficientas, W/m²K**	**Normalizuotas palėpės panaudojimas, balais**
Santvara su vienu statramsčiu	0,687	0,603	0,371	0,664	0,802
Santvara su vienu statramsčiu ir dviem spyriais	0,530	0,547	0,557	0,627	0,535
Santvara su trimis statramsčiais ir dviem spyriais	0,497	0,580	0,743	0,406	0,267

3 lentelėje įrašomi svertinės normalizuotos sprendimo matricos rezultatai, kurie apskaičiuoti pagal (3) formulę [4].

3 lentelė

Svertinė normalizuota sprendimų matrica

Medinės santvaros (alternatyvos)	**Rodikliai**				
	Svertinis svoris, kg	**Svertinė medžiagų kaina, €**	**Svertinis sujungimų kiekis, vnt.**	**Svertinis šilumos perdavimo koeficientas, W/m²K**	**Svertinis palėpės panaudojimas, balais**
Santvara su vienu statramsčiu	0,137	0,121	0,074	0,133	0,160
Santvara su vienu statramsčiu ir dviem spyriais	0,106	0,109	0,111	0,125	0,107
Santvara su trimis statramsčiais ir dviem spyriais	0,099	0,116	0,149	0,081	0,053

Pasinaudojus (4) formule [7] gautos normalizuotos efektyvumo kriterijų arba naudos kriterijų vertės atimamos iš visų neigiamų kriterijų arba sąnaudų kriterijų verčių. Alternatyvų reitingas gaunamas reitinguojant $\bar{y}_i$ vertes. Didžiausia apskaičiuota vertė atitinka geriausią alternatyvą. Mažiausia apskaičiuota reikšmė atitinkamai blogiausią alternatyvą. Tyrimo apskaičiuotos efektyvumo vertės pateikiamos grafike (žr. 2 pav.).

2 pav. Medinių santvarų efektyvumo vertės (MOORA metodas)

Atlikus stogo medinės santvaros tyrimą pagal MOORA metodą nustatyta, kad pagal vertinamus kriterijus efektyviausia santvara su trimis

statramsčiais ir dviem spyriais. Ši santvara 20 proc. efektyvesnė už santvarą su vienu statramsčiu ir 15 proc. už santvarą su vienu statramsčiu ir dviem spyriais.

4. Išvados

1. MOORA metodu atlikus medinių santvarų daugiakriterį vertinimą nustatyta, kad tarpusavyje lyginant konstrukcijos svorį, medžiagų kainą, sujungimų kiekį, šilumos perdavimo koeficientą ir palėpės panaudojimo galimybės rodiklius, efektyviausia santvara su trimis statramsčiais ir dviem spyriais. Ši santvara užėmė pirmąją vietą surinkus didžiausią efektyvumo apskaičiuotą vertę – 0,392. Ši santvara yra lengviausia (68,70 kg) ir medienos šilumos perdavimo koeficientas ties perdanga yra mažiausias (0,0011 W/m²K). Santvara pagal medžiagų kainą (82,00 €) liko antroje vietoje bei pagal sujungimų kiekį (16 vnt.) užėmė trečiąją vietą.
2. Tyrimo antrą vietą užėmė santvara su vienu statramsčiu ir dviem spyriais, kurios efektyvumo apskaičiuota vertė lygi 0,345. Šios santvaros mažiausia medžiagų kaina (77,25 €). Pagal svorį (73,30 kg), sujungimų kiekį (12 vnt.), šilumos perdavimo koeficientą (0,0017 W/m²K) ir palėpės panaudojimo patogumą pasidedant daiktus iki 0,3 kN/m² (2 balai) santvara užėmė antrąsias vietas iš visų lyginamų santvarų.
3. Vertinimu nustatyta, kad mažiausią efektyvumą turi santvara su vienu statramsčiu. Jos efektyvumo vertė – 0,305. Ši santvara užėmė pirmąją vietą pagal sujungimų kiekį (8 vnt.) ir palėpės panaudojimo patogumą pasidedant daiktus iki 0,3 kN/m² (3 balai), tačiau liko paskutinėje vietoje pagal svorį (95,10 kg), medžiagų kainą (85,25 €) ir šilumos perdavimo koeficientą (0,0018 W/m²K).

Literatūra

1. RUGGIERI, N. Historical overview on criteria and techniques for reducing timber structures deformability. *Journal of Architectural Conservation* [interaktyvus]. 2017, 23(3), 211–227, ISSN 1355-6207 [žiūrėta 2021-03-30]. Prieiga per: https://doi.org/10.1080/13556207.2017.1368183.
2. GULLBREKKEN, L. ir kt. *Norwegian Pitched Roof Defects* [interaktyvus]. Department of Civil and Transport Engineering, Norwegian University of Science and Technology (NTNU), NO-7491, Trondheim, Norway, 2016 [žiūrėta 2021-03-30]. Prieiga per: https://www.mdpi.com/2075-5309/6/2/24/html.
3. BRAUERS, W., KAREL, M., ZAVADSKAS, E. K. The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. *Control and Cybernetics* [interaktyvus]. 2006, 35(2), 445–469. Prieiga per: http://matwbn.icm.edu.pl/ksiazki/cc/cc35/cc35213.pdf.
4. PATNAIK, P. K. ir kt. Composite material selection for structural applications based on AHP-MOORA approach. *Materials Today:*

Proceedings [interaktyvus]. GIET University, Gunupur, Odisha 765022, India, 2020, 33(8), 5659–5663 [žiūrėta 2021-03-30]. Prieiga per: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221478532032678X
5. BAGOČIUS, V. Kompleksinis statinių jūros aplinkoje racionalumo pagrindimas. *Daktaro disertacija*. Vilnius: Leidykla Technika, 2014, 1756 psl. ISBN 978-609-457-736-9.
6. WANKHEDE, SAGAR., V., JITENDRA, A., HOLE. MOORA and TOPSIS based selection of input parameter in solar powered absorption refrigeration system. *International Journal of Ambient Energy* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-03-30]. Prieiga per: https://doi.org/10.1080/01430750.2020.1831600.
16. ZARBAKHSHNIA, N. ir kt. A novel hybrid multiple attribute decision-making approach for outsourcing sustainable reverse logistics. *Journal of Cleaner Production* [interaktyvus]. Young Researchers and Elites Club, Qazvin Branch, Islamic Azad University, Qazvin, Iran, 2020, 242, 118461, ISSN 0167–9317 [žiūrėta 2021-03-30]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118461.
17. LIETUVOS RESPUBLIKOS APLINKOS MINISTERIJA. *Dėl statybos techninio reglamento STR 2.05.07:2005 Medinių konstrukcijų projektavimas: Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas* [interaktyvus]. 2005 m. vasario 10 d., Nr. D1–79 [žiūrėta 2020-10-18]. Prieiga per: https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.512A0B6F80FA.
18. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 1995-1-1:2005/A2:2014. *„Eurokodas 5. Medinių konstrukcijų projektavimas. 1-1 dalis. Bendrosios nuostatos. Bendrosios ir pastatų taisyklės“. Europos standartas EN 1995-1-1:2005/A2:2014 turi Lietuvos standarto statusą.* Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2014.
19. RUNET. *Software and Expert System. Structual Engineering Software. Design of Timber Structures with Eurocode 5* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-03-30]. Prieiga per: https://www.runet-software.com/demowoodexpress.htm.
20. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. LST EN 338:2016. *Statybinė mediena. Stiprumo klasės. Europos standartas EN 338:2016 turi Lietuvos standarto statusą.* Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2016.

STATYBOS PROJEKTŲ RIZIKŲ LYGINAMOJI ANALIZĖ

Rapalis S.[1], Kelpšienė L.[1], Kaupienė J.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: projektų valdymas, statyba, rizikos.

1. Įvadas

Statybos pramonė yra svarbi kiekvienos šalies ekonomikos plėtrai, kurios augimo matas – statiniai. Statybos projektų valdymas apibūdinamas kaip sunkus, daugybę aspektų apimantis procesas kurio rezultatas priklauso nuo tinkamo informacijos valdymo [1]. Statybos projektų valdymo tikslas yra vadovauti žmogiškiesiems ištekliams, organizuoti ir kontroliuoti projekto išteklius (finansus, darbuotojus), norint įgyvendinti projekto tikslus. Projekto vadovas turi atsakyti, kad įgyvendinto projekto rezultatai tenkintų užsakovo ir kitų projektų dalyvių reikalavimus, darbai atlikti iki numatytos dienos, reikalingi ištekliai neviršytų numatytų biudžete. Kadangi projekto dalyvių yra ne vienas, kuris į projektą atsineša savo norus reikalinga su visomis pusėmis susitarti, rasti visapusišką sprendimą kuris tenkintų visas puses. Tik visoms šalims kuriant kartu galima sukurti geriausią projektą kainos, atlikimo laiko ir kokybės atžvilgiu [1].

Šiuo metu kai statybos sektoriuje pasiūla yra didesnė už paklausą, rangovas norintis būti konkurencingu, privalo teikdamas projekto kainos pasiūlymą įvertinti visas galimas projekto rizikas.

Tikslas: atlikti statybos projektų rizikų skirtingose šalyse lyginamąją analizę, išnagrinėti projektų rizikų valdymo etapus.

2. Statybos projektų valdymo akcentai

Statybos projektų valdymas apibūdinamas kaip sunkus, daugybę aspektų apimantis procesas, kurio rezultatas priklauso nuo suinteresuotų šalių (žr. 1 pav.) pastangų tikslui pasiekti. Suinteresuotos šalys tai asmenys ar grupės kurios gali paveikti organizacijos tikslų įgyvendinimą, arba yra paveikti siekiamo tikslo [2]. Projekto komanda tiesiogiai veikia projekte (ar projektą). Įvairiose stadijose suinteresuotos šalys reaguoja į projekto vystymą, įtakoja

vienokias ar kitokias projekto veiklas, daro įtaką jo sprendiniams. Projekto komanda reaguodama paveikia projektą, ir galutiniame etape tikslo regresas gali grįžti suinteresuotoms šalims.

1 pav. Projekto suinteresuotos šalys [2]

Tyrėjai siūlo projekto sėkmę reikia vertinti dviem kriterijais [3]:

- projekto valdymo sėkmė;
- projekto sėkmė.

Projekto valdymo sėkmė turi atitikti pagrindinius keliamus reikalavimus [3]:

- neviršijamos išlaidos numatytos biudžete;
- projektas įgyvendinamas laiku;
- užtikrinami kokybiniai reikalavimai.

Projekto sėkmė turi atitikti reikalavimus [3]:

- projekto savininko strateginių organizacinių tikslų (tikslo) įgyvendinimą;
- patenkinti vartotojų poreikius (tikslą).

Norint užtikrinti, kad aukščiau nurodyti aspektai būtų įgyvendinti, reikalinga visuose etapuose iki statybų vykdymo (žr. 2 pav.) užtikrinti maksimalų pasiruošimą, t. y. išanalizuoti projektą, sudaryti biudžetą, kuriame atsispinti medžiagų kaina, reikalingas darbo užmokestis darbuotojams, įvertinti galimas rizikas [4].

Nežiūrint į bendruosius požymius, kiekvienas statybos projektas turi apibrėžtą pradžios ir pabaigos laiką, nustatytą resursų dydį, kurie aprėpia intelektualines, finansines, materialines ir žmogiškąsias sampratas.

2 pav. Projektų įgyvendinimo schema

Kiekvienam projektui šių resursų balansas gali gerokai skirtis priklausomai nuo iškelto galutinio tikslo: skirto pastato statybai, programinės aplinkos kūrimui, naujo padalinio atidarymui, naujos paslaugos kūrimui.

3. Rizikų valdymas skirtingose šalyse

Pasak Cohen [5] projektų rizikos komplikacijos ir problemos yra susijusios su projekto užduoties atlikimu ir projekto tikslo įgyvendinimu. Rizikos būdingos visiems projektams, vienoms galima užkirsti kelią, kitoms galima sušvelninti padarinius.

Išanalizavus užsienio literatūros šaltinius [6, 7, 8, 9, 10, 11] pastebėti skirtingose geografinėse zonose esančių valstybių statybos projektuose rizikos faktoriai yra skirtingi, priklausomai nuo geografinės, geopolitinės, demografinės zonos:

Saudo Arabijoje ir Egipte pagrindinės statybos projektų rizikos (surašytos mažėjimo tvarka nuo reikšmingiausio) yra [6]:

- finansų trūkumas;
- netikslingi rangovo pinigų panaudojimo srautai (bankrotas);
- normų, standartų, reikalavimų keitimai;
- klaidos projektavime;
- medžiagų tiekimo sutrikimai.

Indijos statybos projektų pagrindinės rizikos [7]:

- nenumatytos darbo sąnaudos, išlaidos;
- medžiagų kainų didėjimas;
- kvalifikuotų darbuotojų trūkumas;
- vagystės;
- projekto partnerių sutarties nevykdymas;
- klimato pokyčiai.

Lenkijos statybos projektų pagrindinės rizikos [8, 9]:

- projekto klaidos, detalumo trūkumas;
- finansų trūkumas;
- administracinės klaidos;
- įstatymų pasikeitimai;

- statybvietės išlaidos;
- oro sąlygos;
- medžiagų tiekimo sutrikimai.

Lietuvoje statybos ūkio šaka patiria ganėtinai mažas rizikas lyginant su aukščiau tekste apžvelgtomis šalimis, kadangi nėra tiek ekstremalių gamtos reiškinių, nėra politikos nestabilumų ir pan. Lietuvoje aktualiausi statybų rizikos veiksniai [8, 9]:

- netikslingi rangovo pinigų panaudojimo srautai (bankrotas);
- klaidos planavime ir gamyboje;
- tiekiamų medžiagų kokybė;
- atliekamų darbų kokybė;
- sutartinių įsipareigojimų vykdymas;
- tiekimo problemos;
- projektavimo klaidos;
- užsakovų nepastovumas;
- darbo jėgos trūkumas;
- oro sąlygos.

Palyginus skirtingose šalyse statybos rinką veikiančias rizikas galima teigti, pagrindinis rizikos veiksnys visuose pasaulio šalyse yra susijęs su finansais, nors valstybės ir skirtinguose pasaulio ekonominėse, demografinėse, geopolitinėse zonose. Sekantis svarbus rizikos faktorius priklauso nuo išsidėstymo geografinėse zonose, kurios veikią skirtingos oro sąlygos – audros, potvyniai, ultravioletinė spinduliuotė, uraganai, visi nurodyti gamtos reiškiniai priklausomai nuo geografinio išsidėstymo gali padaryti milžiniškus nuostolius kiekvienoms statyboms. Kaip rizika vertinama ir žmogiškosios klaidos kurios pasitaiko visuose statybų etapuose pradedant projekto technine užduotimi, baigiant statinio pridavimu.

Lietuvoje lyginant su kitomis lygintomis šalimis, gamtos reiškiniai nėra išskiriami kaip turintys didelę reikšmę rizikos. Europos šalyse trečiųjų šalių poveikis (vyriausybės pokyčiai, normų, standartų reikalavimų keitimai) yra nedidelis lyginant su kitomis šalimis. Indija kuri bene labiausiai apgyvendinta vietovė pasaulyje turėdama daugybe darbingo amžiaus žmonių susiduria su kvalifikuotų darbuotoju trūkumu (61 proc. žmonių Indijoje yra raštingi) dėl to statybose atsiranda nemažai broko, darbuotojai sugaišta daugybe laiko išmokdami gerai atlikti darbą, dėl to reikalinga daug daugiau darbuotojų tam pačiam darbui atlikti laiku.

4. Rizikų valdymo procesai

Pagrindiniai rizikos valdymo procesai [12]:

1. Identifikavimas.
2. Vertinimas.
3. Mažinimas.

4. Stebėjimas.

Rizikos nustatymas yra pirmas ir bene svarbiausias rizikos valdymo proceso žingsnis, kadangi bandoma nustatyti rizikos šaltinį ir tipą, tai apima galimų rizikos įvykių sąlygų pripažinimą statybos projekte ir rizikos atsakomybės išaiškinimą. Kintant išorinė aplinka keičia ir tikėtiną riziką, kaip pavyzdžiui, staigus rinkos pokytis (žr. 3 pav.). Rizikos nustatymas sukuria pagrindą kitiems veiksmams [12]. Pagal Carbone ir Tippett [13] projektų rizikos nustatymas ir sušvelninimas yra esminiai žingsniai valdant sėkmingus projektus.

3 pav. Išorinių projekto suvaržymų rizikos tikimybės įvertinimas [12]

Rizikų mažinimas – būtinų veiksmų atlikimas, norint ištaisyti projekto nuokrypius kurie gali sumažinti vykdymo našumą [14]. Pagal autorius [2] rizikos mažinamos atliekamas pasitelkiant pinigus (medžiagos, mechanizmai) arba laiką (darbo sąnaudos), abu mažinimo būdai galiausiai verčiami į piniginę išraišką. Pagal Franke [15] patogiausiai rizikas vertinti pagal piniginę skalę. Apibendrinant straipsnius [2, 15, 16] daroma prielaida, kad vienintelis rizikų mažinimo būdas išreiškiamas per piniginę išraišką, kuri objekto vykdymo pabaigoje atsispindi biudžete, galutinėje ataskaitoje.

5. Išvados

1. Palyginus skirtingose šalyse statybos rinką veikiančias rizikas galima teigti, pagrindinis rizikos veiksnys visuose pasaulio šalyse yra susijęs su finansais, nors valstybės ir skirtingose pasaulio ekonominėse zonose.
2. Statybos projektų rizikos turi didelę reikšmę projekto tikslui pasiekti. Projekto tikslas pasiekiamas atlikus darbus laiku, neviršijant biudžeto ir laikantis kokybinių reikalavimų.
3. Projekto įgyvendinimo sėkmei būtina identifikuoti rizikas pirmosiose stadijose ir laiku jas minimizuoti arba visiškai pašalinti.

Literatūra

1. BANAITIENĖ, N., BANAITIS, A. *Statybos projektų valdymo pagrindai*. Vilnius: Technika, 2006, 200 p. ISBN 9789986059615.
2. SERPELLAA, F. A. ir kt. Risk management in construction projects: A knowledge-based approach. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* [interaktyvus]. 2014, 119, 653–662 [žiūrėta 2021-02-17]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.073.
3. FREEMAN, R. E. *Strategic Management: A Stakeholder Approach*. Cambridge University Press, 2010. ISBN: 9781139192675.
4. KRUŠINSKAS, R. ir kt. *Projektų valdymas: pagrindiniai žingsniai nuo inicijavimo iki igyvendinimo*. Kaunas: Technologija. 2012. ISBN 978-609-02-0416-0.
5. COHEN, M. W. PALMER, G. R. Project risk identification and management. *AACE International Transactions* [interaktyvus]. Morgantown, 2004, IN11-IN15 [žiūrėta 2020-11-30]. Prieiga per: https://search.proquest.com/scholarly-journals/project-risk-identification-management/docview/208202179/se-2?accountid=201395.
6. ESKANDER, R. F. A. Risk assessment influencing factors for Arabian construction projects using analytic hierarchy process. *Alexandria Engineering Journal* [interaktyvus]. 2018, 57(4), 4207–4218 [žiūrėta 2020-11-30]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.aej.2018.10.018.
7. KUMAR, S. K., NARAYANAN, R. M. Review on construction risk and development of risk management procedural index – A case study from Chennai construction sector. *Materials Today: Proceedings* [interaktyvus]. 2021, 43(2), 1141–1146 [žiūrėta 2020-11-30]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.08.606.
8. BARTKUTĖ, S., TOLOČKA, E. Risk management improvement of engineering projects in woodworking industry. *Mokslas – Lietuvos Ateitis / Science – Future of Lithuania* [interaktyvus]. 2013, 5(6), 605–608 [žiūrėta 2020-11-30]. Prieiga per: https://doi.org/10.3846/mla.2013.98.
9. TURSKIS, Z., GAJZLER, M., DZIADOSZ, A. Reliability, risk management, and contingency of construction processes and projects. *Engineering and Management* [interaktyvus]. 2012, 18(2), 290–298 [žiūrėta 2020-11-30]. Prieiga per: 10.3846/13923730.2012.672931.
10. LEŚNIAK, A., PISKORZ, G. Potential reasons for works delays resulting from the provisions of the agreement. *Technical Transactions* [interaktyvus]. 2020, 114 (6), 135–143 [žiūrėta 2020-11-30]. Prieiga per: https://doi.org/10.4467/2353737XCT.17.093.6569.
11. ANYSZ, H., ZBICIAK, A. *Przyczyny Powstawania Opónie w Realizacji Kontraktów Budowlanych – Analiza Wstpnych Wyników Badania Ankietowego* [interaktyvus]. Varšava: Spatium, 2013, 14, (3), 963–972 [žiūrėta 2020-11-30]. Prieiga per: https://depot.ceon.pl/handle/123456789/2477.

12. BANAITIENĖ, N., BANAITIS, A. Risk management in construction projects. *Risk Management-Current Issues and Challenges* [interaktyvus]. InTech, Vilnius, 2012, 431–448 [žiūrėta 2020-11-30]. Prieiga per: 10.5772/51460.
13. CARBONE, T. A., TIPPETT, D. D. Project risk management using the project risk FMEA. *Engineering Management Journal* [interaktyvus]. 2004, 16, 28–35 [žiūrėta 2020-11-30]. Prieiga per: https://doi.org/10.1080/10429247.2004.11415263.
14. ISAAC, S., NAVON, R. Can project monitoring and control be fully automated? *Construction Management and Economics* [interaktyvus]. 2004, 32, 495–505 [žiūrėta 2020-11-30]. Prieiga per: https://doi.org/10.1080/01446193.2013.795653.
15. FRANKE, A. Risk analysis in project management. *International Jounal of Project Management* [interaktyvus]. 1987, 5, 29–34 [žiūrėta 2020-11-30]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/0263-7863(87)90007-X.
16. BACCARINI, D., COLLINS, A. The concept of project success – What 150 Australian project managers think. *Australian Institute of Project management (AIPM) Conference: Perth* [interaktyvus]. 2004 [žiūrėta 2020-12-06]. Prieiga per: http://hdl.handle.net/20.500.11937/4041.

SIJINIŲ TILTŲ SIJŲ DAUGIAKRITERIS VERTINIMAS

Stankevičius R.[1], Kaupienė J.[1], Vaičiulis D.[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: sijinis tiltas, sija, daugiakriteris vertinimas, SAW.

1. Įvadas

Senosios statybos tiltai neatitinka naujų Europos standartų „Eurocode“, nes buvo projektuoti pagal standartus, kurie reglamentavo iki 2 kartų mažesnes apkrovas negu dabar reglamentuoja „Eurocode“. Pagrindinis dalykas, dėl kurio šiuo metu realios tiltų apkrovos yra žymiai didesnės – sparčiai augantis eismo intensyvumas. Iki 1991 m. buvo skaičiuojama, kad tiltai, pagal savo laikančiąją konstrukciją turi tarnauti: gelžbetoniniai – 80 metų, plieniniai 50 m., mediniai 20 m.. Vienoms senų tiltų konstrukcijoms tarnavimo laikas yra pasibaigęs, o kitoms – greitu metu pasibaigs.

Vieni iš dažnesnių Lietuvoje statomų arba rekonstruojamų tiltų – sijiniai tiltai, o pagrindinė užduotis projektuojant tokius tiltus – racionaliai parinkti sijų skerspjūvius ir medžiagas.

Tikslas – atlikti tiltų sijų daugiakriterį vertinimą.

2. Sijinių tiltų sijų vertinimo kriterijai

Pastaraisiais metais daugiakriteris vertinimas tapo populiarus vertinant įvairius pramonės, statybos procesus, susijusius su prieštaringais aplinkos ir ekonominiais kriterijais. Daugiakriteris vertinimas yra procesas, kurio metu nustatomas geriausias galimas konkrečios problemos sprendimas pagal nustatytus kriterijus. Praktinėse daugelio kriterijų optimizavimo problemose kriterijai dažnai nėra palyginami, prieštaringi ar konkuruojantys. Taigi gali nebūti sprendimo, kuris vienu metu optimizuotų visus kriterijus, tačiau inžinerijos ir vadybos praktikoje reikia pasirinkti vieną galutinį sprendimą, kurį reikia įgyvendinti [1]. Pavyzdžiui, gelžbetonio konstrukcijos, kurios buvo pastatytos daugiau nei prieš pusę amžiaus, viršijo skaičiuotiną tarnavimo laiką ir dėl senėjimo yra susilpnėjusios [2]. Tyrime [2] buvo vertinamas surūdijusių arba pradėjusių rūdyti gelžbetoninių (g/b) elementų stiprumas lenkiant atsižvelgiant į g/b armatūros, veikiamos ilgalaikių rūdžių

(26 m.), savybes. Rezultatai, pateikti [3] darbe, parodė, kad rūdys žymiai paveikė plieninių strypų savybes ir sijų laikomąją galią. Kalliaso [3] spręsdamas plokštuminį netiesinį uždavinį baigtinių elementų metodu parodė, kad plieno skerspjūvio ploto sumažėjimas ir betono pažeidimai buvo pagrindinės stiprumo lenkiant sumažėjimo priežastys. Pagrindinė [4] ir [5] darbų autorių išsikelta užduotis buvo įvertinti gelžbetoninių konstrukcijų, armuotų plienine armatūra, perspektyvą.

Kaip alternatyva plieninei armatūrai, vis dažniau yra naudojama FRP (angl. *Fibre-Reinforcement Plastic*) stiklo pluošto armatūra. Darbe [6] buvo išbandytas daugybė FRP betoninių dviatramių sijų, tarp kurių buvo skirtingų skerspjūvių ir gylių sijų. Polietileno tereftalato (PET) FRP strypai laikomi labiau tinkamais nei įprasta plieninė armatūra dėl didesnio plastiškumo. Atliekant bandymus su FRP armatūra, kaip vertinimo kriterijus [6] darbe buvo pasirinkti keturių tipų laminatai:

- PW (angl. *Plain Woven*) – austo audinio (žr. 1 a pav.);
- TW (angl. *Twill Woven*) – pinto audinio (žr. 1 b pav.);
- UW (angl. *Unbalanced Twill Woven*) – išbalansuoto pynimo audinio (žr. 1 c pav.);
- UD (angl. *Undirectional*) – vienakrypčio audinio (žr. 1 d pav.).

a b c d

1 pav. FRP armatūrų tipai [6]: a) austo audinio; b) pinto audinio; c) išbalansuoto pynimo audinio; d) vienakrypčio audinio

Darbe [6] kaip vertinimo kriterijai pasirinkti: reakcijos jėga dinaminio smūgio metu, absorbuota smūgio energija, maksimali centrinė laminato deformacija, paviršiaus frakcija, vidinio pažeidimo dydis, išorinis matomas pažeidimas, „sveiko“ (nepažeisto) mėginio galutinis lenkimo stiprumas, santykinis galutinio lenkimo stiprumo praradimas dėl smūgio, „sveiko“ mėginio atsparumas lenkimui ir santykinis lankstumo arba tvirtumo praradimas dėl smūgio. Vienakrypčio audinio laminatas gerai sugeria smūgio energiją, pasižymi didele reakcijos jėga ir centrine deformacija [6]. Kalbant apie žalos plotą, UD laminatas taip pat pasirodė gerai. UD laminato smūginis atsparumas, palyginti su austais laminatais buvo labai prastas. Todėl taikant nedidelio greičio smūgio programas, kai vienkartinis / daugkartinis smūgiai sąlygoja mechaninių savybių sumažėjimą, pirmenybė gali būti teikiama austiems kompozitams [6]. Taip pat svarbu paminėti, kad stiklo pluošto armatūra atlaiko

didesnes tempimo jėgas, todėl FRP armatūra gali būti mažesnio skersmens lyginant su plienine armatūra (žr. 1 lentelę).

1 lentelė

FRP ir plieno armatūros palyginimai [7, 8]

FRP armatūros skersmuo, mm	**Plieno armatūros atitikmuo, mm**	**FRP armatūros santykinė masė, kg/m**	**Plieno armatūros santykinė masė, kg/m**
4	6	0,02	0,222
6	8	0,08	0,395
8	12	0,08	0,617
10	14	0,13	1,210
12	18	0,20	2,000
16	22	0,33	2,980

Iš 1 lentelės matyti, kad FRP armatūros strypų skersmenys yra mažesni, dėl ko susidaro mažesnė kosntrukcijos savoji apkrova (angl. *Dead Load*).

Tiltų statyboje kaip sijos yra naudojamos ir plieninės konstrukcijos. Kaip dviatramė sija naudojamos plieninės sijos su H pavidalo skerspjūviu. Šios sijos sudaro laikinų tiltų, trumpaatramių tiltų ar pėsčiųjų / dviratininkų tiltų konstrukcijas. Tačiau net ir tinkamai apsaugotos (padengtos) plieninės sijos rūdija. Darbe [9] rūdžių įtakos plieninės sijos lenkimo stiprio nustatymui buvo atliktas dirbtinis pagreitinto rūdijimo lauko sąlygomis bandymas. Bandiniai buvo pagaminti iš Q345 klasės kiniško plieno, kurio takumo riba yra 345 MPa, tempimo stipris – 470–630 MPa. Bandymas buvo vertinamas pagal plieno liekamąjį stiprį, šiam elementui ekstremaliomis sąlygomis. Atliekant bandymus buvo pastebėta, kad bandinių flanšo (viršutinės ir apatinės sijos sekcijos) ir juostos (vidurinės sienelės) storis nuolat mažėja, o tada plokštės pločio ir storio santykis didėja. Tai rodo, kad rūdijimas sukelia skerspjūvio storio mažėjimą, keičia skerspjūvio klasifikaciją ir daro įtaką pjūvio plastiškumui. Tiriamojo elemento charakteristikos pavaizduotos 2 paveiksle.

2 pav. Tiriamojo elemento charakteristikos [9]

Taigi, darbe [9] kaip vienas iš pagrindinių sijų vertinimo kriterijų nurodomas atsparumas rūdijimui.

3. Daugiakriteris sijų vertinimas SAW metodu

Paprastasis svorinių rodiklių sudėties metodas (angl. *Simple Additive Weighting*, SAW) yra vienas iš paprastesnių ir plačiausiai taikomų metodų.

Metodo pagrindiniai uždaviniai – sudaryti galimų sprendinių matricą, normalizuoti šios matricos narių vertes ir pritaikius kiekvieno rodiklio reikšmingumą apskaičiuoti, kuri alternatyva yra efektyviausia. Racionaliausias laikomas tas sprendinys, kurio normalizuotų rodiklių, padaugintų iš atitinkamų rodiklių reikšmingumų, suma yra didžiausia [11].

Galimų sprendimų matrica – lentelė, kurios kiekviena eilutė apibūdina skirtingą sijos išpildymą, o kiekvienas stulpelis – skirtingą vertinimo rodiklį, kuris apibūdina kiekvieną sijos išpildymą.

Vertinimo rodikliai gali būti minimizuojami (geriausias yra tas pasirinkimas, kurio vertė yra mažiausia) arba maksimizuojami (geriausias yra tas pasirinkimas, kurio vertė yra didžiausia).

Galimų sprendinių matricos minimizuojamieji ir maksimizuojamieji nariai (vertinimo rodikliai) normalizuojami atitinkamai:

$$\overline{x}_{ij} = \frac{x_{j\,min}}{x_{ij}} \quad \text{ir} \quad \overline{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{j\,max}};$$

čia x_{ij} – sprendimų priėmimo matricos nariai; i – alternatyva (sijos išpildymas); j – vertinimo rodiklis; x_{jmin} – mažiausia j-ojo rodiklio vertė; x_{jmax} – didžiausia j-ojo rodiklio vertė.

Atliekant daugiakriterį vertinimą SAW metodu šiame darbe laikoma:

1. Visi vertinami rodikliai turi vienodą reikšmingumą.
2. Tiltas yra krašto kelio reikšmės. Tilto perdangai naudojama 10 vienodų sijų, kurių žingsnis yra 0,8 m. Bendra tilto perdangos apkrova yra 9 kN/m^2, apkrova į tiesinį metrą pjūvyje 7,2 kN/m. Konstrukcija „A“ atramoje įtvirtinta tiek horizontalia tiek vertikalia kryptimis, o „B“ atramoje poslinkiai suvaržyti tik vertikalia kryptimi; sijos skaičiavimo schema pateikta 3 paveiksle.
3. Konstrukcija yra veikiama atmosferos kritulių (lietaus).
4. Įvertinus sijų laikomąsias galias galutiniam vertinimui parinktos sijos:
   - 30 × 20 cm g/b sija, kurios tempiamajam sluoksniui naudojama 2 × 16 mm S500b armatūra;
   - 30 × 20 cm betoninė sija, kurios tempiamoji zona armuota 2 × 12mm FRP armatūra.
5. HEB260 plieninis profilis.

Pasinaudojus [8–10] šaltinių duomenimis sudaryta galimų sprendimų matrica pateikta 2 lentelę. Čia į bendrą sijos kainą įskaičiuojamos armatūros, rišimo vielos, betono kaina. Sijų armatūrų svoris nustatytas įvertinant, kad nearmuoto betono, naudojamos sijoms (C30/37) tankis yra 2 400 kg/m^3. HEB260 charakteristikos paimtos iš [11] šaltinio.

Normalizuota galimų sprendimų matrica pateikta 3 lentelėje.

Racionaliausia sija nustatoma pagal sprendimų priėmimo matricos (žr. 4 lentelę) kiekvienos eilutės narių sumą. Pagal 4 lentelės duomenis racionaliausia yra HEB260 sija.

3 pav. Sijinio tilto sijos skaičiuojamoji schema

2 lentelė

Galimų sprendimų matrica

Sijų variantai	**Rodiklį normalizuoti pagal** / **Rodiklis**	**min.**	**min.**	**min.**	**min.**	**max.**
		R_1, €	R_2, €	R_3, kg	R_4, h	R_5, m.
g/b sija 30 × 20 cm		122,00	175,00	1 487,40	16	10
Betoninė FRP sija, 30 × 20 cm		138,00	175,00	1 448,20	15	13
HEB260		905,00	75,00	930,00	8	5
čia R_1 – bendra sijos kaina; R_2 – įrengimo kaina; R_3 – konstrukcijos masė; R_4 – įrengimo darbų laikas; R_5 – garantinis laikotarpis, įvertinus lauko salygų žalą konstrukcijai						

3 lentelė

Normalizuota galimų sprendinių matrica

Sijų variantai	**Normalizuoti rodikliai**				
	R_{1n}	R_{2n}	R_{3n}	R_{4n}	R_{5n}
g/b sija 30 × 20 cm	1,000	0,429	0,625	0,500	0,769
Betoninė FRP sija, 30 × 20 cm	0,884	0,429	0,642	0,533	1,000
HEB260	0,135	1,000	1,000	1,000	0,385

Atlikus daugiakriterį vertinimą SAW metodu gauta, kad racionaliausias sijos parinkimo sprendimas yra plieninis profilis HEB260, kurio rodiklis siekia 0,704 (žr. 4 lentelę ir 4 pav.). Antras racionaliausias pasirinkimas – betoninė sija su FRP armatūra, kurios rodiklis siekia 0,698.

4 lentelė

Sprendimo priėmimo matrica, kai visų rodiklių reikšmingumai yra vienodi (lygūs 0,2)

Sijų variantai	**Sprendimo priėmimo rodikliai**					**Rodiklių verčių suma**	**Priori-tetų eilutė**
	R_{1s}	R_{2s}	R_{3s}	R_{4s}	R_{5s}		
g/b sija 30 × 20 cm	0,20	0,086	0,125	0,100	0,154	0,665	3
Betoninė FRP sija, 30 × 20 cm	0,177	0,086	0,128	0,107	0,20	0,698	2
HEB260	0,027	0,20	0,20	0,20	0,077	0,704	1

4 pav. Suminiai tiltų sijų vertinimo rodikliai

Trečias – g/b sija, kuri surinko mažiausią vertinimo rodiklį – 0,665.

4. Išvados

1. Atlikus daugiakriterį sijų vertinimą SAW metodu nustatyta, kad racionaliausia yra sija, pagaminta iš HEB 260 profilio (plienas Q345). Už ją šiek tiek „prastesnė“ yra FRP armatūra armuota betono sija. Prasčiausią rezultatą gavome vertinami plieno armatūra armuotą siją. FRP armatūra armuota betono sija lyginant su HEB260 sudaro 97,87 proc. verčių sumos. Praščiausią verčių rezultatą surinkusi g/b sija sudaro 94,46 proc. verčių sumos lyginant su HEB260 ir 95,27 proc. lyginant su FRP armatūra armuota sija.
2. Didžiausią įtaką racionaliausiai (didžiausią verčių sumą surinkusiai) sijai HEB260 turėjo mažas konstrukcijos svoris ir nebrangus bei greitas įrengimas – išvardintieji veiksniai sudarė 85,23 proc. (visi po 28,41 proc.) bendros rodiklių vertės. Likusių veiksnių (kriterijų) įtaka: kainos – 3,83 proc., garantinio laikotarpio – 10,94 proc.

Literatūra

1. TOLŠIČ, N., MARINKOVIC, S., DASIČ, T., STANIC, M. Multicriteria optimiazation of natural and recycled aggregate concrete for structural use. *Journal of Green Production* [interaktyvus]. 2015, 87, 766–776 [žiūrėta 2021-04-10]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.070.
2. ALASKAR, A., ALQARNI, A., ALFALAH, G., EL-SAYED, A., MOHAMMADHOSSEINI H., ALYOUSEF R. Performance evaluation of reinforced concrete beams with corroded web reinforcement: Experimental and theorical study. *Journal of Building Engineering* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-10]. Prieiga per: https://www. sciencedirect.com/science/ article/abs/pii/S2352710220336706.
3. QIU, J., ZHOU, J., ZHAO, S., ZHANG, H., LIAO, L. Statistical quantitive evaluation of bending strength of corroded RC beams via SMFL technique *Engineering Struktures* [interaktyvus]. 2020, 209 [žiūrėta 2021-04-10]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110168.
4. ALI, A., MOHAMED, H., CHALIORIS, C., DEFEILA, A. Evaluating the shear design equalations of FRP-reinforced concrete beams without shear reinforcement *Engineering Structures* [interaktyvus]. 2021, 235 [žiūrėta 2021-04-10]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112017.
5. ZHOU, Y., CHEN, Z., WANG, X., SUI, L., HUANG, X., GUO, M., HU B. Seismic performance of large rupture strain FRP retrofitter RC columns with. *Engineering Struktures* [interaktyvus]. 2020, 216 [žiūrėta 2021-04-10]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110744.
6. ALEMI-ARDAKANI, M., MILANI, A., YANNACOPOULOS, S., SHOKOUHI, G. A multicriteria expermental analysis of impact on fiber reinforced polymer composite laminates. *Materials Today Comunication* [interaktyvus]. 2015, 4, 6–15 [žiūrėta 2021-04-10]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2015.02.001.
7. MB „GREENMATERIALS LT“. *Stiklo pluošto kompozicinė armatūra* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-10]. Prieiga per: https://www.greenmaterials.lt/sba-kainos.html
8. UAB „SERFAS“. *Armatūra ir jos gaminiai* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-10]. Prieiga per: https://serfas.lt/katalogas/armatura-ir-jos-gaminiai/armatura/armatura-plieno-markes-bst500-k500c-t-b500nca500hw.html.
9. ZHANG, Z., XU, S., WANG, H., NIE, B., SU, C. Flexural buckling behavior of corroded hot-rolled H-section steel beams. *Engineering Structures* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-10]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.111614.
10. UAB „AJERAS“. *Dvitėjinės sijos HEB* [interaktyvus]. 2021 [žiūrėta 2021-04-12]. Prieiga per: http://ajerometalai.lt/e-katalogas/26-dvitejines-sijos-heb.

11. SIMAVIČIENĖ, R. Kiekybinių daugiatikslių sprendimo priėmimo metodų jautrumo analizė *Informatikos inžinerija* [interaktyvus]. Vilnius: „Technika“, 2011 [žiūrėta 2021-04-12]. Prieiga per: http://dspace.vgtu.lt/handle/1/926.

AUTOMOBILIŲ KELIŲ ŽEMĖS SANKASOS ĮRENGIMO TECHNOLOGIJŲ DAUGIAKRITERIS VERTINIMAS

Stirbys L.[1], Kaupienė J.[1]

[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: sankasa, stiprinimas, cementas, kalkės, MOORA.

1. Įvadas

Sparčiai vystantis Lietuvos kelių infrastruktūrai, statomi, rekonstruojami keliai. Tobulėjant technologijoms siekiama greitai įvykdyti didelių apimčių projektus, kurių metu neišvengiamai nukenčia kokybė. Ypatingai didelis dėmesys turi būti sutelktas į kelio pagrindą – sankasą. Sankasa yra pagrindinis kelio sluoksnis, nuo jo stiprumo ir įrengimo kokybės priklauso kelio kokybė. Dažniausiai kelio ilgaamžiškumas skaičiuojamas dvidešimčiai metų. Sankasos įrengimas ir joje naudojamos medžiagos taikomos pagal geologinę situaciją, norminius dokumentus, bei projektuotoją. Naujų, rekonstruotų kelių statybos metu įrenginėjant kelio pagrindus dažnai dėl silpnų gruntų susiduriama su sankasos įrengimo problemomis. Remiantis techniniu reglamentu tokiu kaip ĮT 17 ŽS nurodoma, kad esant organiniams gruntams sankasoje, gruntą privaloma iškasti ir užpilti, sustiprinti naudojant chemines medžiagas ar geotinklais armuoti sankasą [1].

Tiek senesnių, tiek naujai asfaltuotų kelių pagrindo nelygumų ir duobių atsiradimo priežastis – pagrindo deformacijos. Todėl įrengiant sankasa, privaloma laikytis keliamų reikalavimų, tokių kaip ĮT 17 ŽS (sankasos įrengimo taisyklės), MN GPSR 12 (gruntų pagerinimo ir sustiprinimo rišikliais metodiniai nurodymai).

Tikslas – taikant MOORA daugiakriterį vertinimo metodą, ištirti, kuri sankasos įrengimo technologija geriausia pagal naudojama gruntą.

Straipsnyje bus analizuojamos trys technologijos: sankasos įrengimas iš natūralaus esamo grunto, sankasos stiprinimas 2 proc. cementu, sankasos stiprinimas 2 proc. kalkėmis.

2. Pagrindiniai reikalavimai keliami kelių sankasoms

Remiantis automobilių kelių žemės darbų atlikimo ir žemės sankasos įrengimo taisyklėmis ĮT ŽS 17 žemės sankasos viršus aprašomas kaip natūraliojo arba supiltinio grunto paviršius, kuris skiria kelio dangos konstrukciją nuo žemės sankasos [1]. Kelių sankasos įrengimo kokybės išlaikymui, bandymai yra labai svarbūs. Norint nustatyti ar naudojamos medžiagos yra kokybiškos ir atitinka keliamus reikalavimus, joms privalomas tinkamumo bandymas, kuris nustato medžiagos savybes. Pagal LST 1360-5:2019 „Automobilių kelių gruntai. Bandymo metodai. Bandymas štampu“ [2]. Tai vienas iš pagrindinių bandymų sankasai. Jos tikslas patikrinti ar stambiagrūdžiai, įvairiagrūdžiai ir kietieji smulkiagrūdžiai gruntai atitinka stiprį. Sankasai keliami reikalavimai – $Ev2 \geq 45$ MPa [1]. Norint nustatyti kiek procentų kalkių ar cemento reikia sankasos stiprinimui atliekamas proktoro tankio bandymas. Proktoro tankis – didžiausias pasiektas sauso grunto tankis, nustatytas pagal modifikuotas Proktoro bandymo sąlygas, kai tankinimo darbo sąnaudos sudaro apie 2,7 MPa [3].

3. Sankasos stiprinimo medžiagų apžvalga

Stiprinimas kalkėmis ir cementais keičia sankasos ilgalaikį tvirtumą ir stabilumą vandens ir šalčio veikimo atžvilgiu. ML (mažo plastiškumo smulkiagrūdis molis) puikiai tinkantis gruntas sankasos stabilizavimui [4]. Tyrime, kuris buvo atliktas Zala, Vengrijoje buvo naudojamos negesintos kalkės stabilizacijai. Bandymai atlikti 10 vietų. Bandymas štampo metodu atliktas skirtingu metu. Pirmiausia prieš stabilizavimą o po to: 0, 24, 48 valandos nuo stabilizavimo pabaigos. Prieš stabilizavimą E_2 – 10 MPa, 0 valandų – E_2 – 28 MPa, po 24 valandų E_2 – 43 MPa, po 48 valandų E_2 – 51 MPa [5]. R.Tanzadeh ir kt. autorių pateiktame straipsnyje analizuojamos mikro–nano kalkės kelio sankasoje. Naudojant modifikuotą molį su mikro-nano 1 proc. kalkėmis, po 28 dienų pasiekta 90 MPa stipris, o naudojant modifikuotą molį su 4 proc. kalkėmis pasiekta 82 MPa stipris. Modifikuotos kalkės įgauna didesnį stiprį [6]. Kalkių panaudojimas sankasos įrengimui yra puikiai tinkantis būdas. Kalkių mišinio savybės gerėja nuo jo tankio. Kiekvienu stabilizavimo atveju reikia atkreipti dėmesį į mišinio drėgmės kiekį, tam, kad pasiekti reikiama sutankinimą [7].

Gerinant sankasą, jos pagrindo sluoksnis rekomenduojamas ne mažesnis kaip 20 cm po sutankinimo. Išilginės ir skersinės sujungimo siūlės turi prasikeisti mažiausiai 20 cm pločiu dar kartą maišant jas freza prijungus prie naujo sutankinto sluoksnio. Įprastais atvejais gruntams pagerinti naudojami 32,5R stiprio klasės cementai. Esant ypatingoms sąlygoms (šalčio poveikis, blogos oro sąlygos ir kt.) yra galimybės panaudoti ir didesnio stiprio cementus [8].

Atliktame tyrime kuriame bandymai buvo paimti Mongolijoje ir Kinijoje, sezoniškai užšąlančioje vietoje. Esamas gruntas buvo priemolis su dumblo priemaišomis. Sankasai pagerinti buvo naudojami 42,5R portlandcementis ir negesintos kalkės. Buvo ištirta net tik sankasos stiprumo gniuždymui padidėjimas, bet ir apie 20 proc. geresnis poveikis šalčio ciklams [9].

4. Daugiakriterio vertinimo metodas MOORA

Daugiakriteris vertinimas yra populiari tyrimų analizės priemonė. Mokslinės literatūros tikslas įgyvendinti daugiakriterį sprendimų optimizavimo metodiką pasitelkiant MOORA metodą. „Daugiakriterio optimizavimo santykių sistemos pagrindu metodą MOORA sukūrė Brauers ir Zavadskas, o 2010 m. patobulino pridėdami pilnosios sandaugos formos metodą [10]. MOORA analizė pagrįsta įvairių prielaidų rinkiniu [11]. Pagal Brauers MOORA metodas geriausiai apibūdina visapusišką tikslų optimizavimą sprendžiant daugiakriterius automobilių kelių projektus [12]. MOORA vertinimas prasideda nuo skirtingų kriterijų su skirtingom alternatyvom matricos sukūrimo [12]. Šį vertinimą sudaro du metodai: santykio analizė ir atskaitos taškų teorija, pradedant anksčiau rasta santykio analize [13]. Šis metodas patogus, nes nėra sudėtingų matematinių skaičiavimų. MOORA metodo skaičiavimai suskirstyti etapais[12]:

1. Naudojant MOORA metodiką pirmiausia sukuriama skirtingų alternatyvų ir tikslų matrica. Pradinės matricos formulė:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1i} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \iddots & \vdots \\ x_{j1} & \cdots & x_{ji} & \cdots & x_{jn} \\ \vdots & \iddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mi} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}; \quad (1)$$

čia X_{ij} – sprendimų priėmimo matricos nariai;

i – yra kriterijų skaičius;

j – yra alternatyvų skaičius.

2. Sudaroma normalizuota matrica naudojant formulę:

$$x_{ij}^{*} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^{m} x_{ij}^{2}}}; \quad (2)$$

čia m – alternatyvų skaičius;

n – rodiklių skaičius;

x_{ij}^{*} – skaičius reiškiantis normalizuotą j alternatyvos atsaką į i kriterijus.

3. Svertinė normalizuota matrica apskaičiuojama pagal formulę:

$$y_{j}^{*} = \sum_{i=1}^{i=g} x_{ij}^{*} - \sum_{i=g+1}^{i=n} x_{ij}^{*}; \quad (3)$$

čia y_j – normalizuotos alternatyvos j vertinimas atsižvelgiant į visus kriterijus; $i = 1, 2 \ldots, g$– kriterijai, kuriuos reikia maksimizuoti; $i = g + 1, g + 2, \ldots, n$– kriterijai, kuriuos reikia minimizuoti.

4. Variantų reitingas sudaromas naudojant formulę:

$$Min_{(j)}\{max_{(i)}(r_i - x_{ij}^*)\}; \quad (4)$$

čia Min_j – yra minimali svertinė normalizuota alternatyvų matrica;

Max_i – yra maksimali svertinė normalizuota kriterijų matrica.

5. Tiriamoji dalis

Tyrimui iškeltos pagrindinės problemos automobilių kelių sankasos įrengimo technologijos daugiakriteriui vertinimui kai vertinamos sankasos stiprinimo medžiagos: kalkės (negesintos), cementas (CEM I 42,5N) ir natūralaus grunto sankasa.

Eksperimentinio kelio ruože, kur sankasoje vyraujantis gruntas mažo plastiškumo molis su smėlio priemaišomis. Šios technologijos vertinamos pagal nustatytus kriterijus: statinio apkrovimo plokšte bandymu, 1 apkrovimo ciklu Ev1, kuris matuojamas – MN/m^2, statinio apkrovimo plokšte bandymu, 2 apkrovimo ciklu, kuris matuojamas – *Ev*2, MN/m^2, proktoro tankiu, kuris matuojamas – Mg/m^3, optimaliu drėgniu, kuris matuojamas – proc., kaina, kuri matuojama – Eur/m^2, Statinio apkrovimo plokšte bandymu, apkrovimo ciklų matavimų skirtumu, kuris matuojamas – *Ev*2/*Ev*1, MN/m^2. Pagal MOORA metodo skaičiavimą, apskaičiuota, kuris variantas, pagal iškeltus parametrus yra geriausias.

1 lentelėje pateikti gauti duomenys iš objekto, pagal kuriuos skaičiuojamas geriausias variantas (žr. 1 pav.).

1 lentelėje pateikti duomenys skaičiavimuose turi vienodą reikšmingumą. Žemiau pateiktoje 1 diagramoje pateikti skaičiavimų rezultatai.

1 pav. Variantų reitingas pagal naudingumo laipsnį *Yi*

1 lentelė

Skirtingų alternatyvų ir tikslų matrica

Alternatyvos	Sankasa +2 % cementas	Sankasa +2 % kalkės	Sankasa
Statinio apkrovimo plokšte bandymas, 1 apkrovimo ciklas *Ev*1, MN/m^2	42,5	52,6	26,5
Statinio apkrovimo plokšte bandymas, 2 apkrovimo ciklas *Ev*2, MN/m^2	92,2	107,8	54,1
Proktoro tankis, Mg/m^3	1,917	1,978	1,958
Optimalus drėgnis, %	10,5	13,3	15,6
Kaina, Eur/m^2	4,00	5,50	3,40
Statinio apkrovimo plokšte bandymas, apkrovimo ciklų matavimų skirtumas *Ev*2/*Ev*1, MN/m^2	2,05	1,94	2,04

Iš 1 paveikslo matyti, kad didžiausias naudingumo laipsnis teko sankasai, kuri pastiprinta su 2 proc. kalkėmis, o mažiausias naudingumo laipsnis – natūralaus grunto sankasai.

6. Išvados

1. Atlikus daugiakriterį vertinimą MOORA metodu, nustatyta, kad iš trijų nagrinėjamų sankasos įrengimo technologijų, kai analizuojamas mažo plastiškumo molio su smėlio priemaišomis gruntas, optimaliausia naudoti sankasą su 2 proc. kalkių.
2. Sankasa su 2 proc. kalkių yra 11 proc. geresnė lyginant su sankasa su 2 proc. cemento ir net 42 proc. geresnė už sankasa su natūraliu gruntu.

Literatūra

1. LIETUVOS AUTOMOBILIŲ KELIŲ DIREKCIJA PRIE SUSISIEKIMO MINISTERIJOS. *Automobilių kelių žemės darbų atlikimo ir žemės sankasos įrengimo taisyklės*, ĮT ŽS 17 [interaktyvus]. 2017 m. balandžio 3 d., Nr. V-111 [žiūrėta 2021-03-21]. Prieiga per: https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/97ce2d81197111e7b6c9f69dc4ecf19f/asr.
2. LIETUVOS STANDARTIZACIJOS DEPARTAMENTAS. *LST 1360.5:2019. Automobilių kelių gruntai. Bandymas štampu*. Vilnius, 2019. Lietuvos automobilių kelių direkcija.
3. LIETUVOS AUTOMOBILIŲ KELIŲ DIREKCIJA PRIE SUSISIEKIMO MINISTERIJOS. *R 33-02, Automobilių kelių inžineriniai geologiniai tyrinėjimai* [interaktyvus]. 2002 m. lapkričio 28 d., Nr. 138 [žiūrėta 2021-03-21]. Prieiga per: https://lakd.lrv.lt/uploads/lakd/documents/files/Paslaugos/Normatyviniai/

Rekomendacijos/r_33-02_-_automobiliu_keliu_inzineriniai_geologiniai_tyrinejimai.pdf.
4. PRIMUSZ, P., PETERFALVI, J., KOSZTKA, M., MARKO, G. *Bearing Capacity of Lime-Stabilized Soils* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-04-02] Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/332380770_Bearing_Capacity_of_Lime-Stabilized_Soils.
5. PETERFALVI, J., MARKO, G., PRIMUSZ, P., KISFALUDI, B. *Evaluation of the Effect of Lime-Stabilized Subgrade on the Performance of an Experimental Road Pavement* [interaktyvus]. 2020 [žiūrėta 2021-03-21]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/figure/Characteristic-vehicle-of-artificial-traffic-Fig-7-Wheel-load-scaling_fig5_283771145.
6. TANZADEH, R., VAFAEIAN, M., YUSEFZADEH FARD, M. Effects of micro-nano-lime ($CaCO_3$) particles on the strength andresilience of road clay beds. *Construction and Building Materials* [interaktyvus]. 2019, 217, 193–201 [žiūrėta 2020-11-18]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.05.048.
7. CELAURO, B., BEVILACQUA, A., LO BOSCO, D., CELAURO, C. Design procedures for soil-lime stabilization for road and railway embankments. Part 1 – Review of design methods. *Procedia – Social and Behavioral Sciences* [interaktyvus]. 2012, 53, 754–763 [žiūrėta 2020-10-25]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.925.
8. MN GPSR 12. *Gruntų pagerinimo ir sustiprinimo rišikliais metodiniai nurodymai.* Vilnius, 2019.
9. HE, L., WANG, Z., GU, W. Evolution of freeze-thaw properties of cement–lime solidified contaminated soil. *Environmental Technology and Innovation* [interaktyvus]. 2021, 21, 101189 [žiūrėta 2021-03-18]. Prieiga per: https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101189.
10. BALEŽENTIS, T., BALEŽENTIS, A. Kaimo darnaus vystymo strateginis valdymas: daugiakriterio vertinimo metodai ir integruotas Lietuvos ūkininkų ūkių veiklos efektyvumo vertinimas. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development* [interaktyvus]. 2011, 1(25), ISSN 1822-6760 [žiūrėta 2021-02-08]. Prieiga per: Vadyba.asu.lt.
11. KAREL, W., BAUERS, W. K. M., ZAVADSKAS, E. K. The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. *Control and Cybernetics* [interaktyvus]. 2006, 35(2) [žiūrėta 2020-12-08]. Prieiga per: https://www.researchgate.net/publication/228345226_The_MOORA_method_and_its_application_to_privatization_in_a_transition_economy.
12. BAUERS, W. K. M., ZAVADSKAS, E. K., PELDSCHUS, F., TURSKIS, Z. Multi-objective decision making for road design. *Transport* [interaktyvus]. 2008, 23(3), 183–193 [žiūrėta 2021-03-18]. Prieiga per: https://doi.org/10.3846/1648-4142.2008.23.183-193.

13. BAUERS, W. K. M., GINEVIČIUS, R. The economy of the Belgian regions tested with multimoora. *Journal of Business Economics and Management* [interaktyvus] 2010, 11(2), 173–209 [žiūrėta 2021-03-18]. Prieiga per: https://journals.vgtu.lt/index.php/JBEM/article/view/5845/5088.

GYVENAMUJŲ PASTATŲ ŠILDYMO ŠALTINIŲ EFEKTYVUMO DAUGIATIKSLIS VERINIMAS

Žemgulis M.[1], Aviža D.[1], Jovita Kaupienė[1]
[1]*Kauno technologijos universitetas*

Raktiniai žodžiai: Šildymo šaltinis, daugiatikslis vertinimas, COPRAS.

1. Įvadas

Šildymo sistemos paskirtis yra sukurti klimatą kuris būtų optimalus gyvenimui arba, darbui. Klimatą sudaro oro temperatūra, oro santykinis drėgnumas ir oro judėjimo greitis. Šiuos dalykus gali neigiamai paveikti ir skirtingos šildymo sistemos. Statinių energetinio naudingumo reikalavimams kylant, šildymo sistemų efektyvumo aktualumas mažėja.

Tačiau šildymo sistemos pasirinkimas vis tiek išlieka svarbus. Šildymo sistemos pasirinkimas yra neišvengimas kadangi kiekvienas pastatas turi būti šildomas, taip pat didelę dalį suvartojamos energijos sudaro šildymas. Bendras gyvenamųjų ir komercinių pastatų indėlis sudaro 20–40 proc. viso energijos suvartojimo išsivysčiusiose šalyse ir besiformuojančios rinkos ekonomikos šalyse. Tarp statybos paslaugų yra ypač didelis šildymo, vėdinimo ir oro kondicionavimo sistemose (ŠVOK) suvartojamos energijos procentas (jis siekia 20 proc. viso JAV suvartojimo) [1].

Kitas svarbus tinkamos šildymo sistemos pasirinkimo aspektas yra, galimybė sumažinti ir išmetama CO_2 kiekį. Vien pastatai sunaudoja apie 40 proc. viso pasaulio energijos ir sudaro maždaug 6 proc. tiesioginio ir 11 proc. netiesioginio pasaulinio išmetamo CO_2 kiekio [2].

Tikslas: išnagrinėti šildymo sistemų tipus, veikimo principus, pagrindines savybes, nurodyti jų trūkumus ir privalumus, naudojantis daugiakriteriu vertinimo metodu COPRAS nustatyti efektyviausią gyvenamojo pastato šildymo šaltinį.

2. Šildymo šaltiniai

Šildymo šaltiniais gali būti katilai arba šilumos siurbliai. Kietojo kuro katilų privalumas yra žema kuro kaina, ji yra žemiausia net ir lyginant su naujausiais šildymo sprendimais. Tačiau jie turi vieną didelį trūkumą, tai, kad jiems reikia priežiūros. Juos reikia papildyti kuru, priklausomai nuo tipo ir oro

temperatūros, tai atlikti reikia nuo vieno karto per dieną iki vieno karto per valandą. Taip pat reikia išvalyti pelenus kas keletą dienų. Kitas trūkumas yra kuro sandėliavimas, malkas reikia skaldyti ir džiovinti, kad būtų pasiektas žemas santykinis medienos drėgnumas, todėl dažniausiai jomis apsirūpinti reikia visiems metams.

Šiuos trūkumus sumažina granuliniai katilai. Pagal šilumos poreikį, juos papildyti kuru reikia kas dvi dienas arba net kartą į savaitę. Pelenų kiekis yra mažesnis, tačiau jų vis tiek yra. Taip pat granules yra perkamos jau paruoštos naudojimui ir didelio jų kiekio sandėliuoti nereikia.

Naudojant pažangiausias katilų technologijas, galima pasiekti didelį poveikį aplinkai ir sumažinti šilumos kainą, palyginti su iškastinio kuro šildymu [3]. Kiti gamtos tausojimo privalumai iš medienos granulių naudojimo yra pakeisti įprastus mažo efektyvumo ir daug teršalų išmetančius lauko medienos katilus [4].

Dujiniai katilai yra komfortiški, jie visiškai pašalina poreikį prižiūrėti katilą, ar sandėliuoti kurą, nebent nėra dujų įvado. Tuo atveju naudojami dujų balionai, kurie yra laikomi ir eksploatuojami būdelėje, kuri būna įrengta lauke.

Elektriniai katilai yra patys paprasčiausi, jiems nereikia nei kuro, nei priežiūros, jie užima ne daug vietos. Tačiau elektrinis katilas turi didžiausius šildymo kaštus. Tačiau tai išlieka vienu iš paprasčiausiu būdų gaminti šiltam vandeniui.

Šilumos siurbliai yra labai panašūs, pagrindiniai skirtumai yra įrengimo kaina, ir eksploatacijos kaina. Oras-vanduo šildymo sistemą įrengti kainuoja apie 6 000 €, o geoterminį apie 12 000 €, būstui kuris yra 100 m^2 ploto.

3. Daugiatikslis vertinimas

Vienas iš vertinimo aspektu yra ekonominis efektyvumas, tai yra terminas, naudojamas ekonominės veiklos rezultatams įvertinti, palyginti su atitinkamos veiklos pastangomis. Ekonominis efektyvumas yra pagrindinis kokybinis ekonomikos augimo veiksnys, nes jis užtikrina absoliutų rezultato augimą tuo pačiu pastangų dydžiu. Ekonominis efektyvumas apima pelningumą, kuris yra bendras efektyvumo rodiklis [5].

Šio darbo empiriniam vertinimui naudojamas COPRAS (kompleksinis proporcingas vertinimas) metodas. Pirmas etapas yra sprendimų priėmimo matricos sudarymas. Jo metu parenkami rodikliai, jų reikšmingumai ir užpildoma 1 lentelė. Daroma prielaida, kad 100 proc. elektros energijos yra pagaminta iš atsinaujinančių išteklių [6].

Kad pasiekti aukštą ekonominį naudingumą, šildymo sistema turėtų būti efektyvi, todėl šis rodiklis yra maksimizuojamas. Taip pat dėl keliamų reikalavimų anglies dvideginio mažinimui išsikariamo CO_2 kiekio rodiklis yra minimizuojamas. Kadangi kaina yra rodiklis, kuris daro didžiausią įtaką pasirinkimui, vertinamos dviejų veiksnių kainos ir jos yra minimalizuojamos.

1 lentelė

Sprendimų priėmimo matrica

Eil. Nr.	Katilo tipas	Rodikliai							
		Kaina, €			Naudingumo koeficientas, %	Išskiriamas CO_2 kiekis, t	Triukšmo lygis, dB	Reikalingas plotas, m_2	
		Katilo	Įrengimo	Eksploatavimo				Katilui	Kurui
1.	Dujų regeneracinis	1 017,53	3 080,00	392,69	98,1	1,23	38	0,19	0,0
2.	Oras-oras	3 636,99	325,50	131,04	410,0	0,00	47	0,58	0,0
3.	Oras-vanduo	5 009,99	735,00	132,65	405,0	0,00	61	0,37	0,0
4.	Vanduo-vanduo	6 370,20	8 067,20	99,86	538,0	0,00	30	0,51	0,0
5.	Gruntas-vanduo	9 406,30	10 715,90	97,68	550,0	0,00	30	0,37	0,0
6.	Termodinaminis	13 189,00	1 559,00	64,61	825,0	0,00	30	0,30	0,0
7.	Elektra-vanduo	810,70	3 000,00	539,95	99,5	0,00	25	0,11	0,0
8.	Kietojo kuro	1 583,40	2 910,00	147,26	84,5	3,73	30	0,49	1,6
9.	Granulinis	2 784,78	2 910,00	245,43	84,5	3,73	30	0,99	2,0
10.	Rodiklių suma	43 808,89	33 302,60	1 851,17	3 094,6	8,69	321	3,91	3,6
	Min. ar max. rodiklis	min.	min.	min.	max.	min.	min.	min.	min.
	Rodiklių reikšmingumai, q_j	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125

Antras etapas yra matricos normalizavimas pagal rodiklio reikšmę (žr. 2 lentelę). Normalizuojama matrica (*d*) pagal (1) formulę [7]:

$$d_{ij} = \frac{x_{ij} \bullet q_j}{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}};\ i = \overline{1,m}; j = \overline{1,n}.; \qquad (1)$$

čia d_{ij} – normalizuota *j* rodiklio *i* reikšmė; x_{ij} – *j* rodiklio *i* reikšmė; q_j – *j* rodiklio reikšmingumas; *m* – rodiklių suma.

2 lentelė

Normalizuota matrica

Eil. Nr.	Katilo tipas	Rodikliai							
		$D_{1,Nr}$	$D_{2,Nr}$	$D_{3,Nr}$	$D_{4,Nr}$	$D_{5,Nr}$	$D_{6,Nr}$	$D_{7,Nr}$	$D_{8,Nr}$
1.	Dujų regeneracinis	0,003	0,012	0,027	0,004	0,018	0,015	0,006	0,000
2.	Oras-oras	0,010	0,001	0,009	0,017	0,000	0,018	0,019	0,000
3.	Oras-vanduo	0,014	0,003	0,009	0,016	0,000	0,024	0,012	0,000
4.	Vanduo-vanduo	0,018	0,030	0,007	0,022	0,000	0,012	0,016	0,000
5.	Gruntas-vanduo	0,027	0,040	0,007	0,022	0,000	0,012	0,012	0,000
6.	Termodinaminis	0,038	0,006	0,004	0,033	0,000	0,012	0,010	0,000

Eil. Nr.	Katilo tipas	Rodikliai							
		$D_{1,Nr}$	$D_{2,Nr}$	$D_{3,Nr}$	$D_{4,Nr}$	$D_{5,Nr}$	$D_{6,Nr}$	$D_{7,Nr}$	$D_{8,Nr}$
7.	Elektra-vanduo	0,002	0,011	0,036	0,004	0,000	0,010	0,004	0,000
8.	Kietojo kuro	0,005	0,011	0,010	0,003	0,054	0,012	0,016	0,056
9.	Granulinis	0,008	0,011	0,017	0,003	0,054	0,012	0,032	0,069
10.	Min. ar max. rodiklis	min.	min.	min.	max.	min.	min.	min.	min.

Trečias etapas yra teigiamų ir neigiamų kriterijų verčių apskaičiavimas. Jis atliekamas pagal (2) formulę ir pateikiamas 3 lentelėje [7]:

$$S_{+j} = \sum_{j=1}^{n} d_{+ij}; \quad S_{-j} = \sum_{j=1}^{n} d_{-ij}; \qquad (2)$$

čia S_{+j} – maksimizuojama *j* rodiklio suma; S_{-j} – minimalizuojama *j* rodiklio suma, d_{+ij} – maksimizuojama *j* rodiklio *i* reikšmė; d_{-ij} – minimalizuojama *j* rodiklio *i* reikšmė.

3 lentelė

Maksimizuojančios ir minimizuojančios normalizuotų rodiklių sumos

S_{+1} =	0,004	S_{-1} =	0,080
S_{+2} =	0,017	S_{-2} =	0,057
S_{+3} =	0,016	S_{-3} =	0,062
S_{+4} =	0,022	S_{-4} =	0,083
S_{+5} =	0,022	S_{-5} =	0,097
S_{+6} =	0,033	S_{-6} =	0,069
S_{+7} =	0,004	S_{-7} =	0,063
S_{+8} =	0,003	S_{-8} =	0,162
S_{+9} =	0,003	S_{-9} =	0,202

Ketvirtas etapas. Alternatyvų reitingavimas (žr. 4 lentelę) (*Q*): kiekvienos alternatyvos (S_i) santykinė svarba apskaičiuojama naudojant (3) lygtį [8]:

$$Q_i = S_{+i} + \frac{S_{-min} \bullet \sum_{i=j}^{m} S_{-i}}{S_{-i} \bullet \sum_{i=j}^{m} \frac{S_{-min}}{S_{-i}}}; \; i = \overline{1,m}; \qquad (3)$$

čia S_{+i} – maksimizuoto rodiklio *i* reikšmė; S_{-j} – minimalizuoto rodiklio *i* reikšmė; S_{-min} – mažiausia minimalizuoto rodiklio *i* reikšmė.

4 lentelė

Alternatyvų santykinis reikšmingumas

Q_1 =	0,097
Q_2 =	0,145
Q_3 =	0,136
Q_4 =	0,110
Q_5 =	0,098
Q_6 =	0,140
Q_7 =	0,121
Q_8 =	0,049
Q_9 =	0,040

Penktas etapas. Alternatyvų naudingumo laipsnio apskaičiavimas (*N*): bendra kiekvienos galimybės naudingumo laipsnio vertė gaunama naudojant (4) lygtį, kurios vertė yra nuo 0 iki 100 proc. [8]:

$$N_i = \frac{Q_i}{Q_{max}} \bullet 100\ \%; \qquad (4)$$

čia Q_i – alternatyvos *i* reikšmė; Q_{max} – didžiausia alternatyvu *i* reikšmė.

Gauta prioritetų eilutė (žr. 5 lentelę) parodo, kad efektyviausia alternatyva yra antras variantas.

5 lentelė

Alternatyvų naudingumo laipsnis

Q_1 =	0,097	N_1 =	66,548	%
Q_2 =	0,145	N_2 =	100,000	%
Q_3 =	0,136	N_3 =	93,673	%
Q_4 =	0,110	N_4 =	75,972	%
Q_5 =	0,098	N_5 =	67,523	%
Q_6 =	0,140	N_6 =	96,362	%
Q_7 =	0,121	N_7 =	82,985	%
Q_8 =	0,049	N_8 =	33,697	%
Q_9 =	0,040	N_9 =	27,496	%

Matomas labai didelis skirtumas tarp granulinio ir kieto kuro katilų su visais kitais katilais. Viena iš priežasčių yra šių katilų išskiriamo CO_2 kiekis.

4. Išvados

1. Išnagrinėjus šildymo šaltinius nustatyta, kad kiekvienas iš jų turi savo privalumus ir trūkumus. Kietojo kuro katilai patrauklūs dėl žemos kuro kainos, tačiau jiems reikia priežiūros, kitų rūšių katilams priežiūros reikia mažiau, tačiau kuras yra iki 38 proc. brangesnis, o šilumos siurblių įrengimas yra brangesnis nei katilų. Taip pat svarbu pasirinkti patikimą ir suderinamą sistemą, kadangi tai įtakoja sistemos dalių tarnavimo laiką.
2. Atlikus empirinį tyrimą COPRAS metodu, nustatyta, kad efektyviausias šilumos šaltinis yra šiluminis siurblys „oras-oras“. Ši alternatyva surinko aukščiausią naudingumo laipsnį (100 proc.) iš tirtų alternatyvų dėl žemų įrengimo ir eksploatavimo kainų. Antroje vietoje (naudingumo laipsnis 96 proc.) yra termodinaminė šildymo sistema. Ji atsilieka tik dėl aukštos saulės kolektorių kainos. Mažiausiai efektyvi sistema yra su granuliniu katilu. Kietojo kuro katilas yra racionalesnis tik 4 proc. dėl žemesnės kuro kainos. Šie rodikliai galėtų pasikeisti, jeigu tyrimo metu būtų įvertintas elektros pagaminimo metu išskiriamo CO_2 kiekis.

Literatūra

1. PÉREZ-LOMBARD, L., ORTIZ, J., POUT, C. A review on buildings energy consumption information. *Energy and Buildings*. 2008, 40 (3), 394–398. ISSN: 0378-7788.
2. NEJAT, P., JOMEHZADEH, F., TAHERI, M. M., GOHARI, M., ABD MAJID, M. Z. A global review of energy consumption, CO2 emissions and policy in the residential sector (with an overview of the top ten CO2 emitting countries). *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [interaktyvus]. 2015, 43, 843–862 [žiūrėta 2020-12-05]. Prieiga per: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032114010053.
3. STASIULIENE, L., VALANČIUS, R., ČERNECKIENĖ, J., PEREDNIS, E., VAIČIŪNAS, J. Analysis of the criteria for selecting heating systems for residential buildings in cold climate. *Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering*. 2018, 23(2), 69–78. ISSN: 2029-9990.
4. HAYS, M. D., GULLETT, B. K., KING, C. J., ROBINSON, J. R., PRESTON, W. T., TOUATI, A. D. Characterization of carbonaceous aerosols emitted from outdoor wood boilers. *Energy Fuels* [interaktyvus]. 2011, 25, 5632–5638 [žiūrėta 2020-12-05]. Prieiga per: 10.1021/ef2012694.
5. GEAMĂNU, M. Economic efficiency and profitability. *Studia Universitatis Vasile Goldiş, Arad – Seria Ştiinţe Economice*. 2011, 21, 116–119 ISSN: 1584-2339.

6. ZAVADSKAS, E., KAKLAUSKAS, A. Efektyvaus rangovo nustatymas taikant naują daugiakriterio vertinimo metodą. *Tarptautinis simpoziumas „Statybos organizavimas ir valdymas“. Formavimo teorija ir praktika*. 1996, 94–104.
7. AMIRHOSSEIN, B., ALIREZA, V., RODGER, E., ROBERT, M. *Efektyvios žmogiškųjų išteklių grėsmės vertinimas gamtinių dujų tiekimo projektuose naudojant ANP-COPRAS metodą: „Shiraz“ atvejo analizė*. 2021, 208. ISSN: 0951-8320.
8. ALI, H., YANBING, J., SEYED, M. H. B., HOANG, P. L. *Investicijų į atsinaujinančią energiją rizikos įvertinimas juostų ir kelių iniciatyvos šalyse neapibrėžtumo sąlygomis*. 2021, 214. ISSN: 0360-5442.

TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO AKTUALIJOS – 2021
Studentų mokslinių darbų konferencijos
PRANEŠIMŲ MEDŽIAGA
ISSN 2538-8045

SL 344. 2022-07-13. 29,75 leidyb. apsk. l.
Tiražas 10 egz. Užsakymas 143.
Išleido Kauno technologijos universitetas, K. Donelaičio g. 73, LT-44029 Kaunas
Spausdino leidyklos „Technologija“ spaustuvė, Studentų g. 54, LT-51424 Kaunas